

УДК 670.191.33

Сташків М., к.т.н., доц.; Цьонь О.П., к.т.н., доц.; Бортник І.М., ас.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ КРАЙОВОЇ ПОПЕРЕЧНОЇ ТРІЩИНИ ПРИ ЗГІНІ ТОНКОСТІННОГО ЕЛЕМЕНТА ВІДКРИТОГО ПРОФІЛЮ

Stashkiv M., Ph.D., Assoc. Prof.; Tson O., Ph.D., Assoc. Prof.; Bortnyk Ig., As.

MODELING OF THE EDGE - CRACK PROPAGATION IN THE THIN- WALLED C-ELEMENT UNDER BENDING

При конструюванні машин та споруд широко застосовуються тонкостінні елементи з різноманітною формою поперечного перетину. Такі елементи досить часто мають конструктивні чи технологічні концентратори напружень, які в умовах експлуатації приводять до накопичення пошкоджень та утворення тріщин.

При моделюванні напружено - деформованого стану тонкостінного елемента з тріщиною методом скінчених елементів (МСЕ), для отримання достовірних результатів необхідно забезпечити побудову адекватної моделі з ефективною сіткою скінчених елементів, наприклад, за методикою, запропонованою у [1].

Мета роботи – побудувати модель розвитку крайової тріщини у тонкостінному елементі типу швелера засобами програмного комплексу ANSYS Workbench Academic.

Об’єкт дослідження – коефіцієнт інтенсивності напружень (КІН) у вершині крайової поперечної тріщини, що поширюється у швелері при чистому згині.

Моделювали тонкостінний елемент довжиною 500 мм з розмірами поперечного перетину 100×50×5 мм при дії згинального моменту $M_{z2} = 1000$ Н·м (рис. 1, а), що створює у бездефектному профілі швелера нормальні напруження $\sigma \approx 35$ МПа (рис.1, б).

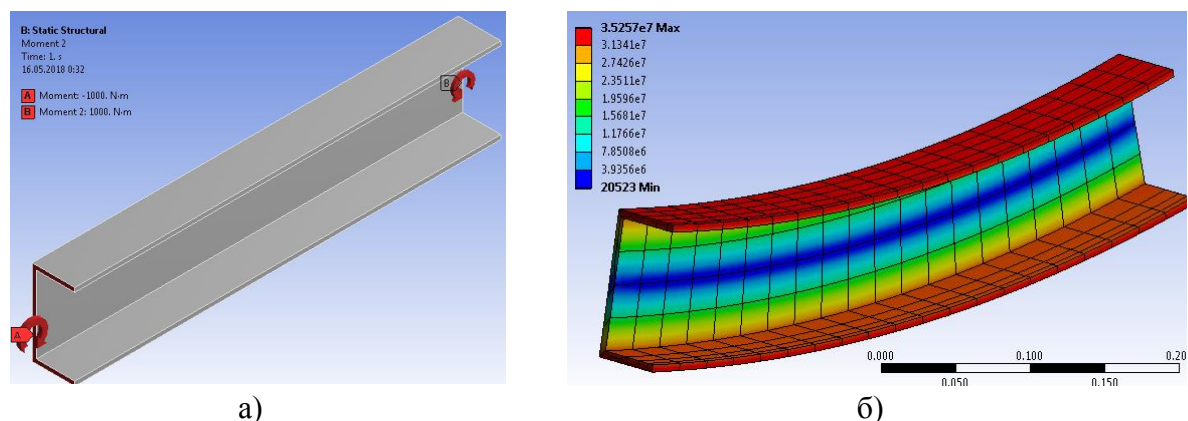


Рис. 1. Схема навантаження та деформації модельованого зразка

Довжину тріщини L задавали з кроком 5 мм при поширенні у полиці швелера (від 5 до 45 мм) та з кроком 10 мм при поширенні тріщини у стінці (від 55 до 105 мм).

При моделюванні прийнято наступні обмеження: тріщина поширюється строго ортогонально до осі елемента і напружений стан у її вершині визначається лише КІН нормального відриву K_I ; впливом тріщини на характер деформації швелера нехтуємо (вважаємо, що тонкостінний елемент постійно знаходиться під дією чистого згину).

Для моделювання крайової тріщини засобами ANSYS Workbench Academic застосовано опцію Pre-Meshed Crack. Для створення сітки скінчених елементів застосовано метод MultiZone. Розмір гексагональних елементів глобальної сітки - 25 мм (рис. 2, а). Для побудови локальної сітки у вершині тріщини застосовано метод Virtual Topology (рис. 2, б), а фронт тріщини розбито на 15 ділянок. Розміри елементів локальної сітки - 0,5...2,5 мм.

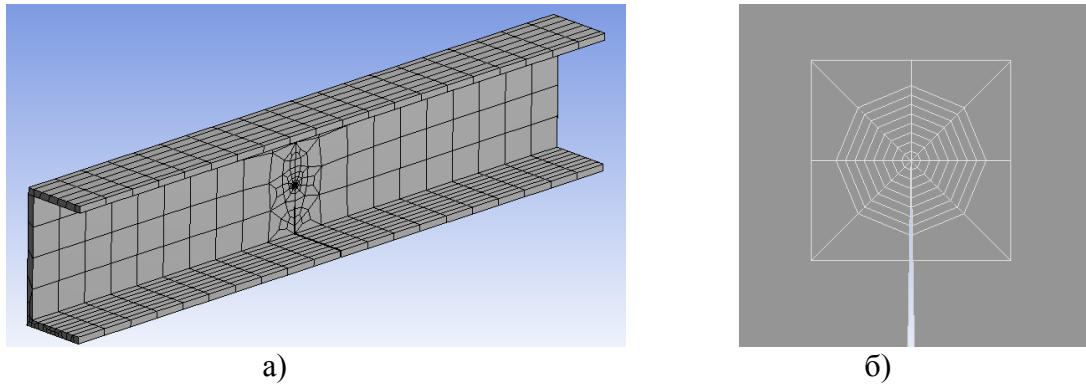


Рис. 2. Моделювання швелера з крайовою поперечною тріщиною

Результати розрахунку КІН нормального відриву K_I в залежності від довжини тріщини L при її поширенні у тонкостінному швелерному профілі, подано у таблиці.

L , мм	5	10	15	20	25	30	35	40	45	55	65	75	85	95	105
K_I , МПа $\sqrt{м}$	4.5	6.4	8.1	9.4	10.9	12.4	13.7	15.2	16.7	22.3	27.4	33.7	42.5	55.8	77.9

Проведено порівняння результатів імітаційного моделювання (точки) поширення тріщини у тонкостінному швелерному профілі з результатами математичного моделювання (лінія) [2] (рис. 3).

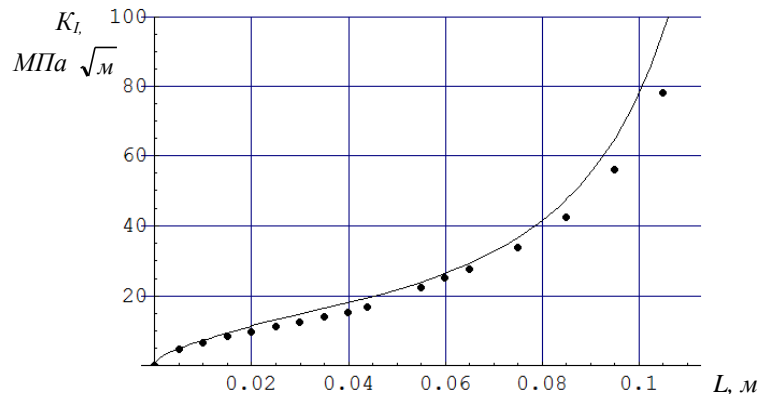


Рис. 3. Порівняння результатів математичного та імітаційного моделювання тонкостінного швелера з крайовою поперечною тріщиною

Результати моделювань досить добре узгоджуються між собою. Розбіжність між значеннями КІН нормального відриву K_I , отриманими при імітаційному та математичному моделюванні, не перевищує 10 % при довжині тріщини до 80 мм.

Надалі доцільно дослідити вплив поширення тріщини на характер деформації елемента швелерного профілю з врахуванням КІН поперечного та поздовжнього зсуву.

Література

1. Моделювання смуги з крайовою поперечною тріщиною при одновісному розтягу / А. Станько, М. Сташків // Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання: Збірник тез Міжнародної студентської науково-технічної конференції в 2-х т. Т.1. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – С. 93-94.
2. М. Підгурський, М. Сташків. Методи визначення КІН для дефектних елементів відкритого профілю // Вісник ТДТУ, 2006. – Т. 11. - № 2. – С. 92 – 108.