

## УЗАГАЛЬНЕННЯ МЕТОДІВ ЗМІННИХ ПАРАМЕТРІВ ПРУЖНОСТІ ТА ДОДАТКОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ НА ВИПАДОК ЗНАКОЗМІННИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Фізичні співвідношення деформаційної теорії термопластичності при знакозмінних навантаженнях можна записати в такому вигляді

$$\tilde{e}_{ij} = \frac{\tilde{\psi}}{2G} \tilde{s}_{ij}, \quad \tilde{\psi} = 3G \frac{\tilde{\varepsilon}_i}{\tilde{\sigma}_i}, \quad (1)$$

$$\tilde{s}_{ij} = s_{ij} - \frac{G}{G_m} s_{ij}^{(m)}, \quad \tilde{e}_{ij} = e_{ij} - e_{ij}^{(m)}, \quad s_{ij} = \sigma_{ij} - \delta_{ij} \sigma_0, \quad e_{ij} = \varepsilon_{ij} - \delta_{ij} \varepsilon_0, \quad \sigma_0 = \frac{1}{3} \sigma_{ii}, \quad \varepsilon_0 = \frac{1}{3} \varepsilon_{ii},$$

$$e_{ij} = e_{ij}^e + e_{ij}^p, \quad e_{ij}^e = \frac{1}{2G} s_{ij}, \quad \varepsilon_0 = \varepsilon_0^e + \varepsilon_0^T; \quad \varepsilon_0^e = \frac{\sigma_0}{K}, \quad \varepsilon_0^p = 0, \quad \varepsilon_0^T = \alpha_i (T - T_0), \quad \tilde{\varepsilon}_i = \tilde{\varepsilon}_i^e + \tilde{\varepsilon}_i^p \quad (2)$$

$$\tilde{\sigma}_i = \sqrt{\frac{3}{2} \tilde{s}_{ij} \tilde{s}_{ij}}, \quad \tilde{\varepsilon}_i = \sqrt{\frac{2}{3} \tilde{e}_{ij} \tilde{e}_{ij}}, \quad \tilde{\varepsilon}_i^e = \sqrt{\frac{2}{3} (e_{ij}^e - e_{ij}^{e(m)}) (e_{ij}^e - e_{ij}^{e(m)})},$$

$$\tilde{\varepsilon}_i^p = \sqrt{\frac{2}{3} (e_{ij}^p - e_{ij}^{p(m)}) (e_{ij}^p - e_{ij}^{p(m)})}$$

де індексом  $m$  позначені величини, які були зафіксовані в даному елементі тіла в момент початку останнього розвантаження. Вважається, що існує залежність  $\tilde{\sigma}_i = \tilde{\Phi}(\tilde{\varepsilon}_i, T)$ , яка не залежить від виду напруженого стану і може бути визначена експериментально при деформуванні циліндричних зразків в області повторних пластичних деформацій при різних температурах.

Узагальнюючи відомий метод змінних параметрів пружності на випадок знакозмінних навантажень, приходимо до таких залежностей

$$\tilde{e}_{ij}^{(k)} = \frac{1}{2G^{*(k)}} \tilde{s}_{ij}^{(k)}, \quad G^{*(1)} = G, \quad G^{*(k+1)} = \frac{\Phi(\tilde{\varepsilon}_i^{(k)}, T)}{3\tilde{\varepsilon}_i^{(k)}}. \quad (3)$$

Процес послідовних наближень згідно методу додаткових деформацій здійснюємо за формулами

$$\tilde{e}_{ij}^{(k)} = \frac{1}{2G} \tilde{s}_{ij}^{*(k)} + \tilde{e}_{ij}^{p(k-1)}, \quad \tilde{\varepsilon}_i^{(k)} = \tilde{\varepsilon}_i^{p(k-1)} + \frac{\tilde{\sigma}_i^{*(k)}}{3G},$$

$$\tilde{e}_{ij}^{p(k)} = e_{ij}^p - e_{ij}^{p(m)} = \frac{\tilde{\psi}^{(k)} - 1}{\tilde{\psi}^{(k)}} \tilde{e}_{ij}^{(k)}, \quad \tilde{\psi}^{(k)} = 3G \frac{\tilde{\varepsilon}_i^{(k)}}{\Phi(\tilde{\varepsilon}_i^{(k)}, T)}. \quad (4)$$

Тут, як і в попередньому методі, потрібно ітераційний процес починати спочатку для тих елементів тіла, в яких пластичне деформування змінилося на пружне розвантаження, причому в якості компонент  $e_{ij}^{p(0)}$  слід брати компоненти пластичної деформації, які були зафіксовані в даному елементі тіла в момент початку останнього розвантаження в ньому.