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 завантаженого 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 конструкцій секції штанги польового обприскувача встановити залежність значення величини КІН нормального відриву (K_I) від довжини тріщини у поперечному перетині тонкостінного гнутого коробчатого профілю з перфоотворами.

Об'єкт дослідження – КІН K_I у вершині тріщини, що розвивається у поперечному перетині тонкостінного гнутого 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 мікродефектів [3].

Імітаційна модель побудована для випадку розвитку симетричних тріщин у двох діаметрально протилежних зонах концентрації напружень. Розмір поперечного перетину профілю (рис. 1, а) у місці розвитку тріщини 280×50×3 мм. Розмір перфоотвору 225×120 мм.

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).

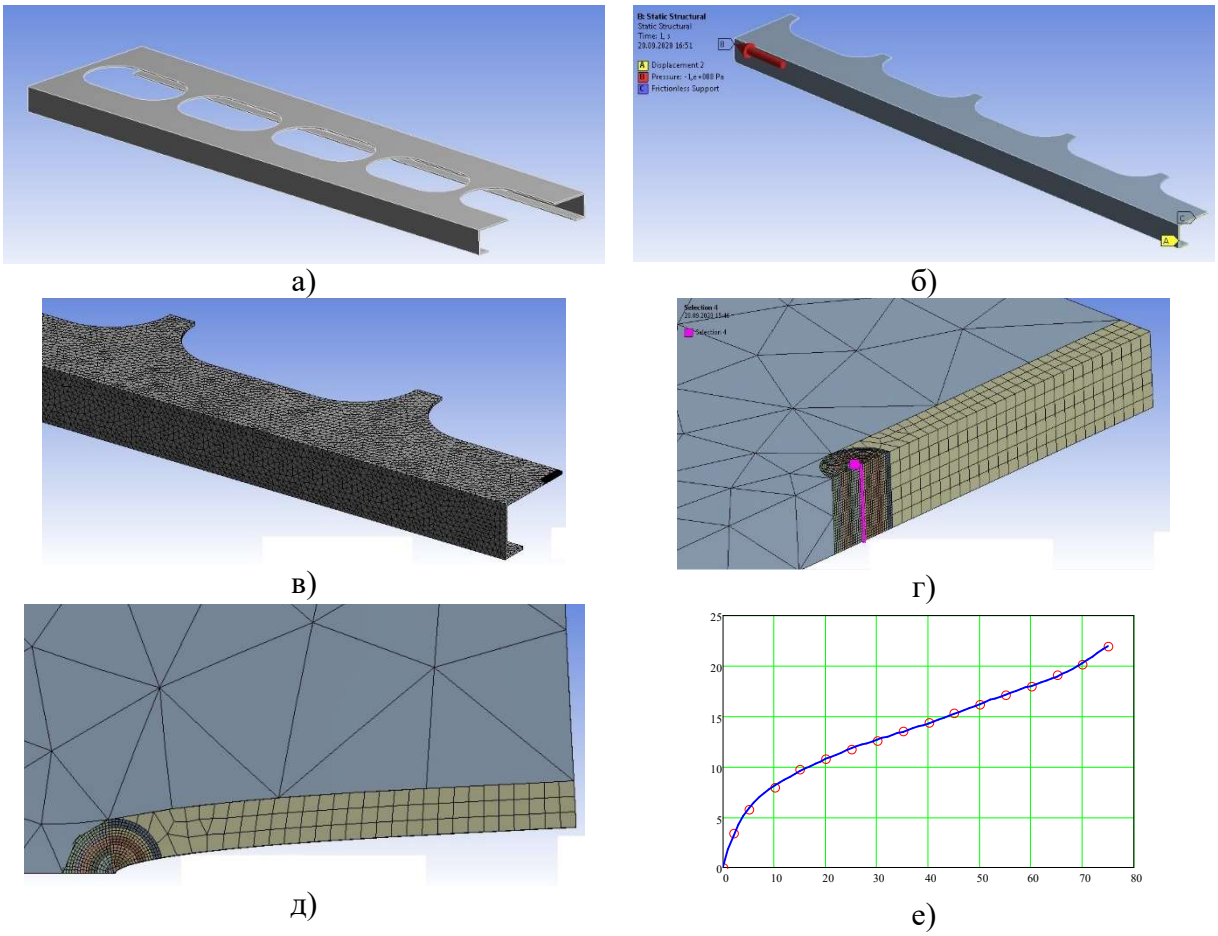

Рис. 1. Етапи та результати моделювання тріщини

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 гнутого 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 гнутозварних 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.