

УДК 539.3

С.І. Федак к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОДЕЛЮВАННЯ СТИБКОПОДІБНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ МСЕ

S.I. Fedak, Ph.D.; Assoc. Prof.

SIMULATION OF STEP-LIKE DEFORMATION USING FEM

Для прогнозування стрибкоподібної деформації використано програмний комплекс ANSYS, математична основа якого є метод скінченних елементів (МСЕ). Створено двовимірну розрахункову модель, яка дозволяє досліджувати структурну неоднорідність на процеси деформування та руйнування матеріалів. Розрахункова модель складається з двох матеріалів – пластичної матриці та крихких включень, що розміщені в матриці згідно ймовірнісного двовимірного нормального закону розподілу. Розрахунки проводили у пружно-пластичній постановці, з використанням ітераційного обчислення приросту деформацій і перерозподілу поля напружень у матриці та включеннях.

Розрахунки для моделі зі 100 включеннями показали, що за навантаження номінальними напруженнями до 229 МПа критичні напруження руйнування у включеннях і матриці не виникали. На діаграмі деформування, що паралельно відтворювалась з кожним кроком ітерацій, стрибків деформації не спостерігали. При прикладанні до розрахункової моделі напруження 229 МПа відбулося руйнування включень з найбільшим коефіцієнтом форми $\alpha_1=43,5$. Внаслідок руйнування отримали два включення з коефіцієнтами форми, що вдвічі менші за початковий і належать діапазону $\alpha_8=22,5$. На діаграмі деформування спостерігали виникнення першого стрибка деформації.

Руйнування наступного включення (з коефіцієнтом форми $\alpha_2=40,5$) відбулося при навантаженні 230 МПа. В результаті утворилось два включення з коефіцієнтами форми, що належать діапазону $\alpha_9=19,5$. На діаграмі деформування з'явився ще один стрибок деформації. Включення з коефіцієнтом форми $\alpha_3=37,5$ зруйнувалось при прикладанні до моделі навантаження 235 МПа. Натомість виникло два включення з коефіцієнтом форми, які належать діапазону $\alpha_9=19,5$. На діаграмі деформування виник наступний стрибок деформації. Руйнування включень відбувається подібним чином і за наступних кроків навантаження. Необхідно відмітити, що спочатку руйнуються включення з найбільшим коефіцієнтом форми, потім включення з меншим коефіцієнтом форми, і т.д. При наявності декількох включень, з однаковим коефіцієнтом форми, для яких виконується умова руйнування, розтріскування їх відбувається одномоментно. Для того, щоб відтворити діаграму деформування, до розрахункової моделі прикладали ітераційно з кроком 1 МПа напруження від 229 МПа до 345 МПа. Такий невеликий ітераційний крок необхідний для точного відтворення діаграми деформування та правильного визначення моменту руйнування включень. Вибір мінімального значення прикладених навантажень (229 МПа) пов'язаний із початком руйнування включень у моделі. Обмеження максимального значення навантажень, що прикладаються до моделі, (345 МПа) визначається механічними характеристиками змодельованого композитного матеріалу.