

В.С.Молчанов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ПЛАСТИНАХ
СТУПЕНЧАТО-ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ

Теоретические методы расчета пластин ступенчато-переменной толщины не дают возможности выявить влияние радиуса перехода от одной толщины к другой на напряженное состояние в переходной зоне. В данной работе для исследования напряжений использовался поляризационно-оптический метод.

Модели изготавливались из эпоксидной смолы ЭД-16, отвержденной малеиновым ангидридом. Относительный радиус перехода $\bar{R} = \frac{R}{h}$ (рис. 1) в экспериментах изменялся от 0,4 до 1,5. Исследования проводились методом "замораживания" деформаций, суть которого заключается в том, что при определенной температуре полимер переходит в высокоэластическое состояние. В этот момент в нем при действии активной нагрузки, кроме мгновенно-упругих деформаций, возникают дополнительные высокоэластические деформации. При комнатной температуре после разгрузки мгновенно-упругие деформации исчезают, а высокоэластические деформации, подчиняющиеся закону Гука, практически не релаксируют [1]. Эпоксидная смола ЭД-6М при температуре "замораживания" $T = 132^{\circ}\text{C}$ имеет следующие механические характеристики: модуль упругости $E = 200 \text{ кг/см}^2$, коэффициент Пуассона $\mu = 0,5$. Коэффициент оптической активности C определялся на образцах, изготовленных из материала модели, и изменялся в экспериментах от $1600 \cdot 10^{-7}$ до $1800 \cdot 10^{-7} \text{ см}^2/\text{кг}$.

Нагружение пластин производилось в специальном приспособлении поперечной силой P , значение которой выбиралось из усло-

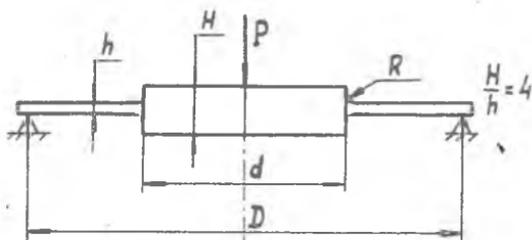


Рис. 1

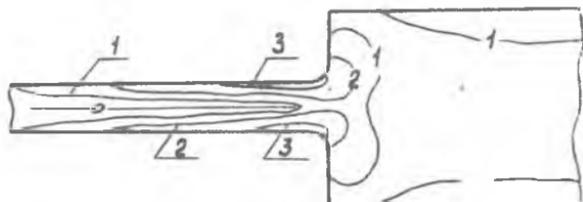


Рис. 2

вия обеспечения прочности модели и достаточного оптического эффекта. Нормальным просвечиванием диаметральных срезов модели на координатно-синхронном поляриметре КСП-7 определялись исходные данные для вычисления меридиональных нормальных напряжений σ_m^z . Окружные напряжения σ_o^z находились по данным косого просвечивания [2].

Представленная на рис. 2 типичная для данного случая картина изохром среза модели позволяет выявить зону концентрации напряжений (0 + 3 - порядки изохром). Для пластин с радиусом перехода

$\bar{R} = 0,4$ и $\bar{R} = 1,5$ на рис. 3 приведены эпюры экспериментальных контурных напряжений σ_m^z и σ_o^z , найденных с помощью основного закона фотоупругости, и теоретических напряжений σ_m^T , полученных интегрированием уравнений осесимметричного изгиба пластин. Нужно отметить удовлетворительное совпадение значений σ^z и σ^T на некотором удалении от переходной зоны.

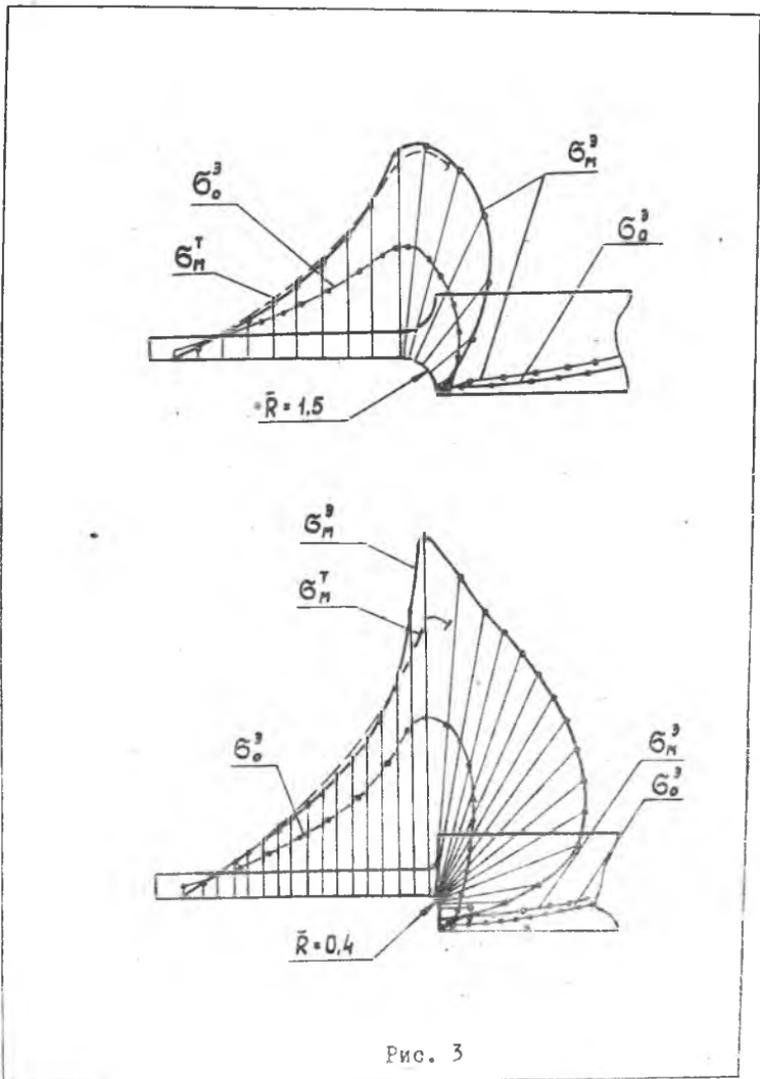


Рис. 3

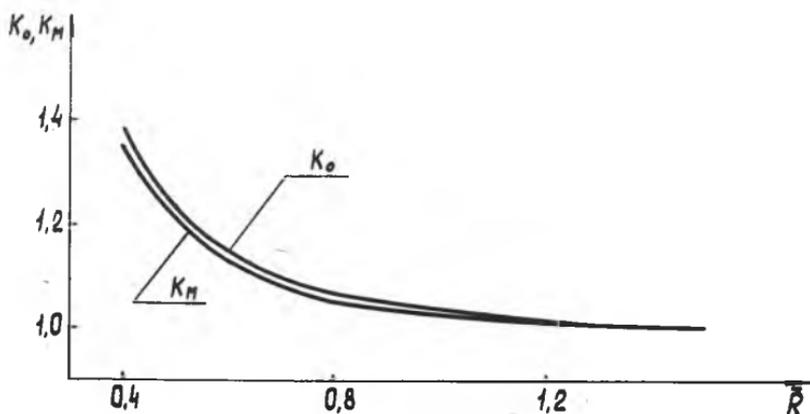


Рис. 4

На рис. 4 представлены отношения максимальных значений экспериментальных и теоретических напряжений $K_M = \frac{\sigma_M^{\text{max}}}{\sigma_T^{\text{max}}}$, $K_0 = \frac{\sigma_0^{\text{max}}}{\sigma_T^{\text{max}}}$ для различных радиусов перехода \bar{R} . Следует оговорить, что величины σ_M^{max} и σ_0^{max} можно лишь условно назвать теоретическими. Изгибающие моменты определялись из расчета пластины ступенчато-переменной без учета скругления. При подсчете же напряжений учитывалось изменение толщины пластины в зоне скругления. Для всех исследованных моделей напряжения σ^T достигали максимума на начальном участке галтели, при относительно небольшой интенсивности изменения толщины пластины, что вполне оправдывает принятую методику расчета.

Анализ графиков дает возможность сделать следующие выводы:

1. В опасной зоне значения σ_M^3 значительно превышают σ_0^3 , а величины коэффициентов K_M и K_0 практически совпадают.
2. Экспериментальные и теоретические напряжения достигают максимальных значений почти в одних и тех же точках.
3. При больших радиусах перехода \bar{R} значения коэффициентов K_M и K_0 близки к единице.

С уменьшением \bar{R} коэффициенты быстро возрастают и при $\bar{R} = 0,4$ достигают величин $K_M = 1,36$, $K_0 = 1,38$.

Л и т е р а т у р а

1. Джрелли А., Райли У. Введение в фотомеханику. "Мир", 1970.
2. Краснов В.М. О косом просвечивании в фотоупругости. В сб.:
"Поляризационно-оптический метод исследования напряжений",
Ленинградский государственный университет, 1960.