

А.И.Крюковский,  
М.М.Ревяко, канд. техн. наук (БТИ)

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В КЛЕЯХ-РАСПЛАВАХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ОБРАБАТЫВАЕМЫХ СТЕКЛЯННЫХ ЛИНЗ

В настоящее время клеи-расплавы находят широкое применение в процессе блокировки заготовок оптических деталей. При этом непрерывно совершенствуется рецептура полимерных клеев-расплавов с целью облегчения процесса наклейки оптической детали на клееное приспособление и улучшения качества этих деталей. При охлаждении наклеенной оптической детали и клееночного приспособления из-за разности термоупругих свойств стекла, клея и материала самого приспособления в этой системе возникают усилия и моменты, которые создают сложное напряженное состояние в клеевой прослойке и скрепляемых деталях.

В данной работе аналитическим методом рассчитаны технологические температурные напряжения в клее-расплаве КР-3, применяемом при креплении заготовки оптической детали к стальному клееночному приспособлению для последующей обработки заготовки оптической детали. Поверхности приспособления и детали являются сферическими поверхностями, поэтому слой клея можно представить в виде тонкой сферической оболочки постоянной толщины с радиусом кривизны  $r_0$ . Радиус сферы проходит по срединной поверхности слоя клея, толщина слоя  $h$ . Температурные поля клеевого слоя предполагаются осесимметричными относительно осей оболочки и в общем случае нестационарными:

$$T = T(\varphi, z, t),$$

где  $\varphi$  – угловая координата;  $z$  – координата, отсчитываемая от срединной поверхности клеевой оболочки;  $t$  – время.

При исследовании напряженного состояния слоя клея использовались соотношения, полученные в [1–3] для задач термоупругости тонких оболочек вращения. Тепловые деформации при осесимметричном температурном поле аппроксимируются тригонометрическими суммами при разложении функции  $T - T_0$  по угловым координатам в ряд Фурье. Граничные условия на контурах, ограничивающих оболочку, задаются двумя кинематическими факторами, характеризующими закрепление и перемещение краев клевого слоя на границах сталь – клей и стекло – клей.

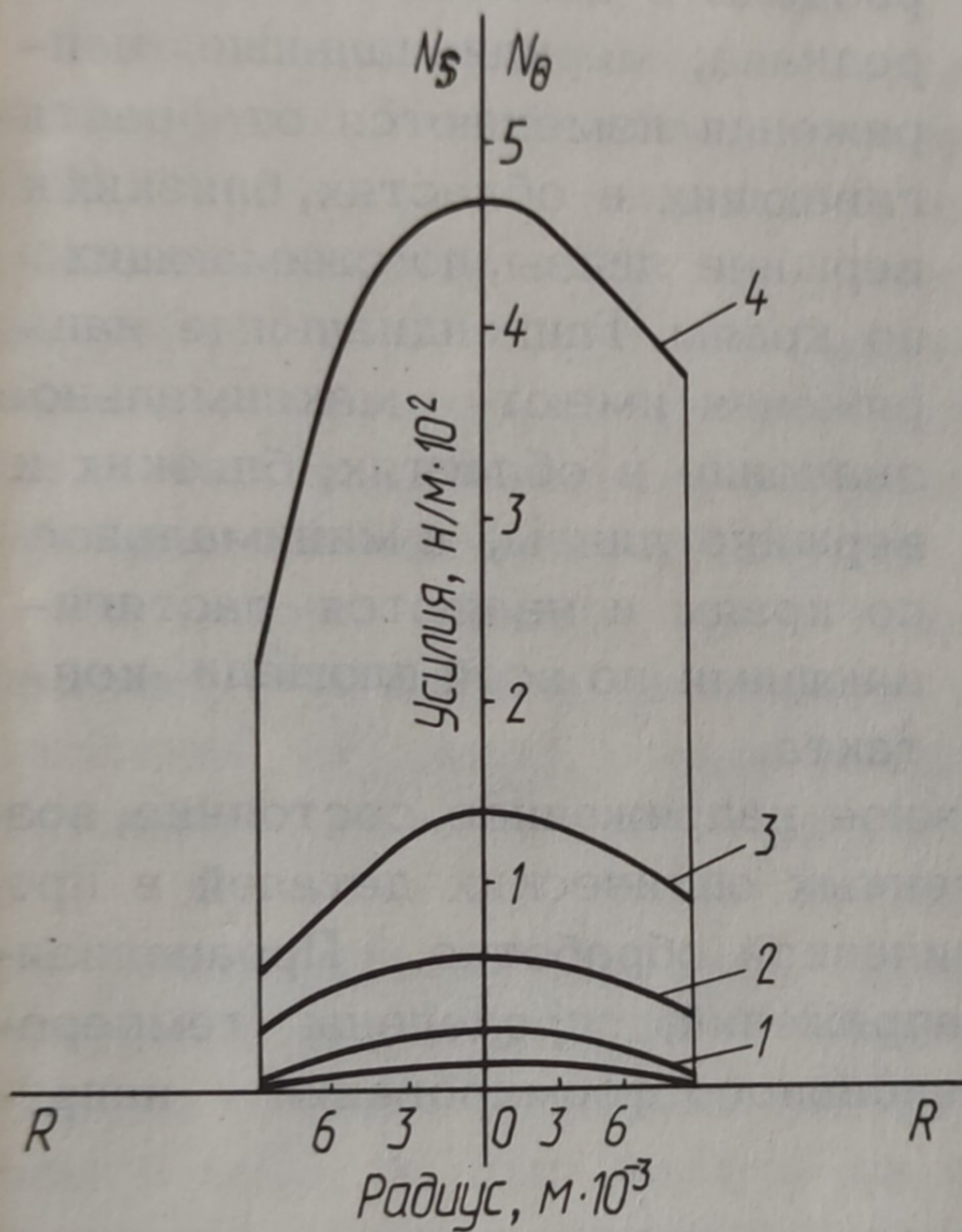


Рис. 1. Процесс формирования меридиональных  $N_s$  и тангенциальных  $N_\theta$  усилий в клеевом слое. Температурные интервалы: 1 – 323 К; 2 – 323–313; 3 – 313–303; 4 – 303–293 К.

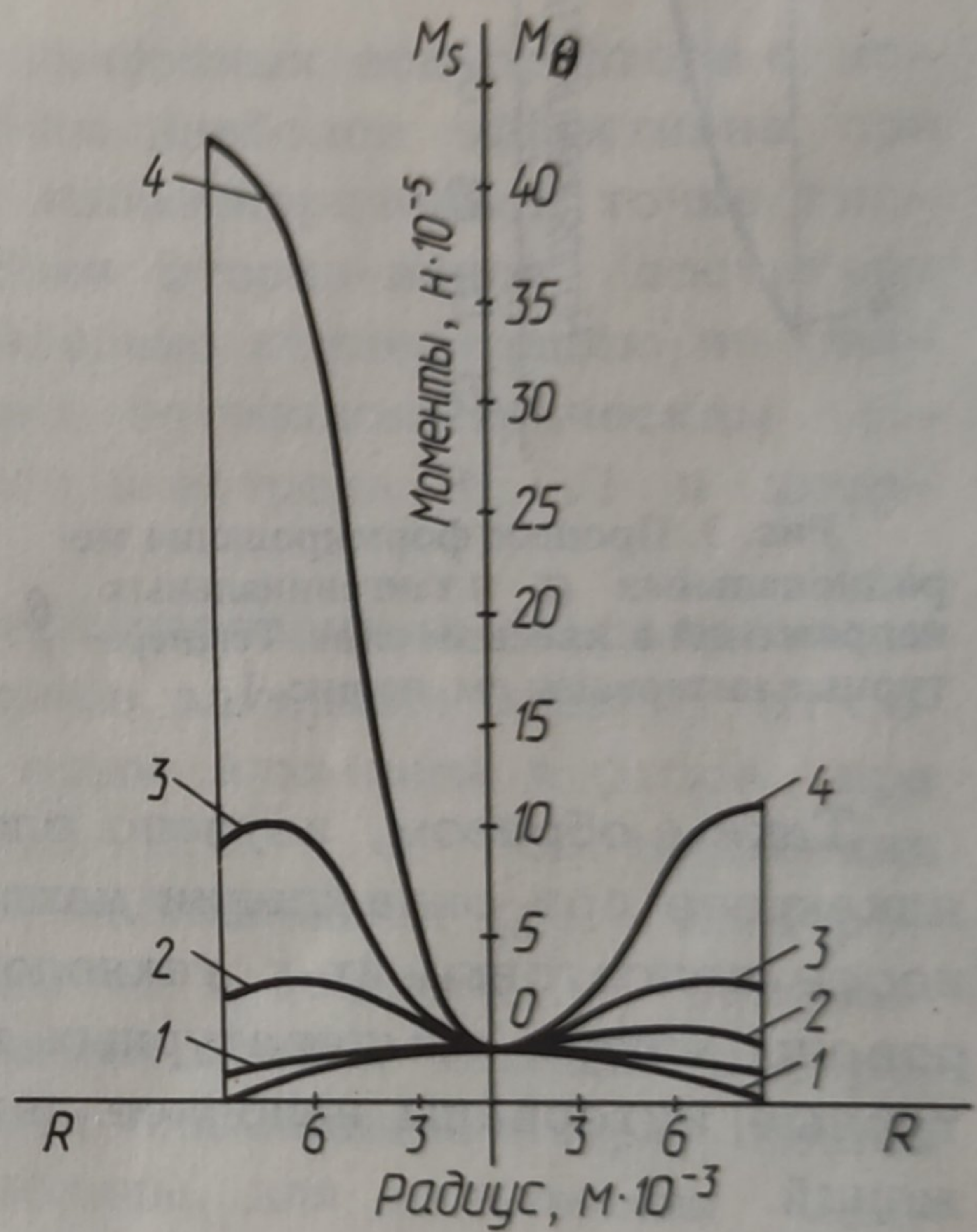


Рис. 2. Процесс формирования меридиональных  $M_s$  и тангенциальных  $M_\theta$  моментов в клеевом слое. Температурные интервалы см. на рис. 1.

Результаты расчета на ЭВМ "Мир-2" напряжений в клеевом слое в процессе охлаждения клевого соединения для конкретной линзы ( $r_0 = 0,079$  м) при толщине слоя  $h = 2,5 \cdot 10^{-4}$  м представлены на рис. 1–3.

Как следует из представленных данных, при заданных граничных условиях меридиональные и тангенциальные напряжения на границе стекло – клей КР-3 начинают интенсивно формироваться при охлаждении детали с приспособлением ниже 300 К.

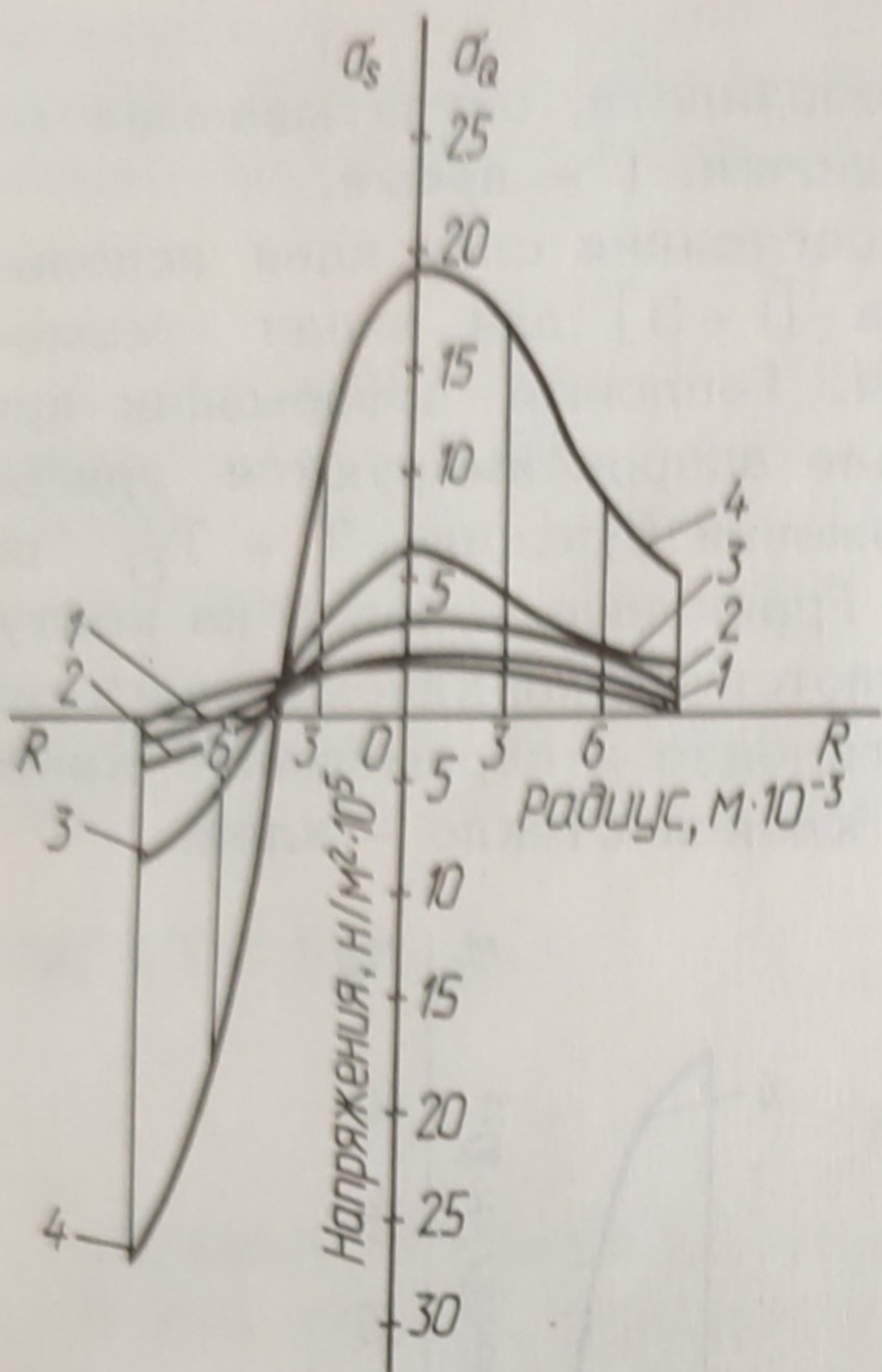


Рис. 3. Процесс формирования меридиональных  $\sigma$  и тангенциальных напряжений в клеёвом слое. Температурные интервалы см. на рис. 1.

Это связано с резким увеличением модуля упругости клея от 70 МПа при 300 К до 300 МПа при 293 К, тогда как коэффициент объемного теплового расширения уменьшается незначительно: с  $2,6 \times 10^{-4} \text{ К}^{-1}$  при 303 К до  $2,3 \times 10^{-4} \text{ К}^{-1}$  при 293 К. Эпюры меридиональных напряжений на границе клей-стекло показывают, что напряжения имеют нулевые значения на поверхности раздела в области середины меридиана; меридиональные напряжения изменяются от растягивающих в областях, близких к вершине линзы, до сжимающих по краям. Тангенциальные напряжения имеют максимальное значение в областях, близких к вершине линзы, и минимальное по краям и являются растягивающими по всей площади контакта.

Таким образом, изучено сложное напряженное состояние, возникающее при охлаждении наклеенных оптических деталей в процессе подготовки их к технологической обработке. Проанализированы эпюры температурных напряжений, определены температурные интервалы наиболее интенсивного формирования напряжений.

#### Л и т е р а т у р а

1. Коваленко А.Д. Основы термоупругости. - Киев, 1970. - 307 с.
2. Лебедев Н.Н. Специальные функции и их приложения. - М.-Л., 1963. - 358 с.
3. Новожилов В.В. Теория тонких оболочек. - Л., 1962. - 431 с.