КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ТА РУЙНУВАННЯ ПЛАСТИН З НАДРІЗАМИ

Бреславський Д.В., Грошевий М.О., Татарінова О.А., Хорошун А.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Комп'ютерне моделювання елементів конструкцій сучасного авіаційного та енергетичного машинобудування, які працюють при високих температурах, потребує створення, верифікації та імплементації до програмного забезпечення нових рівнянь стану, що відповідають особливостям роботи нових матеріалів. Такі рівняння стану мають бути придатними до застосування у поширених програмних комплексах, насамперед скінченноелементного аналізу, та відповідати вимогам фізичної обґрунтованості, незалежності від систем координат та іншим. Доповідь присвячено опису шляхів побудови рівнянь стану до опису високотемпературної повзучості й пов'язаного з нею накопичення прихованої пошкоджуваності з використанням некласичних підходів та їхнього використання при комп'ютерному моделюванні.

Розглянуто два типи підходів до отримання рівнянь стану. Перший з них ґрунтується на комп'ютерному аналізі зображень мікроструктури зразків з відповідного металу або сплаву. Метод побудовано на виділенні фрагментів структури матеріалу зі властивостями, які відповідають якісним змінам у процесі деформування та накопичення прихованих пошкоджень. Як приклад розглянуто деформування при повзучості жароміцного сплаву CMSX-4 з поточним аналізом розмірів γ-фази в структурі матеріалу.

Другий підхід побудовано на використанні експериментальних даних щодо істотно більшого впливу малих значень діючих напружень на великих проміжках часу, який пов'язаний з процесами високотемпературного старіння, окислення та подібних до таких. Експериментально отриману криву довготривалої міцності з різними ділянками, що відповідають різним механізмам накопичення прихованих пошкоджень, обробляють з використанням нелінійної залежності від рівня напружень. Отриманий вираз використовується при формулюванні еволюційного рівняння для параметру пошкоджуваності.

Розроблені рівняння імплементовано до програмного забезпечення, яке використовує різницеві методи інтегрування нелінійних задач зі скінченноелементною апроксимацією розв'язків на кожному кроці за часом [1]. Як приклад розглянуто деформування різних типів пластин з надрізами, які моделюють поведінку навантажених зразків при експериментальному дослідженні. Обговорюються отримані при розрахунковому аналізі розподіли напружень, деформацій та параметрів пошкоджуваності за пластинами.

Література:

1. Бреславський Д.В. Проектування та розробка скінченноелементного програмного забезпечення / Д.В. Бреславський, Ю.М. Коритко, О.А. Татарінова. – Харків, «Підручник НТУ «ХПИ», 2017. – 232 с.