

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-

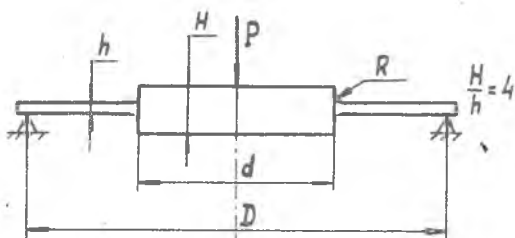


Рис. 1

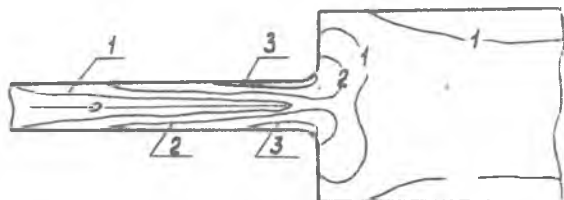
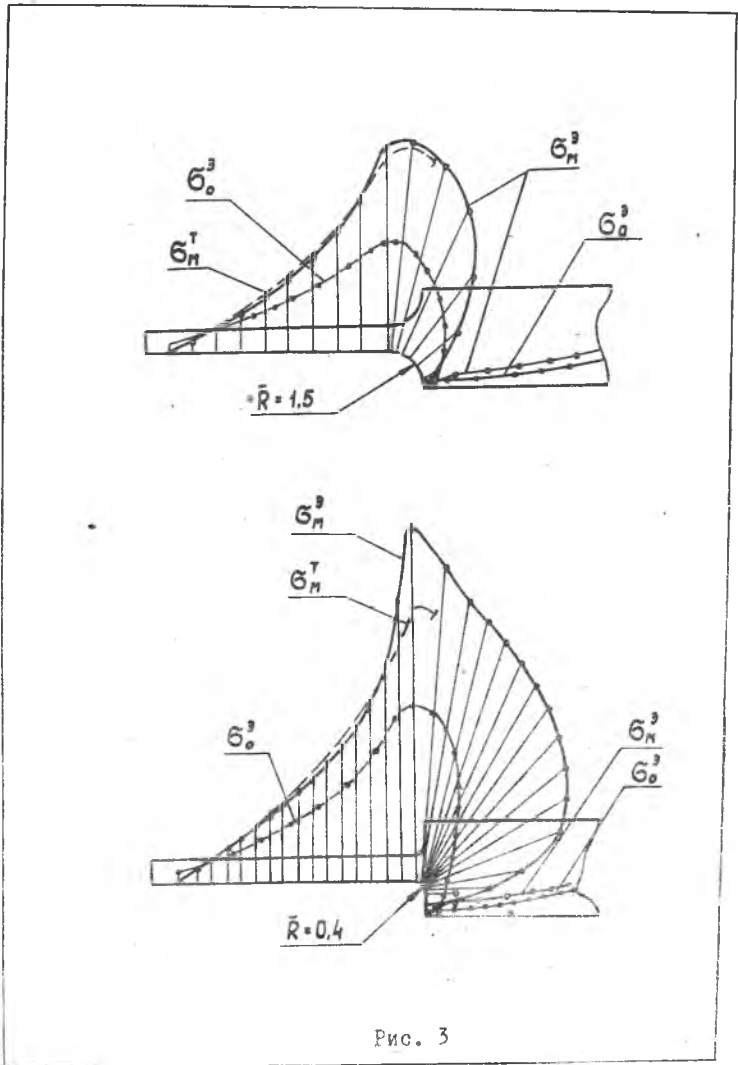


Рис. 2

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  $\sigma_m^z$ . Окружные напряжения  $\sigma_o^z$  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  $\sigma_m^z$  и  $\sigma_o^z$ , найденных с помощью основного закона фотоупругости, и теоретических напряжений  $\sigma_m^T$ , полученных интегрированием уравнений осесимметричного изгиба пластин. Нужно отметить удовлетворительное совпадение значений  $\sigma^z$  и  $\sigma^T$  на некотором удалении от переходной зоны.



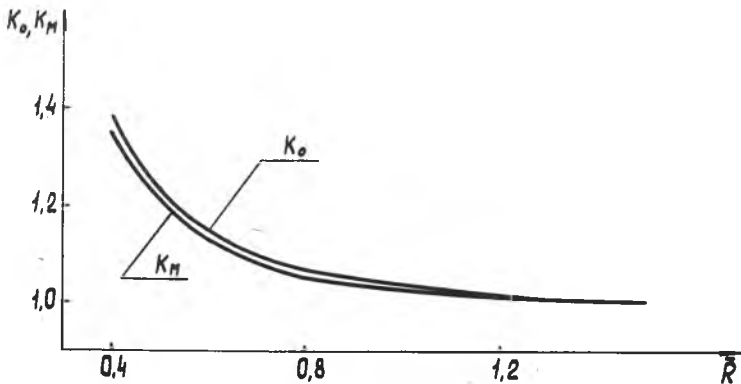


Рис. 4

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  $\sigma_M^{\text{max}}$  и  $\sigma_0^{\text{max}}$  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  $\sigma^T$  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  $\sigma_M^3$  значительно превышают  $\sigma_0^3$ , 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.