К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ТЕРМОНАПРЯЖЕНИЙ ВАРИАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

В.И. Гладковский, В.Г. Каролинский, В.Ф.Кондратюк, А.Е.Крушевский, М.И. Сазонов

При воздействии высоких температур на деталь возникают значительные деформации последней, что чревато недопустимым изменением ее первоначальных геометрических параметров и механических свойств. В данной работе приведен алгоритм расчета термонапряжений на основе принципа Лагранжа. Этот алгоритм позволяет производить расчет конструкций сложной пространственной конфигурации.

Вариационное уравнение Лагранжа выражает собой равенство нулю работы внутренних и внешних сил на возможных перемещениях

$$\int_V (divT + \bar{K})\cdot\delta\bar{u}\,dV - \int_A (\bar{v}\cdot T - F_n)\,\delta\bar{u}\,dA = 0,$$

где T - тензор напряжений; $\bar{K}, \bar{F}_n$ - векторы объемных и поверхностных сил; $\delta\bar{u}$ - вектор возможных перемещений; $\bar{v}$ - единичный вектор нормали к поверхности тела. Вектор смещений $\delta\bar{u}$ удобно аппроксимировать стандартными степенными рядами с неизвестными постоянными коэффициентами.

При заданном законе изменения температуры на поверхности уравнения внутренних связей не будут содержать температурных членов, а обобщенные силы определяются формулами:

$$T_{jx} = \int_A Б\tau\varphi_j dA, \qquad T_{iy} = \int_A Б\tau\psi_i dA, \qquad T_{kz} = \int_A Б\tau f_k dA.$$

Если известен закон изменения температуры внутри объема, то свободные члены вариационных уравнений вычисляются по формулам:

$$T_{jx} = \int_V Б\tau \frac{\partial\varphi_j}{\partial x} dV, \qquad T_{iy} = \int_V Б\tau \frac{\partial\psi_i}{\partial y} dV, \qquad T_{kz} = \int_V Б\tau \frac{\partial f_k}{\partial z} dV.$$

где T_{jx}, T_{iy}, T_{kz} - обобщенные силы, вызываемые температурной нагрузкой; $Б = 2G\alpha\frac{1+\nu}{1-2\nu}$, ν - коэффициент Пуассона; G - модуль сдвига;

α- коэффициент линейного расширения; φ_j, ψ_g, f_d -координатные функции; V - объем, в котором приложена температурная нагрузка.

Внутренние связи в этом случае будут содержать температурные члены.

Указанные выше интегралы будут вычисляться в смысле Стилтьеса, если температурная нагрузка будет сосредоточена в точке.

Свободные члены вариационных уравнений можно вычислить через подводимую теплоту Q, которая выражается следующим образом:

$$Q = cm\tau = c\rho\Delta V\tau,$$

где с - удельная теплоемкость; m- масса элемента объема; ρ- плотность материала; τ - изменение температуры элемента объема, которая определяется так:

$$\tau = \frac{Q}{c\rho\Delta V}.$$

В этом случае формулы для обобщенных сил примут вид:

$$T_{jx} = Б \frac{Q}{c\rho\Delta V}\frac{\partial\varphi_j}{\partial x}\Delta V = \frac{БQ}{c\rho}\frac{\partial\varphi_j}{\partial x}\bigg|_{x_1,y_1,z_1}, \qquad T_{gy} = \frac{БQ}{c\rho}\frac{\partial\psi_g}{\partial y}\bigg|_{x_1,y_1,z_1},$$

$$T_{dz} = \frac{БQ}{c\rho}\frac{\partial f_d}{\partial z}\bigg|_{x_1,y_1,z_1},$$

где x_1, y_1, z_1 - координаты точки приложения температурной нагрузки. Для сравнительной оценки различных конструктивных вариантов от влияния температуры для поверхностей и для объемной нагрузки можно положить равными единице.

Изложенная методика была опробована при расчете сложных корпусных деталей, что позволило сделать вывод о ее высокой эффективности.

УЛУЧШЕНИЕ, ПУТЕМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АБС

К.Кушевски, А.Малишевски

АБС является терполимером состоящим из : акрилонитрила, бутадена, стирола. Применяется для конструкционных изделий.

Для исследований применен АБС с торговым названием cycolac (фирмы Borg-Warner Chemikalis)в форме гранулята предназначенного для