

К РАСЧЕТУ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗЛЕ ТРЕЩИН В АНТЕННЫХ ОБТЕКАТЕЛЯХ

С.Ф.Андреев

Гомельский политехнический институт им.П. О. Сухого, Беларусь

Радиопрозрачность некоторых антенных обтекателей летательных аппаратов обеспечивается узкими резонаторными отверстиями в обшивке, размеры и форма которых согласуются с заданными радиотехническими параметрами.

Нарушение сплошности среды отверстиями или включениями приводит, как известно, к появлению зоны повышенной концентрации напряжений.

Согласно обобщенной задаче Гриффитса в упругом теле образуются микротрещины, если максимальные растягивающие напряжения, вычисленные на основе линейной теории упругости, превышают величину σ_0 - предел хрупкой прочности материала. Микротрещина на контуре резонаторного отверстия представлена в расчетной модели в виде математического разреза, выходящего на границу отверстия, или криволинейным отверстием с угловой точкой возврата на контуре. В рамках механики сплошной среды такие микродефекты границы области рассматриваются как остроконечные концентраторы напряжений. Следуя гипотезе В.В. Панасюка - Л.Т. Бережницкого, направление начального распространения дефекта-трещины определяем в плоскости с максимальной интенсивностью нормальных растягивающих усилий.

Перед вершиной такого концентратора возникает более или менее развитая пластическая зона. Размер этой зоны, а также величина пластических деформаций в ней целиком контролируются коэффициентами интенсивности напряжений и свойствами материала. В задачах хрупкого и квазихрупкого разрушения распространение трещины наступает с увеличением коэффициента интенсивности до некоторого критического значения.

Ставится задача исследования коэффициентов интенсивности напряжений в зависимости от радиусов кривизн поверхности обтекателя и формы криволинейного резонаторного отверстия.

Применяя метод малых параметров, численную реализацию расчета коэффициентов сводим в каждом приближении к алгоритму последовательных решений однородных бигармонических уравнений технической теории изгиба и плоской теории упругости представленных в комплексных потенциалах

$$\lambda \Phi(\xi) + \overline{\Phi(\xi)} - \frac{\xi^{-2}}{\omega'(\xi)} \left[\omega(\xi) \cdot \overline{\Phi'(\xi)} + \overline{\omega'(\xi)} \cdot \Psi(\xi) \right] =$$

$$= \begin{cases} \frac{1}{D(1-\nu)} \left[M_\rho + iH_{\rho\varphi} + i \int_S Q_\rho dS \right] \\ N_S + iT_{\rho\varphi} \end{cases}$$

В первом цикле решается задача для гладкого контура, заданного функцией ω конформного отображения резонаторного отверстия. Во втором цикле – для заданной функцией $\omega(\xi) = \omega_*(\xi)$ контура отверстия с дефектом-трещиной. Определение положения дефекта-трещины на контуре и построение функции $\omega_*(\xi)$ проводятся в первом и втором циклах. Получив решение во втором цикле и анализируя полученные поля напряжений и деформаций, определяем по ним вид дефекта-трещины: трещина отрыва ($i=1$) или трещина сдвига ($i=2$). Компоненты тензора упругих напряжений

ний в полярной системе координат r и φ с центром в вершине микротрещины представляем в виде.

$$\tau_r^{(c)} = \frac{K_{(c)}}{\sqrt{2\pi r}} f_r^{(c)}(\varphi) + O(i)$$

$$\tau_\varphi^{(c)} = \frac{K_{(c)}}{\sqrt{2\pi r}} f_\varphi^{(c)}(\varphi) + O(i)$$

$$\tau_{r\varphi}^{(c)} = \frac{K_{(i)}}{\sqrt{2\pi r}} f_{r\varphi}^{(c)}(\varphi) + O(i)$$

где $O(i)$ - ограниченная часть компонента напряжений при $r \rightarrow 0$,

$f_r^{(i)}(\varphi), -f_\varphi^{(i)}(\varphi), f_{r\varphi}^{(i)}(\varphi)$, гармонические функции.

Комплексные коэффициенты интенсивности $K_{(ij)}$ вычисляем по формулам: для плоской задачи теории упругости -

$$K_{(1)} = 2 \frac{\varphi'(\xi_0)}{\sqrt{e^{i\varphi} \omega_*(\xi_0)}} ;$$

для технической теории изгиба пластин -

$$K_{(2)} = -\frac{12D}{h^2} (3+\nu) \frac{\varphi'(\xi_0)}{\sqrt{e^{i\varphi} \omega_*(\xi_0)}}$$

Здесь функции

$\omega_*(\xi_0)$ и $\varphi'(\xi_0) = \frac{\Phi(\xi_0)}{\omega_*(\xi_0)}$ определены на единичной окружности в точке $\xi = \xi_0$

соответствующей угловой точке возврата на контуре дефекта-трещины.

Литература

С.Ф. Андреев, В.Г. Пинчук «К задаче о начальном дефекте типа трещины в оболочке с отверстием», материалы МНТК «Современные проблемы машиноведения», Гомель 1996г.

Изгиб тонких пластин с дефектами типа трещин. /Бережницкий Л.Т., Делявский М.В., Панасюк В.В.-Киев, Навук. Думка. 1979г.

?, ..., ..