

В роботі розглядається оцінка пошкоджуваності конструкційних матеріалів при експлуатаційних навантаженнях за додатковими змінами лінійних і кутових деформацій, які викликані структурними змінами в матеріалі за рахунок кінетики накопичення розсіяних пошкоджень.

В роботі отримані функції часу експлуатації об'єктів за додатковими осьовими і кутовими деформаціями викликаними розпушенням матеріалу за рахунок кінетики накопичення розсіяних пошкоджень, які виражаються відношеннями:

$$f(t_\sigma) = n_\sigma \sqrt[\alpha]{\frac{1-(1-D_{\sigma_i})^2}{1-(1-D_{\sigma_R})^2}}; \quad f(t_i) = n_\tau \sqrt[\beta]{\frac{1-(1-D_{\tau_i})^2}{1-(1-D_{\tau_R})^2}}; \quad (1)$$

де $f(t_\sigma) = \left(\frac{t_i}{t_R}\right)^{n_\sigma}$; $f(t_\tau) = \left(\frac{t_i}{t_R}\right)^{n_\tau}$; $n_\sigma; n_\tau$ - коефіцієнти показникової функції, які визначаються кінетикою накопичення пошкоджень в матеріалі і залежить від його пластичних властивостей;

$D_{\sigma_i} = 1 - \sqrt[1-\varphi_\sigma]{\left(\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_R}\right)^\alpha}$; $D_{\tau_i} = 1 - \sqrt[1-\varphi_\tau]{\left(\frac{\gamma_i}{\gamma_R}\right)^\beta}$; - кінетика накопичення пошкоджень відповідно при

осьовому навантаженні D_{σ_i} та при зсуві (крученні) D_{τ_i} ; $\varphi_\sigma = \frac{E_0 - \tilde{E}_R}{E_0}$; $\varphi_\tau = \frac{G_0 - \tilde{G}_R}{G_0}$ - коефіцієнти,

які характеризують глибину зміни модулів пружності при осьовому навантаженні та зсуві (крученні) $E_0; G_0; \tilde{E}_R; \tilde{G}_R$ - початкові та кінцеві модулі пружності матеріалів при руйнуванні; $\alpha; \beta$ - параметри, які характеризують пластичні властивості матеріалів відповідно, при осьовому навантаженні та при зсуві (крученні); $\varepsilon_i; \gamma_i$ - поточні відносні величини осьових і кутових деформацій, та їх величини в момент руйнування – $\varepsilon_R; \gamma_R; D_{\sigma_R}; D_{\tau_R}$ - граничні величини пошкоджуваності в матеріалі при осьовому навантаженні та зсуві (крученні) в момент руйнування; $t_i; t_R$ - відповідно поточний час експлуатації об'єкту та час запланований до руйнування

В роботі приведені порівняння експериментальних і теоретичних результатів кінетики накопичення пошкоджень за залишковими лінійними і кутовими деформаціями та представлені результати прогнозувань ресурсу роботи об'єктів з відповідних матеріалів, які враховують кінетику накопичення пошкоджень при напруженні.

УДК 539.3

Трубачев С.І. к.т.н, доц., Колодежний В.А. ст. викл.

НТУУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

КОЛИВАННЯ ТРИШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ОСНОВІ УТОЧНЕНОЇ ТЕОРІЇ

Тришарові конструкції широко впроваджуються в промисловості, тому дослідження міцності та надійності таких конструкцій є актуальною задачею. При розрахунку тришарових моделей дуже часто використовують моделі деформування на основі гіпотез Кірхгофа-Лява, Тимошенка або ламаної лінії. В даній роботі подальше уточнення деформацій поперечного зсуву та стиску заповнювача було враховано за допомогою більшого числа членів розкладу дотичних та нормальних переміщень. Дотичні переміщення розподіляються за кубічною параболою, а прогин – за квадратичною. Внаслідок складної геометричної форми тришарових пластинчато-оболонкових систем, умов закріплення та навантаження аналітичні методи розрахунку не завжди є ефективними, тому доцільно застосовувати чисельні методи розрахунку. В представленій роботі використовується метод,

що базується на варіаційно-сітковому підході. При цьому нескінченномірний простір допустимих функцій замінюється скінченномірним шляхом дискретизації об'єкта, що досліджується, на скінченне число підобластей та апроксимації шуканих функцій в цих підобластях. Для шарованих пластинчато-оболонкових систем в якості базової підобласті використовується трикутний тришаровий елемент, в якому на відміну від інших моделей застосовуються різні апроксимації переміщень за шарами. Переміщення в тонких несучих шарах апроксимуються лінійними та неповним кубічним поліномами, а для заповнювача приймається гіпотеза про кубічний розподіл переміщень за товщиною. Використання даної моделі дає можливість визначити напружено-деформований стан як кожного шару окремо, так і всього пакету в цілому. Розроблена модель дає можливість проаналізувати напружено-деформований стан при різних граничних умовах для кожного з шарів та для всього пакета в цілому. При дослідженні міцності авіаційних конструкцій, що знаходяться під дією вібраційних навантажень, основна складність полягає у визначенні спектру власних частот і форм коливань. В роботі для визначення спектру власних частот та форм коливань пропонується використовувати метод підвищення жорсткостей, який оснований на використанні мінімакських властивостей функціонала Релея-Рітца та однозначності спектрального розкладу лінійного оператора. Даний метод є найбільш ефективним та економічним методом з точки зору обчислювальних ресурсів порівняно з традиційним методом, в якому кожна наступна форма і частота знаходиться шляхом мінімізації на підпросторі, що ортогональний всім попереднім знайденим власним векторам. Для мінімізації отриманого на основі використання метода підвищення жорсткостей функціоналу використовувався ітераційний метод покоординатного спуску, застосування якого дозволяє запобігти проблемам, що пов'язані з формуванням, оперуванням та зберіганням глобальних матриць мас та жорсткостей. Слід підкреслити, що метод підвищення жорсткостей дозволяє визначити весь спектр власних частот і форм коливань, включаючи кратні, що важливо при розв'язуванні задачі о вимушених коливаннях механічних систем. При розрахунку вимушених коливань шукані функції розкладаються в ряд Фур'є за власними формами коливань. Зовнішнє та внутрішнє в'язке тертя може бути враховано за умови, що матриця демпфування пропорційна матриці жорсткості або матриці мас. Даний підхід був реалізований для визначення динамічних характеристик шарованих авіаційних панелей, в яких в якості заповнювача вибирався фторопласт, а для тонких несучих шарів – сплав Д16Т. Як тестова була розглянута тришарова конструкція на основі моделі Вінклера.

УДК 621.951.4

Дашенко А.Ф., д.т.н., проф., Лимаренко А.М., к.т.н., доц, Стаканов А.Д., бакалавр
Одесский национальный политехнический университет, г.Одесса, Украина

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ФІКСАЦІЇ ПЕРЕЛОМІВ ПЕРЕДПЛІЧЧЯ

В сучасних умовах одним із достовірних методів дослідження різноманітних конструкцій в медицині і в інших галузях людської життєдіяльності, є метод комп'ютерного моделювання, або комп'ютерний експеримент, основу якого складають чисельні методи. Чисельний аналіз дозволяє розраховувати різноманітні варіанти конструктивного виконання досліджуваного об'єкту і різноманітні комбінації навантажень. Актуальність обраної теми дослідження – проблеми лікування хворих з переломами кісток передпліччя – визначається недостатньою досконалістю пристроїв та відповідним їм способам лікування.