

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

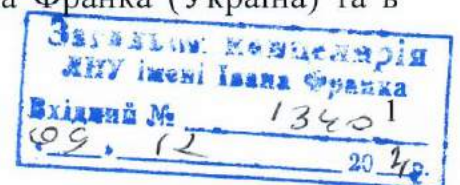
Яджак Наталії Степанівни

“Розроблення моделей росту коротких тріщин у металевих матеріалах за тривалих навантажень та експлуатаційних середовищ”,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Актуальність теми дисертації. Робота елементів конструкцій під впливом циклічних навантажень небезпечна тим, що з часом призводить до їх несподіваного руйнування внаслідок поширення тріщин, які наявні в матеріалі ще до початку експлуатації. У зв'язку з цим на практиці є важливими дослідження, які стосуються розвитку коротких втомних тріщин в процесі циклічних навантажень, а також врахування нових тріщин, які зароджуються. Такі дослідження дають можливість прогнозувати працездатність та розраховувати довговічність конструкцій за відповідних умов роботи.

Проблема коротких тріщин та моделювання їх поширення на сьогодні ще не достатньо досліджена. Тому дисертантка Н. С. Яджак саме ці питання розглядає у своїй науковій роботі “Розроблення моделей росту коротких тріщин у металевих матеріалах за тривалих навантажень та експлуатаційних середовищ”. Робота присвячена формулюванню математичних моделей кінетики поширення коротких втомних тріщин у металевих елементах конструкцій. Ці моделі побудовані на основі енергетичного підходу із застосуванням деформаційних критеріїв. У результаті цього коректно визначена довговічність низки елементів конструкцій з малими тріщинами за дії циклічних навантажень і корозійних середовищ. Виходячи з цього, представлена робота є актуальною і має важливе науково-практичне значення.

Дисертаційні дослідження виконувалися за подвійного керівництва: у Львівському національному університеті імені Івана Франка (Україна) та в



Університеті Клермон-Овернь (Франція) за підтримки Стипендії французького уряду і програми I-SITE CAP 20-25. Водночас дисертантка брала участь у виконанні бюджетних тем Львівського національного університету імені Івана Франка МОН України № д/р 0116U001536, 2017 – 2018 та № д/р 0119U002202, 2017 – 2018.

Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Грунтуючись на системному аналізі літературних даних та коректності постановки задач авторкою розроблено ряд нових математичних моделей поширення коротких втомних тріщин у металевих елементах конструкцій для розрахунку їх довговічності з урахуванням різних типів навантаження та експлуатаційних середовищ.

До нових наукових результатів, отриманих у роботі, слід віднести:

- математичні моделі, побудовані на основі енергетичного підходу, для обчислення швидкості поширення коротких втомних тріщин та визначення залишкової довговічності пластин з боковими та центральними тріщинами із застосуванням деформаційного параметра розкриття у вершині тріщини. При цьому встановлено взаємно однозначну залежність між розкриттям у вершині тріщини та швидкістю її поширення, на відміну від залежності «КІН – швидкість поширення тріщини», де залежності є неоднозначними;
- математичну модель для обчислення швидкості поширення короткої корозивно-втомної тріщини у пластинах. Результати розрахунків підтверджують інваріантність залежності в координатах «розкриття у вершині тріщини – швидкість її поширення»;
- розроблені на основі енергетичного підходу математичні моделі поширення малих втомних тріщин у товстій пластині за дії поперечного та повздовжнього зсувів для визначення її залишкової довговічності. Ця модель усуває некоректність у вигляді перекриття берегів тріщини (як у Беккера та Гроса) завдяки уточненню постановки задачі;

- отримані формули розкриття берегів тріщин поперечного та повздовжнього зсувів, які враховують рівень навантаження пластини, з використанням методу порівняння еквівалентних напружених станів та представлення задачі в інтегральній формі через гармонічні функції;
- встановлену однозначну залежність розкриття вершини тріщини від швидкості її поширення за розробленими моделями для поперечного та повздовжнього зсувів на відміну від неоднозначної відповідності між КІН та швидкістю поширення тріщини для цих силових схем, що свідчить про некоректність використання моделей у параметрах КІН для малих тріщин, навіть при виконанні умов автотомельності;
- запропоновану математичну модель поширення малих поверхневих втомних тріщин довільного опуклого контуру у тривимірних тілах отриману з використанням енергетичного підходу шляхом узагальнення методу еквівалентних площ на випадок малих тріщин, Порівняння отриманих значень довговічності тіл свідчить про високу точність наближеного аналітичного розв'язку у порівнянні з точним числовим.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Загальні висновки дисертації є достатньо обґрунтованими, а їх результати достовірними, що забезпечується фізичною обґрунтованістю вихідних положень розроблених моделей, коректністю та строгістю математичних постановок задач, коректним застосуванням математичного апарату для їх розв'язання, порівнянням отриманих результатів з результатами числових розрахунків та відомими експериментальними даними.

Значення роботи для науки і практики. Розроблені у роботі математичні моделі поширення втомних тріщин у твердих тілах розширюють і доповнюють відомі у літературі аналогічні моделі для різних силових схем. Практичне значення проведених у роботі досліджень полягає в можливості використання запропонованих моделей для визначення довговічності та залишкового ресурсу конструкційних елементів обладнання, що працює за

різних схем навантаження та дії середовища, що в роботі проілюстровано на прикладах оцінки залишкового ресурсу.

Структура та оцінка змісту роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і задачі досліджень, висвітлено наукову новизну та значення роботи для науки і практики.

У розділі 1 дисертантка розглядає основні положення механіки руйнування і поширення коротких тріщин, моделювання поширення коротких втомних тріщин та подає їх класифікацію. Авторка детально описує стан проблеми у світовій літературі стосовно коротких втомних тріщин, розроблення математичних моделей, їх поширення та розрахунок довговічності елементів конструкцій.

У розділі 2 дисертантка на основі літературного аналізу викладає розроблені моделі поширення коротких втомних тріщин у пластинах з концентраторами, а також моделі визначення залишкової довговічності тонкостінних елементів конструкцій з короткими втомними та корозійно-втомними тріщинами.

Розділ 3 присвячений розробленню теорії для оцінки довговічності пластин з малими тріщинами за поперечного і повздовжнього зсувів та їх сумісної дії.

У четвертому розділі викладено результати оцінки довговічності тривимірних тіл з малими тріщинами нормального відриву, поперечного і повздовжнього зсувів за відповідними розробленими моделями, побудованими на основі енергетичного підходу.

У кожному розділі наведено достатню кількість інформації для розкриття його змісту, а закінчуються розділи висновками. У розділах наведено результати відомих та нових теоретичних і числових досліджень за проблемою коротких тріщин, які підтверджують ефективність розроблених моделей, новизну результатів та їх достовірність. У висновках сформульовано основні наукові результати, отримані авторкою у роботі.

Повнота викладу результатів роботи в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації. Основні результати дисертаційної роботи достатньо повно відображені у наукових публікаціях. За темою дисертації опубліковано одинадцять статей, з яких з яких чотири статті та один розділ монографії у закордонних наукових виданнях, що індексуються наукометричними базами Scopus та Web of Science, та чотири статті у фахових виданнях України. Крім того, результати дисертації висвітлено у двох статтях у наукових виданнях України та двох тезах доповідей на міжнародних конференціях.

Академічна доброчесність. Дисертаційна робота написана з дотриманням усіх норм академічної доброчесності. Випадків порушення академічної доброчесності, зокрема, плагіату, у роботі не виявлено.

Зауваження до дисертаційної роботи:

- При визначенні залишкової довговічності елементів конструкцій за циклічного навантаження і корозійного середовища розглядається корозійно кисле середовище з домінуючим воднево-механічним механізмом руйнування і не враховується анодне розчинення у вершині тріщини. Як будуть використовуватися сформульовані моделі за інших типів корозії і яка можлива похибка в результаті розв'язку задач від нехтуванням величини анодного розчинення у вершині тріщини в роботі не зазначено.
- Не достатньо чітко описана послідовність числового експерименту.
- У дисертації трапляються описки та деякі повторення.

Наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Н. С. Яджак.

Висновки. Дисертаційна робота містить нові науково обґрунтовані результати і є завершеною науковою працею. Вона спрямована на вирішення важливих наукових задач – розроблення математичних моделей росту коротких втомних тріщин у конструктивних елементах за тривалих навантажень різного виду і дії середовища для розрахунку довговічності елементів конструкцій.

За актуальністю теми, новизною, обсягом виконаних досліджень, теоретичною і практичною цінністю результатів робота Н. С. Яджак “Розроблення моделей росту коротких тріщин у металевих матеріалах за тривалих навантажень та експлуатаційних середовищ” відповідає усім вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, передбачених наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та п. 10 «Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 06 березня 2019 р. № 167 із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 979 від 21.10.2020 р.). а її авторка заслуговує присвоєння ступеня доктора філософії з галузі знань 11 «Математика та статистика» за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,

завідувачка кафедри нафтогазової інженерії та зварювання

Національного університету

«Львівська політехніка»

О.В. Максимович

Підпис О.В. Максимович засвідчується

Вчений секретар Національного університету

«Львівська політехніка»



Р.Б. Брилинський