

Л. И. М и р о н о в а (Подольск, РОНЦ МГОУ). **Модельная задача термонапряженного состояния оболочечных конструкций.**

Прочностная надежность технологической оснастки литейного производства зависит от уровня и характера распределения температурных напряжений, возникающих при взаимодействии расплавленного металла с поверхностью форм литья. Статико-геометрическая аналогия позволяет моделировать температурные напряжения в сложных элементах конструкций технологической оснастки оболочечного типа с различными отверстиями. Достоинством такой аналогии является то, что термоупругие напряжения можно определять на изотермической модели за счет ее силового нагружения, эквивалентного температурному воздействию.

Для проведения эксперимента необходимо сформулировать модельную задачу, которая должна удовлетворять математической аналогии термоупругой и статической задач оболочек. Если выписать полную систему уравнений термоупругости оболочек и систему уравнений оболочек при силовом нагружении, то можно проследить сходство этих уравнений. В уравнениях термоупругости однородными являются уравнения равновесия, а неоднородными — уравнения совместности деформации. В статике оболочек, наоборот, однородными уравнениями являются уравнения совместности, а неоднородными — уравнения равновесия. При экспериментальном моделировании термоупругой задачи приходится статическую модель нагружать внешними механическими нагрузками, эквивалентными температурному воздействию. Встает вопрос о соответствии напряженных состояний, а также о том, как по температурному полю подбирать нагрузки. Выбор граничных условий и соблюдение условия однозначности перемещений и углов поворота при новой системе координат (условие Митчелла) позволяет проводить математическую аналогию. В работе [1] подробно изложена методика моделирования термонапряженного состояния оболочечной конструкции многосвязанной области, которую можно использовать и для других соответствующих модельных систем. Для этого необходимо построить изотермическую модель, строго соблюдая граничные условия, когда свободная от нагрузок оболочка должна соответствовать модели с жестким креплением по контуру внутренней и внешней поверхностей. Неукоснительно должно соблюдаться геометрическое подобие натурального объекта и силовое подобие расчетных механических нагрузок. В соответствии с этим рабочие формулы распределенных и сосредоточенных нагрузок имеют следующий вид:

$$p_{1,2} = Q_p \frac{1}{A_{1,2}^{(T)}} \frac{\partial \chi_T}{\partial \alpha_{1,2}^{(T)}}, \quad p_n = -Q_p \left(\frac{1}{R_1^{(T)}} + \frac{1}{R_2^{(T)}} \right) \chi_T, \quad m_{1,2} = -Q_p \frac{1}{A_{1,2}^{(T)}} \frac{\partial \varepsilon_T}{\partial \alpha_{1,2}^{(T)}},$$

$$P = Q_p \oint_{\Gamma_1} \left(l_T \chi_T \nu - \frac{\partial \varepsilon_T}{\partial n} \right) dS_t, \quad M = -Q_p \frac{l_p}{l_T} \oint_{\Gamma_1} \left\{ \left[r - r_T - l_T \chi_T \nu - \frac{\partial \varepsilon_T}{\partial n} n \right] + \varepsilon_T t \right\} dS_t,$$

где $Q_p = E_p h_p l_p$.

В ходе модельного эксперимента модель-оболочка нагружается равномерным давлением, сосредоточенными силой и моментом, приложенными к жестким включениям. Осуществляется измерение деформаций $e_{1,2}^+$ и $e_{1,2}^-$ на внутренней и внешней поверхности модели и проводится пересчет их в температурные напряжения. Деформации определяются замером при помощи тензодатчиков под действием на модель механических нагрузок, соответствующих равномерному нагреву наружных T^+ и внутренних T^- волокон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов С. Д.* Актуальные задачи моделирования технологических и температурных напряжений. М.: МГОУ, 1995, 271 с.