

УДК 621.326

Т.А. Довбуш, М.Я. Сташків канд. техн. наук, доц., Н.І. Хомик, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **РОЗВИТОК КРАЙОВОЇ ТРІЩИНИ ПРИ ЗГІНІ ТОНКОСТІННОГО Z-ПОДІБНОГО ПРОФІЛЮ**

**T.A. Dovbush, M.Y. Stachkiv, Ph.D., Assoc. Prof., N.I. Khumox, Ph.D., Assoc. Prof.**

### **RECEIVING BOUNDARY VALUE OF CRACK DEPENDING BENDING THIN-WALLED Z-SHAPED PROFILE**

Аналіз пошкоджень елементів несучих систем транспортних машин, навантаження яких описується здебільшого випадковими процесами, показує, що більшість з них зазнає втомного руйнування. Відмови несучих вузлів мобільних машин найчастіше викликані зародженням і розвитком втомних тріщин [1].

Традиційні методи розрахунково-експериментальної оцінки довговічності конструкцій базуються на припущенні про недопустимість виникнення втомних напружень (тріщин) у найбільш навантажених елементах, а в основу цих критеріїв покладені залежності між амплітудами напруження і числом циклів навантаження, що визначають момент появи перших ознак руйнування. При цьому нестационарність навантаження враховують з допомогою різних (як правило лінійних) теорій сумування пошкоджень, а можлива невідповідність між характеристиками втоми для зразка і реальної конструкції компенсується за рахунок введення коефіцієнтів запасу [1, 3]. Незважаючи на очевидну спрощеність і наближеність вказаних методів, вони у значній мірі виправдали себе і досі є основними в інженерних розрахунках при встановленні нормативних показників ресурсу і надійності несучих параметрів і вузлів, вибору геометричних параметрів перерізів і матеріалу з необхідними властивостями.

На даний час розроблені досить ефективні методи аналітичного дослідження напружено-деформівного стану тіл з тріщинами (метод комплексних потенціалів Колосова-Мухомішвілі, метод інтегральних рівнянь та інші). Однак, дані методи дозволяють отримати замкнуті розв'язки задач лише для тріщин досить простої конфігурації і розташованих у безмежних тілах. Тому безпосередньо застосувати їх для конкретних інженерних розрахунків досить складно. Великі можливості у цьому напрямку відкриває застосування числових методів: скінченних елементів, граничних інтегральних рівнянь.

Одним із найбільш важливих і трудомістких етапів дослідження тріщиноотривкості елементів конструкції є визначення величини коефіцієнта інтенсивності напруження (надалі КІН) для певного типу зразка з характерними дефектами при заданих умовах навантаження. Визначення цих величин для тіл з тріщинами різної конфігурації є на даний час самостійною галуззю теорії пружності. Розроблені різноманітні достатньо ефективні методи аналітичного дослідження НДС тіл з тріщинами (метод комплексних потенціалів Колосова-Мухомішвілі, метод сингулярних інтегральних рівнянь, метод сіток, коллокацій та ін.). Ці методи дозволяють, в основному, отримати завершений розв'язок задач лише для ізольованих тріщин достатньо простої конфігурації, розміщених у деформованих тривимірних тілах. Однак, задачі, які мають значний практичний інтерес, переважно є багатопараметричними.

За розрахункову модель для визначення КІН  $K_I$  виберемо крайову втомну тріщину, яка розвивається у тонкостінному Z-подібному перетині лонжерона рами розкидача добрив типу ПРТ-9.

Для опису росту крайової тріщини розглянемо тонкостінний Z-подібний профіль (рис. 1) навантажений згинальним моментом  $M$  відносно осі  $Y$ .

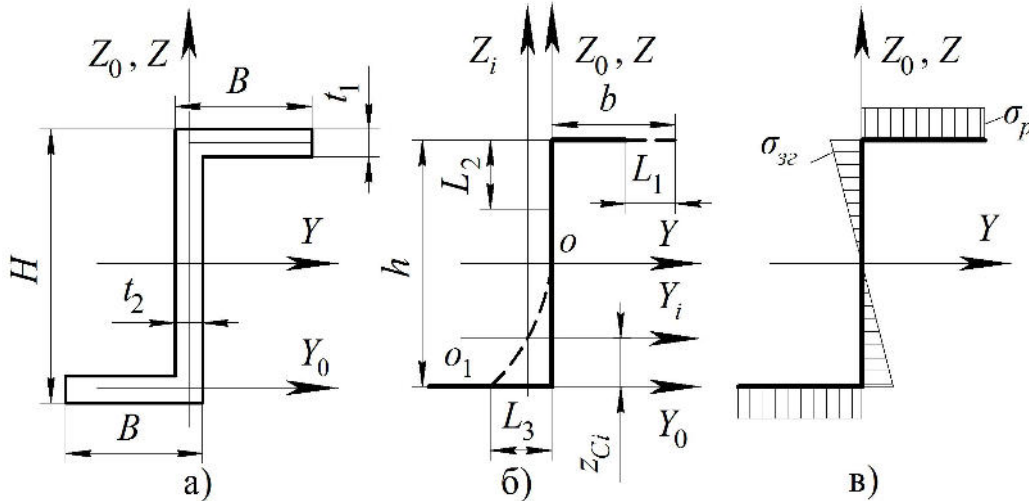


Рис. 1. Розрахункова схема до визначення геометричних характеристик тонкостінного профілю з крайовою тріщиною:

- а) схематизація Z-подібного поперечного перетину;
- б) схематизація Z-подібного поперечного перетину з крайовою тріщиною,  $O-O_1$  –траєкторія зміщення центра ваги при розвитку тріщини;
- в) розподіл напружень в бездефектному поперечному перетині.

При дії згинального моменту  $M$  на тонкостінний профіль його горизонтальні полиці будуть працювати на розтяг, а вертикальні – на згин. Напружений стан, що виникає в стінках прямокутного профілю з тріщиною, з певним наближенням, можна моделювати, якщо розглядати кожну стінку як окрему пластину тієї ж товщини і ширини з боковою тріщиною при аналогічному силовому навантаженні.

Вираз КІН для випадку розвитку тріщини у стінці Z-подібного тонкостінного профілю [2, 3]:

$$K_I^{(32)} = \frac{M}{I_Y} \cdot \frac{h}{2} \sqrt{\pi \cdot L_2} \cdot F_2(\varepsilon), \quad (1)$$

де  $F_2(\varepsilon)$  – безрозмірний поправочний коефіцієнт, який враховує зміну геометрії стінки тонкостінного профілю при поширенні в ній втомної тріщини.

Напруження  $\sigma_{ном}^{(p)}$  та  $\sigma_{ном}^{(32)}$  необхідно вибрати таким чином, щоб вони повністю відповідали реальній картині розподілу напружень у перерізі полицки з тріщиною. Ця задача зводиться до визначення напружено-деформівного стану в перетині з тріщиною при дії згинального моменту  $M$ .

#### Література

1. Механика разрушения и прочность материалов: Справ. пособие: В 4 т./ Саврук М. П. – К.: Наук. думка, 1990. – т.2. – 620 с.
2. Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Хомик Н.І. Аналітичне дослідження напружено-деформованого стану складних конструктивних систем з довільним зовнішнім навантаженням. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві» Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ. – 2015. – Вип. 158, С.44-50.
3. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – Тернопіль: ВАТ ТВПК «Збруч», 2003. – 332 с.