

УДК 631.348.45: 621

М.Я. Сташків, канд. техн. наук, доц., О.П. Цьонь, канд. техн. наук, доц.,  
І.М. Бортник

Тернопільський національний технічний університету імені Івана Пулюя

## МОДЕЛЮВАННЯ ТРІЩИНИ В ПЕРФОРОВАНОМУ ЕЛЕМЕНТІ СЕКЦІЇ ШТАНГИ ПОЛЬОВОГО ОБПРИСКУВАЧА

M. Stashkiv, Ph.D. Assoc. Prof., O. Tson, Ph.D. Assoc. Prof., I.M Bortnyk  
FIELD SPRAYER BOOM SECTION ELEMENT CRACK SIMULATION

Несучі системи сільськогосподарської техніки працюють у складних експлуатаційних та рельєфно-кліматичних умовах. Однією з основних причин відмов машин для хімічного захисту рослин є втрата несучої здатності їх елементів, що спричинена недосконалістю конструкції і зумовлює недостатній запас втомної міцності елементів несучих систем штанг польових обприскувачів.

В інженерній практиці термін служби металоконструкцій прийнято оцінювати за довговічністю його найбільш навантаженого елемента. При цьому більшість методів розрахунку ресурсу стосується бездефектних елементів. [1]. Але елементи конструкцій часто мають конструктивні чи технологічні концентратори напружень, які в умовах експлуатації приводять до утворення тріщин. За таких умов розрахунок довговічності тонкостінних стержневих елементів необхідно проводити із застосуванням критеріїв механіки руйнування, таких як коефіцієнт інтенсивності напружень (КІН) [2].

Мета роботи – шляхом імітаційного моделювання розвитку тріщини у елементі несучої конструкції секції штанги польового обприскувача встановити залежність значення величини КІН нормального відриву ( $K_I$ ) від довжини тріщини у поперечному перетині тонкостінного гнучого коробчатого профілю з перфоотворами.

Об'єкт дослідження – КІН  $K_I$  у вершині тріщини, що розвивається у поперечному перетині тонкостінного гнучого коробчатого профілю з перфоотворами нижнього пояса штанги польового обприскувача виробництва ПрАТ «Богуславська сільгосптехніка».

За результатами дослідження [3] встановлено, що найбільш навантаженими є елементи верхнього та нижнього поясу первинної секції штанги (ближче до системи начіпки центральної секції штанги). Аналіз характеру деформації нижнього пояса первинної секції штанги дозволив становити, що найбільш небезпечними, з точки зору виникнення пластичних деформацій при перевантаженні, є місця переходу від криволінійної до прямолінійної ділянки перфоотворів. Такі зони з підвищеною конструктивною концентрацією напружень та пластичних деформацій від перевантажень з високою ймовірністю стануть місцями зародження втомних тріщин за рахунок розвитку технологічних чи експлуатаційних мікрodefektів [3].

Імітаційна модель побудована для випадку розвитку симетричних тріщин у двох діаметрально протилежних зонах концентрації напружень. Розмір поперечного перетину отвору  $225 \times 120$

Оскільки елемент має поздовжню вісь симетрії, то для спрощення моделі розглядаємо лише його половину з нормальним розтягуючим напруженням 100 МПа та застосуванням закріплення типу Frictional Support (рис. 1, б).

Для моделювання тріщини засобами ANSYS Workbench Academic застосовано опцію Pre-Meshed Crack. Сітку кінцевих елементів (5 мм) (рис. 1, в) створено методом Tetrahedrons за алгоритмом Patch Conforming. Для забезпечення необхідної точності розрахунку вздовж берега тріщини формуємо ділянку з гексагональною сіткою з розмірами елементів 0,5 мм. Навколо фронту тріщини формуємо шість концентричних контурів з гексагональною сіткою кінцевих елементів розміром 0,1 мм (рис. 1, г).

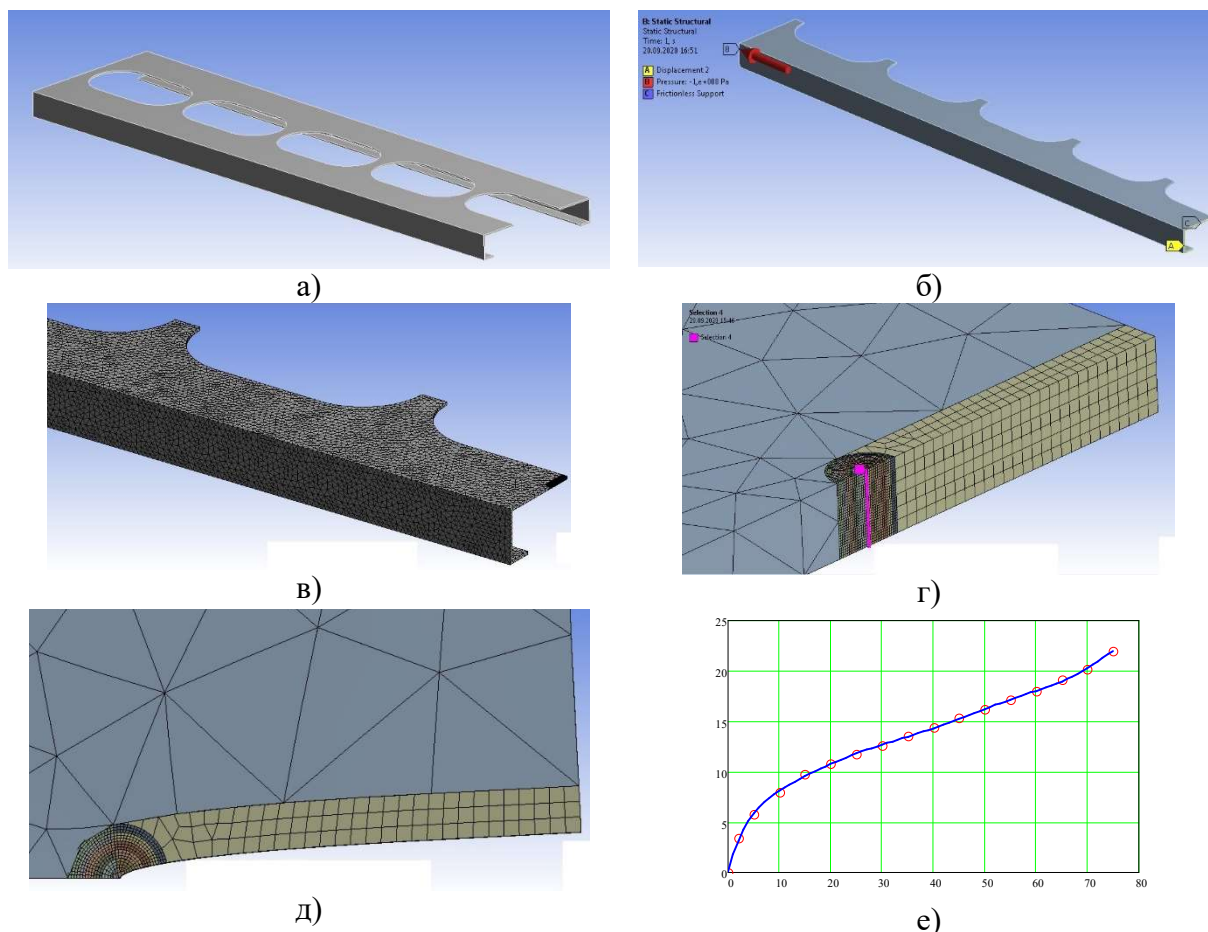


Рис. 1. Етапи та результати моделювання тріщини

Характер деформації елемента з тріщиною довжиною 15 мм показано на рис. 1, д (відображено лише праву половину розкритої тріщини). Графічно результати розрахунку КІН  $K_I$  за побудованою імітаційною моделлю подано на рис. 1, е.

Розроблена імітаційна модель тріщини у поперечному перетині тонкостінного гнучого коробчатого профілю з перфоотворами дозволяє встановити залежність значення величини КІН  $K_I$  від довжини тріщини. Отримані результати можуть бути застосовані для оцінки ресурсу роботи нижнього пояса штанги польового обприскувача виробництва ПрАТ «Богуславська сільгосптехніка».

### Література

1. Рибак Т.І., Попович П.В., Сташків М.Я. Концепція пошукового конструювання мобільної техніки в АПК // Загальнодержавний міжвідомчий наук.-техн. зб. «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин». – Вип. 39. – Кіровоград: КНТУ, 2009. – С. 40-47.
2. Підгурський М., Сташків М. Розвиток наскрізних тріщин в гнutoзварних тонкостінних елементах коробчастого профілю // Вісник ТДТУ, 2006. – Т. 11. – № 4. – С. 78 – 86.
3. Сташків М.Я. Аналіз особливостей напружено-деформованого стану секції штанги польового обприскувача / М.Я. Сташків, О.П. Цьонь, І.М. Бортник // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій: Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції до 60 річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175 річчя з дня народження Івана Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – С. 111 – 112.