



РОЗРАХУНОК КОМПОЗИТНИХ МАШИНОБУДІВНИХ МАТЕРІАЛІВ З ДЕФЕКТАМИ ТИПУ РОЗШАРУВАННЯ

Трубачев С.І., к.т.н., доц., Кривова С.Г., к.т.н., ст.викл.

НТУУ “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Сучасне машинобудування ставить завдання створення та використання матеріалів з поліпшеними експлуатаційними показниками. На відміну від традиційних (ізотропних) матеріалів композиційні матеріали мають підвищену міцність, корозійну стійкість, зносостійкість, підвищену довговічність.

Композиційні матеріали шаруватої структури, володіючи високою міцністю, досить чутливі до дефектів типу розшарування, що з'являються в процесі їх виготовлення та експлуатації. Таким чином, розробка науково обґрунтованих алгоритмів і методів розрахунку машинобудівних виробів з композиційних матеріалів з дефектами є актуальною задачею.

У даній роботі розглядаються задачі стійкості тонкостінних пластин при наявності дефектів типу розшарувань. Об'єктом дослідження є пластина, яка має локалізовані області міжшарових дефектів у вигляді наскрізного прямокутного відшарування. Завдання вирішені з урахуванням геометричної нелінійності за допомогою енергетичного підходу. Використання енергетичного підходу дозволяє отримати явні аналітичні вирази для величин, що характеризують критичне навантаження і закритичну поведінку розшаруватої частини.

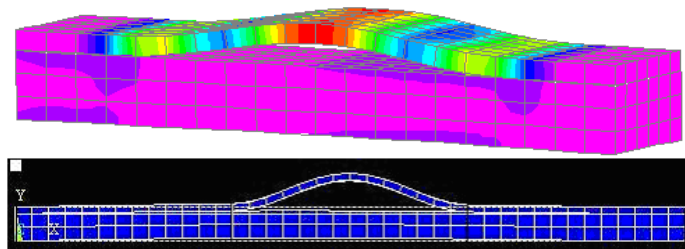


Рис.1 Локальна форма випинання

Локальне випинання - вид втрати стійкості – лише розшарування верхньої частини, коли нижня і основна частини пластини залишаються плоскими. Локальна втрата стійкості є основним видом руйнування при стискуванні шаруватих композиційних матеріалів з дефектами типу тонких розшарувань.

На прикладі одномірної моделі тонкого наскрізного розшарування прямокутної форми, що має місце в пластині, досліджено поведінку дефекту з урахуванням геометричної нелінійності. Отримано явні аналітичні вирази для величин, що характеризують поведінку розшарованої частини.

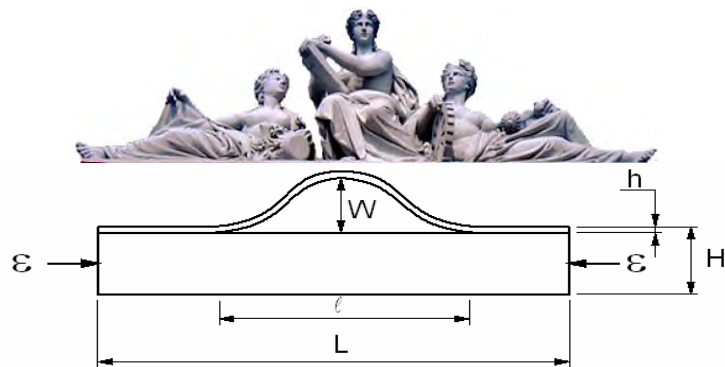


Рис.2 Розрахункова схема пластини з дефектом типу розшарування.

Елемент конструкції являє собою пластину (рис.2) довжиною L , висотою H і одиничної ширини. Є єдине розшарування довжиною l розташоване на глибині h , жорстко затиснено по краях. Власна функція задається у вигляді характеризуючого кута нахилу дотичної до пружної лінії:

$$\vartheta_1(x) = \sin(2\pi x / l)$$

Розв'язок нелінійної задачі представлено виразом:

$$\vartheta(s) = \alpha \vartheta_1(s)$$

З умови стаціонарності повної потенціальної енергії $\frac{\partial \dot{Y}}{\partial \alpha} = 0$ отримана залежність між прогином в центрі розшарування α і зовнішнім навантаженням P .

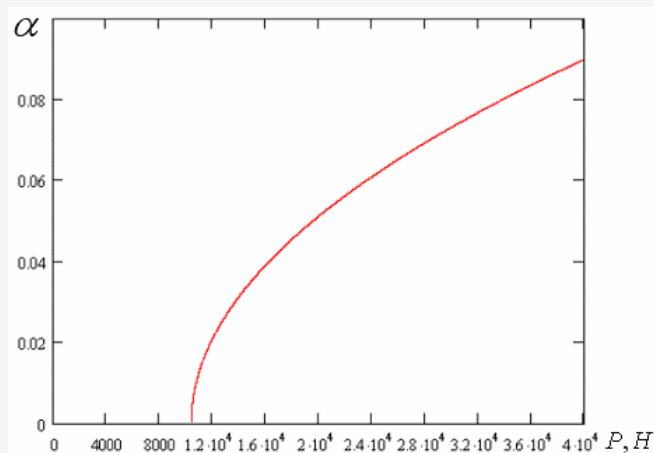


Рис.3 Аналітичний розрахунок закритичної поведінки дефекту типу розшарування

Висновок: Удосконалено одномірну модель розрахунку стійкості наскрізних дефектів прямокутної форми в пластині з урахуванням геометричної нелінійності.