

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Перевозника Ігоря Анатолійовича
*на тему «Дослідження ударних навантажень при проходженні
ходових коліс через стики рейкового шляху»*
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 13 – «Механічна інженерія»
спеціальності 133 – Галузеве машинобудування

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Актуальність розгляданої теми пов'язана з важливістю забезпечення якісної та безпечної роботи кранів – одного з найбільш розповсюджених видів підйомно-транспортного устаткування, що є необхідним для безперебійного функціонування та відновлення вітчизняних промислових підприємств. Це переконливо доведено здобувачем на підставі статистичних даних щодо технічних та економічних наслідків пошкоджень викликаних додатковими навантаженнями, що виникають при переїзді рейкових стиків. Автор виконав розширений аналіз сучасного стану питання та обґрунтував необхідність розробки методики уточнених розрахунків величин таких навантажень.

В роботі аргументується важливість отримання теоретичних результатів підтверджених злагодженими натурними вимірами. Результуючі вирази представлені у вигляді, прийнятному для інженерної практики. Саме це є важливою ознакою методики, що підвищує цінність виконаних досліджень. Окремо, запропоновані оцінки економічного ефекту від впровадження розробленої методики розрахунків, що є актуальним завданням при керуванні конструкторськими, виробничими, експлуатаційними та ремонтними роботами, а також роботами, які пов'язані з ліквідацією наслідків військових пошкоджень та руйнувань промислових об'єктів.

Тема дисертаційної роботи Перевозника І.А. є узгодженою з такими стратегічними напрямами розвитку оборонно-промислового комплексу України, як модернізація виробництва, імпортозаміщення та інтеграція в європейські ланцюги доданої вартості. Уточнене виконання розрахунків ударних зусиль, що супроводжують проходження кранів через стики рейкового шляху, є складною та, водночас, затребуваною задачею, розв'язання якої спрямоване на науково обґрунтоване покращення якості та безпечності використання кранової техніки та підкранових споруд. Робота є важливою та актуальною.

2. Загальна характеристика дисертаційної роботи

Дисертація має наступний склад: вступ, 4 розділи, висновки, список використаних джерел, який містить 70 посилань, додатки А, Б, В. Основна частина дисертації представлена на 109 сторінках комп'ютерного набору. Дисертація містить 55 рисунків та 8 таблиць.

Вступ містить обґрунтування вибору теми дослідження та доведення її актуальності, формулювання актуального науково-технічного завдання, наукової задачі дисертації, визначення об'єкта предмета та мети дослідження, формулювання основних завдань та методів проведення дослідження. Проблема охарактеризована в плані значущості наслідків впливу досліджуваних процесів на стан механізмів та елементів металоконструкції кранів та підкранових споруд, представлені історичні довідки.

Перший розділ містить постановку наукових завдань, які сформульовані на основі аналізу стану питання та розгляданні фізико-математичних основ досліджуваних явищ. Інформація подана систематизовано, з актуальних джерел. Узагальнені дані стосовно основних та суміжних процесів, що впливають на величину навантаження.

Другий розділ містить визначення різних видів навантажень, які діють на колеса при пересуванні мостових кранів. Визначені основна проблематика силової взаємодії кранових коліс з рейками в контексті основних факторів. Виконане фізико-математичний аналіз стосовно впливу конструктивних особливостей підкранового шляху. Результати систематизовані та представлені у тому числі в графічному вигляді. Виконане спрощений аналіз на підставі якого сформульовані тези щодо суттєвості додаткових динамічних навантажень, які виникають при переїзді рейкових стиків. Запропоноване використання коліс з амортизуючими радіальними полімерними прошарками.

Третій розділ містить основний теоретичний матеріал – системи диференціальних рівнянь та їх рішення, які моделюють рух через рейковий стик для багатомасової та двохмасової еквівалентних механічних систем. Інформація представлена з урахуванням історичної послідовності існуючих теоретичних досліджень. Рішення двохмасової моделі доведені до робочих формул, які можуть бути використані при розробці інженерної методики розрахунку відповідних динамічних навантажень. Основна увага приділялась більш складному випадку – попутному переїзду сходинки у стику, який виконується у два етапи. Наведено числовий приклад який надалі використаний для порівняння з експериментальними результатами.

Четвертий розділ містить питання планування експерименту з вимірюванням сил, що діють на рейку при попутному переїзді стикової

сходинки, опис експериментальної установки, результуючі величини динамічних зусиль. Для експериментальних досліджень були застосовані різні висоти накладок на рейкових стиках (1 мм, 2 мм, 4 мм і 6 мм), які імітували висоту нестиківки рейок. Для вимірювань був використаний метод тензометрії з обробкою отриманих даних із залученням програмно-вимірювального комплексу ZETLAB із несучою частотою 5 кГц. Тарування тензометричної системи було виконане прямим методом, при безпосередньому навантаженні крана. Отримані величини порівнювались з теоретичними. Розбіжність не перевищувала 8,3%. Було виконано розрахунки економічної ефективності від впровадження уточненої методики розрахунку динамічних зусиль. Результуючий річний економічний ефект становив 790901 грн на один кран.

Висновки містять структуровані узагальнення результатів досліджень, які є рішеннями поставлених завдань. Висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Окрім загальних висновків робота містить висновки за розділами 2-4.

Список використаних джерел відповідає колу питань, що розглядаються. В тексті роботи в різних розділах є численні посилання довідкового та критичного характеру на літературні джерела.

Додатки містять акти впровадження результатів дослідження на виробництві та у навчальному процесі.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Мета дисертаційного дослідження була досягнута за системним підходом у відповідності до завдання та теми, визначених здобувачем.

Достовірність отриманих результатів забезпечено:

- критичним аналізом широкого кола перевірених джерел інформації, порівнянням отриманих результатів з існуючими;
- використанням адекватних та сучасних методів – аналітичних та експериментальних, таких, які є комплексними та відповідають цілям дослідження; порівнянням отриманих теоретичних та експериментальних результатів;
- урахуванням вимог діючих національних та міжнародних нормативних документів;
- публікаціями наукових статей у провідних фахових виданнях України;
- апробацією наукових результатів на наукових форумах, українських та міжнародних науково-практичних конференціях;

- впровадженням результатів дисертаційної роботи.

4. Наукова новизна одержаних результатів

1. Вперше отримано чисельні характеристики та аналітичні залежності зміни напружено-деформованого стану системи «колесо-рейка-підкранова балка»;
2. Вперше встановлено характер розподілення напружено-деформованого стану рейки при різних конструкціях підкранової балки;
3. Вперше отримано аналітичний метод визначення динамічних факторів при проходженні ходовим колесом рейкового стику;
4. Вперше розроблено науково обґрунтовані рішення, які направлені на підвищення довговічності системи «колесо – рейка – підкранова балка».

5. Практичне значення результатів дисертації

Практичне значення отриманих наукових результатів дисертаційної роботи полягає у забезпеченні можливості більш обґрунтовано визначати розміри допустимих стиків, які не викликають критичних значень динамічних навантажень і зносу ходових коліс. Запропонований метод розрахунку може бути впроваджений в практику проектування і виготовлення ходових коліс мостових кранів.

У ході роботи здобувачем:

- отримані теоретичні результати для розрахунків динамічних навантажень при пересуванні мостового крану за рейками, що закріплені на підрейкових конструкціях різного типу;
- розроблено математичні вирази, які дозволяють виконувати інженерні розрахунки динамічних навантажень, що діють на колеса мостового крану при переїзді рейкових стиків зі сходинками різної висоти;
- отримані експериментальні підтвердження теоретичних результатів на діючому крані;
- результати дисертаційного дослідження впроваджено у виробничу діяльність шляхом передачі методичних рекомендацій, розроблених на їх основі, АТ «Харківський машинобудівний завод «Світло шахтаря» і регіональній філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця»;
- отримані автором результати впроваджені в навчальний процес підготовки бакалаврів та магістрів механічного факультету

Харківського національного автомобільно-дорожнього університету за спеціальністю 133 – галузеве машинобудування.

6. Повнота відображення результатів дисертації в опублікованих працях

За результатами проведених дисертаційних досліджень опубліковано 15 робіт, з яких 3 статті у наукометричних базах Scopus 2 статті у закордонних виданнях, 10 статей у наукових фахових виданнях України

Наукові та практичні результати дисертаційної роботи пройшли апробацію на всеукраїнських наукових конференціях, де опубліковане 4 матеріалів апробаційного характеру.

Зміст дисертації повною мірою відповідає змісту опублікованих праць.

7. Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам до оформлення дисертацій

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, вона має всі необхідні складові та містить рішення актуальних науково-прикладних завдань. Робота написана загальноприйнятою науковою мовою. Використана сучасна українська наукова термінологія.

8. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї. Ідеї, результати і тексти інших авторів наводяться з посиланнями на відповідні джерела.

9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

Аналізована проблема має підвищену складність. Для дослідження зі сформульованою метою *«розробити науково обґрунтовані методичні рекомендації для інженерів-конструкторів»* бажаний відповідний підхід до структурованості виконання робіт та викладення їх результатів. Більша частина зауважень наведена далі з акцентом на такі вимоги. Зауваження не є такими, що впливають на висновки щодо оцінки дисертації в цілому.

- 1) Матеріали існуючих досліджень представлені дещо непропорційно. Так, наведено зайвий об'єм відомостей довідкового характеру:
 - а) Посилання на певні дані, отримані для залізничних коліс (с. 39-41) не є інформативними по причині принципів відмінностей характеру

навантажень, великої швидкості, підвищеної температури поверхні при боксуванні та в режимі замикання гальмівних накладок, конічної форми ободу тощо.

- б) Тема конічних ходових коліс. Особливості переїзду таких коліс через стик в дисертації не аналізувався.
 - в) Дані стосовно загальних особливостей конструкції та роботи механізмів пересування та кранових коліс (с. 22-38) не мають прямого відношення до теми роботи..
- 2) Наступні моменти можуть містити неточності:
- а) Поточне зауваження викликане неодноразовими згадками в роботі конічних коліс. Такі колеса в минулому мали певне застосування на кранах переважно на підприємствах США, але у зв'язку з негативним досвідом експлуатації, наприклад, прискореним несиметричним зношенням рейок, особливо у разі важкого режиму роботи, ці колеса на сьогодні використовуються лише в одиничних випадках.
 - б) С. 27: «експлуатація показує, що строк служби ходових коліс при наявності роздільного привода найнижчий, тому що кран набуває більшої рухомості у горизонтальній площині: при невеликій різниці опорів пересування на сторонах кран легко повертається, досягаючи граничного перекосу, тривалість силового контакту реборд з рейками і їх взаємне опрацювання при цьому збільшується». Це ствердження є дискусійним, оскільки згідно до діючої методики викладеної в ДСТУ EN 15011-2022, бічна сила прикладена до реборди опорного колеса суттєво збільшується при використанні механічно/електрично з'єднаних приводів сторін завдяки дії сил зчеплення у поздовжньому напрямку.
 - в) С. 17: «Більш як 90% кранових коліс виходять з ладу з причини зносу реборд». Це вірно при кутах відхилень коліс в плані більших за 0,0005. У зв'язку з тенденцією покращення якості вирівнювання коліс більш актуальним вважається зношення циліндричних поверхонь коліс. Офіційна методика оцінювання ресурсу реборд відсутня.
 - г) На с. 44 згадуються ударні навантаження при входженні реборд в контакт з бічними поверхнями рейок. Поперечна швидкість коліс є дуже малою, тому сила удару, яка, орієнтовно, пропорційна квадрату цієї швидкості, є малою.
 - д) Передбачається відстеження вимог діючих норм. Відсутність відповідних посилань або наведення не актуальної інформації є недоліком. Значення зазору та висоти сходинки на с. 18, с 64

відрізняються за величиною та наведені без посилання на конкретні норми.

3) Дисертант продемонстрував розуміння відмінностей процесів при русі на сходинку та зі сходинки. Були розібрані обидва випадки, але перевага була віддана саме аналізу руху зі сходинки тому, що цей процес є більш складним. З цього приладу є окремі зауваження:

а) С. 79: «Розрахунки показали приблизно однакову функціональну залежність динамічних навантажень і при зустрічній і при попутній сходинках. Динамічні навантаження залежать від висоти сходинки, швидкості пересування і жорсткості ходової системи [67]». В цитованій роботі Н.А. Лобова основні результати отримані при експерименті на крані вантажопідйомністю 20/5т, прогоном 22,5 м та швидкістю переміщення 1,33 м/с. Стик з перепадом висоти 2,5 мм був розташований між колонами підкранового шляху. Величини сил при різних напрямках руху, дійсно, були близькими. Але процеси переїзду стику у зустрічному та попутному напрямках є принципово різними, тому результати розрахунків/експериментів необхідно отримувати окремо.

б) Попутний переїзд виконується в 2 етапи. На 1-му етапі можливі 3 закони руху в залежності від швидкості поздовжнього переміщення – без відриву від сходинки, з відривом після повертання на певний кут та з миттєвим відривом (в порядку збільшення швидкості переміщення крана). Тому методика повинна містити формулу для визначення закону руху до удару, що не було зроблено. В роботі враховується вільне падіння формула (3.37). Є підстави вважати, що числовий приклад, який був наведений для порівняння з результатами експерименту, відповідає відкладеному відриву колеса. Найбільш коректним було б розширити діапазон експериментальних графіків вліво з метою уточнення тривалості першого етапу.

в) При дослідженому попутному переїзді можливе додаткове вертикальне прискорення під дією пружних сил з боку конструкції крана та підкранової балки. В поточному дослідженні факт наявності цих сил не був зафіксований як теоретично, так і експериментально.

4) Є зауваження стосовно відповідності окремих висновків за текстом розділу 2. Пункти висновків 4 та 5 до розділу 2 стосовно динамічних навантажень при переїзді через стики та використання амортизуючих прошарків з полімерних матеріалів під рейкою у місці стиків наведено без зв'язку з текстом розділу - ці питання не розглядались в розділі.

5) Було складно розібратись в позначеннях величин з подвійними індексами, що входять в рішення рівняння руху під час взаємодії коліс зі сходиною (формули 3.29-3.35) без додаткових пояснень.

Формулювання на с. 62: «Тому необхідна експериментальна оцінка динаміки пересування кранів різної конструкції по різних крановим шляхам.» можна розцінювати як тему для продовження, безумовно, важливих досліджень.

10. Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

Вважаю, що науковий рівень виконання дисертації є високим, дисертація є завершеною науковою працею, що містить актуальні та достовірні результати, які свідчать про складність проведених досліджень та їх прикладну цінність для галузі знань «Механічна інженерія». Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (із змінами) та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. (із змінами), а її автор Перевозник Ігор Анатолійович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування».

Кандидат технічних наук,
доцент кафедри підйомно-транспортних
машин і обладнання
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»


Ольга ТУРЧИН

Вчений секретар Вченої ради
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»



Максим МАЛЬКО