УДК 620.171.3

О. Шкодзінський, Г. Козбур
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ОСЕСИМЕТРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ, НАВАНТАЖЕНОЇ ВНУТРІШНІМ ТИСКОМ q ТА РОЗТЯГУЮЧИМ ЗУСИЛЛЯМ N

Навантаження внутрішнім тиском q.

Авторами було розглянуто осесиметричну оболонку товщини h, навантажену внутрішнім тиском q. Згідно допущень безмоментної теорії, отримано два рівняння рівноваги елемента, відсіченого двома широтними та двома меридіональними перерізами:

$$\frac{\sigma_m^q}{\rho_m}+\frac{\sigma_t^q}{\rho_t}=\frac{q}{h}\left(1-\frac{h}{2\rho_t}\right)\left(1-\frac{h}{2\rho_m}\right), \tag{1}$$

$$\sigma_m^q=\frac{q\rho_t}{2h}\left(1-\frac{h}{2\rho_t}\right)^2, \tag{2}$$

де σ_m^q і σ_t^q –напруження, викликані дією внутрішнього тиску q, меридіональне та широтне відповідно, ρ_m і ρ_t меридіональний та широтний радіуси кривизни оболонки. Для тонкостінних оболонок при $\frac{h}{\rho_t}\to 0$, $\frac{h}{\rho_m}\to 0$ із умови (1) отримуємо рівняння Лапласа $\frac{\sigma_m}{\rho_m}+\frac{\sigma_t}{\rho_t}=\frac{q}{h}$.

Навантаження внутрішнім тиском q та розтягуючим в меридіональному напрямку зусиллям N.

Із врахуванням дії розтягуючого зусилля N для меридіональних напружень отримаємо:

$$\sigma_m=\sigma_m^q+\sigma_m^N,$$

де $\sigma_m^N=\frac{N\sin\alpha}{2\pi\rho_t h}$ – складова меридіонального напруження, викликана дією розтягуючого зусилля, α – кут, утворений віссю оболонки і нормаллю до елемента оболонки.

Беручи за основу критерій максимального навантаження Дорна, отримано дві умови стійкості процесу пластичного деформування осесиметричної оболонки із врахуванням великих залишкових деформацій:

$$\sigma_t=C_1\cdot\frac{\left(\varepsilon_t+1\right)^{\nu}\left(\varepsilon_t+\dfrac{1-\frac{\nu}{2}-\frac{\mu}{2}}{1-\frac{\nu}{2}+\frac{\mu}{2}(n+1)}\right)^{\frac{\left(1-\frac{\nu}{2}\right)(1-\nu)}{1-\frac{\nu}{2}-\frac{\mu}{2}(n+1)}}}{\varepsilon_t-\dfrac{1}{n+1}},\qquad \sigma_m=C_2\cdot\frac{\varepsilon_m+\dfrac{1-\frac{\nu}{2}}{1-\frac{\nu}{2n}}}{\left(\varepsilon_m+\dfrac{1-\frac{\nu}{2}-\frac{1}{2k}}{1-\frac{\nu}{2n}-\frac{1}{2k}}\right)\left(1+\frac{1}{n}\varepsilon_m\right)\left(1-\frac{n+1}{n}\varepsilon_m\right)},$$

де C_1, C_2 – сталі інтегрування, $\nu=\frac{\rho_t}{\rho_m}$, $\mu=\frac{h}{\rho_t}$.