

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Канюка Юрія Ігоровича

“Діагностування залишкової довговічності елементів колісної пари та рейки”, що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.10 – діагностика матеріалів і конструкцій

Актуальність теми дисертації.

З позицій економічної ефективності і безпеки експлуатації, прогнозування строку служби механічних елементів залізничного транспорту є однією з найважливіших проблем. Здебільшого аварійні транспортні події пов'язані з втомними тріщинами в осях, боковій, надресорній, хребтовій балках візка та в диску і приободовому шарі залізничних коліс, а також у підповерхневому шарі обода залізничних коліс та рейок. Саме тому колісній парі та рейці приділяється така пильна увага. Не є виключенням і тріщини в диску біля обода чи в маточині колеса, що спричинюються, відповідно під час виготовлення несправним інструментом і дефектом металу. Несвоєчасне виявлення тріщин може приводити до руйнування за різними механізмами, що приводить до великих економічних втрат, а подекуди до фатальних наслідків. Щоб передбачити таке руйнування, потрібно вміти виявляти втомні тріщини до досягнення ними критичних розмірів та розраховувати період їх докритичного росту. Робота побудована на адаптації енергетичного підходу механіки руйнування для розробки методик оцінювання залишкового ресурсу механічних елементів залізничної колісної пари та рейки, що проводились в ФМІ НАН України. Розроблення методики розрахунку залишкового ресурсу механічних елементів залізничного транспорту з тріщиноподібними дефектами, що дає можливість оцінити період докритичного росту таких дефектів, є безумовно актуальною задачею як з теоретичної, так і з практичної точки зору.

Загальна характеристика роботи.

Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, які містять 74 рисунки і 6

таблиць, висновків, списку використаних джерел зі 194 найменувань, а також додатків. Обсяг основного тексту складає 138 сторінок, а повний обсяг роботи – 182 сторінки.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, наукову новизну роботи, теоретичне та практичне значення отриманих результатів.

У **першому розділі** проаналізовано методи розрахунку міцності та надійності механічних елементів рухомого складу залізничного транспорту. Проаналізовано методики оцінювання роботоздатності механічних елементів залізничного транспорту та відомі моделі росту втомних тріщин за складного напруженого стану. Розглянуто механізми зародження та поширення втомних тріщин в досліджуваних елементах та методи оцінювання їх залишкового ресурсу.

У **другому розділі** побудовано розрахункову модель зародження та поширення втомної тріщини, що ґрунтується на енергетичному підході механіки руйнування матеріалів. Сформульовано математичну модель визначення докритичного періоду поширення втомної тріщини у елементах конструкцій за змішаних макромеханізмів руйнування, що ґрунтується на рівнянні балансу енергій та основних положеннях δ_k -моделі Леонова-Панасюка.

У **третьому розділі** проаналізовано основні типи дефектів, що виявляють на практиці в досліджуваних елементах конструкцій рухомого складу залізничного транспорту. Констатовано, що зазвичай руйнування таких елементів відбувається шляхом зародження та поширення втомних тріщин. Оцінено період зародження втомної тріщини на поверхні осі колісної пари залізничного вагона та її залишкову довговічність. Також розраховано залишкову довговічність осі колісної пари локомотива із поверхневою поперечною тріщиною та в її шийці. Визначено період докритичного росту внутрішньої тріщини в головці рейки під експлуатаційними навантаженнями. Усі розрахунки проведено з використанням розробленої у роботі теоретико-експериментальної методики.

В четвертому розділі показано, що під час встановлення на колісний центр у матеріалі бандажа можуть виникати тріщини, які в подальшому розвиваються за втомним механізмом. Причиною їх утворення є різні чинники, зокрема, недотримання вимог до технології закладання, низька якість матеріалу бандажів, наявність у них концентраторів механічних напружень через невідповідність геометрії встановленим нормам тощо. На основі аналізу руйнування бандажів, описаному у цьому розділі, зроблено висновок про те, що визначальний вплив на зародження дефектів типу тріщин має концентрація механічних напружень, яка виникає в області технологічних виточок біля притискних буртів бандажа. Проведено розрахунок напружено-деформованого стану матеріалу бандажа біля геометричних концентраторів механічних напружень.

Висновки належним чином відображають основні результати дисертаційної роботи.

Додатки містять довідку про особистий внесок автора в роботи, що впроваджені за результатами виконання наукових досліджень у ФМІ НАН України, список опублікованих праць за темою дисертації та чотири акти впровадження у виробництво, що підтверджує впровадження результатів роботи в умовах ПРАТ «Львівський локомотиворемонтний завод».

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації, їх достовірність.

Достовірність результатів, обґрунтованість наукових висновків і рекомендацій, які впливають із дисертаційної роботи Ю.І. Канюка, не викликають ніяких сумнівів. Результати отримані з використанням відомих критеріїв механіки втомного руйнування та з допомогою програмного середовища AutoCad. Заслужовує на увагу комплексний підхід автора до вирішення поставлених питань. Отримані результати апробовані на авторитетних міжнародних і національних науково-технічних конференціях, опубліковані в провідних вітчизняних фахових спеціалізованих виданнях та виданнях, що входять до наукометричних баз.

Наукова новизна отриманих у роботі результатів.

Вважаю, що найбільш цінним науковим здобутком роботи є розроблена нова методика розрахунку залишкового ресурсу осі колісної пари із тріщиноподібними дефектами за реалізації змішаних макромеханізмів руйнування матеріалів, що дало можливість оцінити період докритичного росту таких дефектів із врахуванням макромеханізмів руйнування за поперечного та поздовжнього зсуву. До важливого наукового результату можна також віднести нову математичну модель розрахунку періоду докритичного росту тріщин у залізничних рейках, яка дала можливість враховувати циклічно-блочний характер механічних навантажень, що діють на рейку за її роботи в експлуатаційному режимі, достатньо наближуючи їх таким чином до реальних.

Практичне значення отриманих результатів

Практичну цінність даного дослідження підтверджує той факт, що сформульована модель зародження та поширення втомних тріщин у механічних елементах залізничного транспорту та розроблена на їх основі методика визначення їх залишкового ресурсу, може ефективно використовуватися для практичного застосування під час оцінювання ризику подальшої експлуатації та підвищення надійності рухомого складу залізничного транспорту. Побудовані в дисертаційній роботі розрахункові методики визначення періодів докритичного поширення внутрішніх та поверхневих втомних тріщин у залізничній рейці за її роботи в експлуатаційному режимі можуть бути використані на практиці для розроблення методів визначення періоду між проведенням робіт із технічної діагностики рейок для встановлення наявності в них поперечних тріщиноподібних дефектів. Результати проведених у дисертаційній роботі досліджень були використані для діагностування механічних вузлів локомотивів на ПрАТ “Львівський локомотиворемонтний завод”.

Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях.

Основні результати та висновки дисертаційної роботи в повному обсязі висвітлено у 12 наукових працях, з них 5 у фахових виданнях України, 4 з яких

входять у наукометричні бази даних Web of Science та Scopus, 7 у матеріалах і тезах доповідей вітчизняних та міжнародних конференцій. Автореферат дисертації повністю відповідає основним положенням дисертації. Матеріал у роботі викладено логічно, розділи взаємопов'язані і повністю розкривають поставлену в роботі мету.

Оцінка мови та стилю дисертації. Відповідність дисертації спеціальності 05.02.10 – діагностика матеріалів і конструкцій.

Дисертаційна робота викладена професійно, кваліфіковано та грамотно. Матеріали досліджень логічно систематизовані та графічно оформлені. За змістом дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.02.10 – діагностика матеріалів і конструкцій.

Зауваження до дисертації та автореферату

1. Виходячи з тексту на ст. 66-67 можна зробити висновок, що для практичного застосування розрахунку періоду докритичного росту втомної макротріщини на основі формули (2.22) необхідно лише знати K_{IC} та a_i , і зроблено відповідні посилання. Аналізуючи посилання [143] не зрозуміло, як можна визначити коефіцієнт a_i для умов росту тріщини за поперечного та повздовжнього зсуву базуючись тільки на діаграмі росту втомної тріщини за нормального відриву. Очевидно, що необхідні діаграми росту втомної тріщини за усіх механізмів руйнування.

2. На ст. 138 стверджується, що на поверхні зламу бурту бандажа спостерігали дрібнозернисту структуру. Не зрозуміло, яким чином оцінювали розмір зерна на зламах, коли бал зерна оцінюють проводячи мікроструктурні дослідження. Також на ст. 143 не зрозумілим є твердження, що “за характером мікроструктури металу навколо виявлених тріщин, а саме за відсутністю окисленого металу на межі тріщин, встановлено, що фронт тріщин проходить не через межі зерен, а через тіло зерна”. Адже, для того щоб встановити тип руйнування потрібно провести мікрофрактографічні дослідження зламів.

3. Не можу погодитись із твердженням автора про те, що мікроструктура металу фрагментів бандажів є феритно-перлітна як зазначено в тексті дисертаційної роботи на ст. 141, так як вона є перлітно-феритною.

4. Не зрозуміло чому при проведенні досліджень автор використовував застарілий стандарт ГОСТ 398-96, коли діє новий стандарт ДСТУ ГОСТ 398:2016 (ГОСТ 398-2010).

5. Оцінюючи ресурс залізничної рейки варто було б співставити отримані результати з результатами робіт під керівництвом О.П. Дацишин та В.В. Панасюка, а встановлюючи період зародження втомної тріщини варто було б співставити з результатами робіт під керівництвом О.П. Осташа.

6. Один з висновків до розділу 3 про те, що найбільш небезпечними з точки зору непередбачуваного та передчасного руйнування є втомні дефекти типу “тріщина” є цілком очевидним не тільки для досліджуваних, але й для будь-яких відповідальних об’єктів, які працюють за циклічних навантажень і не потребує додаткового обґрунтування.

7. В дисертаційній роботі присутні орфографічні, стилістичні помилки та русизми, зокрема в табл. 4.2 подано незрозумілі значення границі міцності, які різняться на порядок, очевидно в цій таблиці наведені результати в різних одиницях вимірювання; на ст. 119 написано “поверхня катання” натомість має бути поверхня кочення; на ст. 125 залишкові напруження позначено “ $\sigma_{ост}$ ”, а має бути $\sigma_{зал}$; на ст. 132 наведено елементи верстата, хоча написано “станка” і т.д.

Однак слід підкреслити, що зроблені зауваження не знижують цінності досягнутих результатів і наукового рівня дисертаційної роботи.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому.

Вважаю, що за актуальністю, науковою новизною, обсягом проведених досліджень, їхньою науковою та практичною значущістю, дисертація **Канюка Юрія Ігоровича** на тему “Діагностування залишкової довговічності елементів

колісної пари та рейки”, відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.10 – діагностика матеріалів і конструкцій.

Офіційний опонент:

Кандидат технічних наук,
асистент кафедри прикладного
матеріалознавства та обробки
матеріалів Національного університету
«Львівська політехніка»

В.В. Кулик

Підпис Кулика В.В. засвідчую:

Вчений секретар Національного
університету “Львівська політехніка”
доцент, к.т.н.



Р.Б. Бридинський