

ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук, доцента **Стрільця Володимира Миколайовича** на дисертаційну роботу аспіранта Федика В.В. „Вплив геометричних параметрів на навантажувальну здатність опорно-поворотного пристрою автокранів”, що подана до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.02 – машинознавство

Актуальність теми дисертації. Машинобудування будь-якої країни ставить задачі з покращення існуючих та розробки нових технічних засобів такі, як збільшення термінів роботи, підвищення надійності, збільшення навантажувальної здатності, покращення ефективності експлуатації. Ці задачі у галузі загострюються тим, що сучасний машинний парк країни не у повній мірі відповідає нагайним вимогам технічного розвитку. Особливо це стосується основних деталей та складальних одиниць кранобудування та експлуатації автокранів. Це у значній мірі стосується їхніх опорно-поворотних пристроїв, що часто лімітують термін роботи всієї машини.

Тому в даній роботі поставлена та успішно розв’язана актуальна задача з покращення їх конструктивних, силових характеристик, які уможлиблюють підвищення терміну функціонування та спрощення процесу експлуатації. Особлива увага автора приділена підвищенню ефективності роботи опорно-поворотних пристроїв застосуванням модифікованих тіл кочення, що уможлиблює зменшення моменту сил тертя в робочій зоні та покращення експлуатаційних характеристик. Наведене у сукупності визначає актуальність дисертаційної роботи.

Наукова новизна отриманих результатів визначається покращенням ефективності опорно-поворотного пристрою застосуванням розробленої нової конструкції та запропонованими аналітичними залежностями, які уможлиблюють обґрунтування його кінематичних, силових параметрів і міцності, для цього вперше розв’язані такі задачі:

– запропоновано аналітичні вирази для визначення швидкостей ковзання роликів опорно-поворотних пристроїв автокранів з урахуванням торцевого геометричного їх тертя;

– розроблено математичні моделі для проведення силового аналізу опорно-поворотного пристрою автокранів з визначенням максимальних значень осьових зусиль і обертального моменту, що навантажують елементи опорно-поворотного пристрою;

– методом скінчених елементів отримано закономірності розподілення контактних напружень на торцях і за довжиною традиційних і модифікованих роликів, що дозволило встановити реальний напружено-деформований стан опорно-поворотних пристроїв автокранів;

– науково обґрунтовано алгоритм та методику експериментального підтвердження ефективності застосування модифікованих роликів визначенням моментів опору в опорно-поворотному пристрою з традиційними та новими тілами кочення

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що використання отриманих результатів істотно підвищує ефективність опорно-поворотного пристрою автокранів. Розроблені у роботі аналітичні залежності, методики для практичних комп'ютерних розрахунків можуть бути використані при проектуванні та експлуатації відповідальних пристроїв машин. Інженерна методика кількісного аналізу напружено-деформованого стану тіл кочення, що запропонована в дисертації, може бути використана на етапах проектування та експлуатації кранів. Має також практичну цінність запропонований алгоритм проведення експериментальних випробувань опорно-поворотних пристроїв, який може бути використаним у лабораторних та виробничих умовах. Запатентовані конструкції опорно-поворотного пристрою з модифікованими тілами кочення, обмежувачі обертального моменту та рекомендації щодо вибору їх параметрів впроваджено у виробництво на ПАТ “Дрогобицький автокрановий завод”, а розроблена дослідна установка і методична розробка для проведення лабораторної роботи впроваджені в навчальний процес на

кафедри деталей машин Національного університету „Львівська політехніка”, що підтверджується відповідними актами про впровадження.

Ступінь обґрунтованості наукових положень та достовірність результатів. За змістом дисертації та автореферату впливає, що наукові положення, висновки, отримані результати проведеного автором дослідження та рекомендації щодо застосування і практичного використання достатньо обґрунтовані і їх достовірність з прийнятною точністю підтверджена кількісно проведеними натурними експериментами.

Обсяг та структура дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку літературних джерел зі 150 назв, із них 16 іноземною мовою, містить 4 таблиці, 48 рисунків і додатки. Загальний обсяг роботи 138 сторінок.

У вступі повно обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та задачі досліджень, окреслено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено інформацію про апробацію результатів теоретичних і експериментальних досліджень та публікації, що включають в себе основні положення роботи.

У першому розділі проведено порівняльний аналіз відомих результатів дослідження навантажувальної здатності опорно-поворотних пристроїв кранів на основі вітчизняних і закардоних літературних джерел. Установлено основні особливості розрахунку деталей пристроїв цього класу, специфіки їх експлуатації, ремонту, довговічності, надійності тощо.

Наголошується на тому, що, одночасно з великим обсягом наукових досліджень в кранобудівництві, залишаються проблеми довговічності та надійності опорно-поворотних пристроїв автокранів. Першою чергою це пояснюється практично відсутністю уточненого розрахунку кінематичних параметрів з урахуванням торцевого геометричного тертя роликів по бігових доріжках сусідніх тіл кочення та напружено-деформованого стану контактуючих деталей з урахуванням впливу геометричних параметрів основних елементів пристрою. Розв'язуванню цієї задачі присвячена дана робота, з якою аспірант успішно справився. У висновках до розділу на основі

проведеного аналізу відомих літературних джерел чітко сформульовано етапи розв'язку основної задачі дисертації.

Другий розділ „Кінематико-геометричні залежності в опорно-поворотних пристроях (ОПП) автокранів з роликівими тілами кочення” присвячено розгляду кінематико-геометричним залежності в опорно-поворотному пристрою автокранів з роликівими тілами кочення. Потреба у таких дослідженнях продиктована двома важливими обставинами. Це: зміною кута нахилу геометричної осі роликів до основної осі обертання рухомої частини крана з 35^0 і 55^0 на 45^0 і потребою уточненого розрахунку кінематично-силових чинників опорно-поворотного пристрою автомобільних кранів.

У розділі визначено та досліджено:

– кінематичні параметри процесу кочення та ковзання роликів відносно робочих поверхонь бігових доріжок кілець і вінця опорно-поворотних пристроїв з традиційною формою роликів;

– аналітичні залежності, що описують швидкості ковзання контактуючих елементів і кількісні їх значення;

– основні чинники, що впливають на величину швидкості ковзання, для уможливлення розробки рекомендацій з покращення режиму функціонування опорно-поворотного пристрою автокранів.

Для розв'язування цих задач розроблено відповідні розрахункові схеми, на основі яких вперше запропоновано аналітичні вирази, що описують геометричні параметри та швидкості ковзання елементів опорно-поворотного пристрою. Основним результатом, що є важливим для практики, це те, що автором переконливо доведена необхідність врахування торцевого геометричного тертя традиційних роликів та запропонована нова конструкція пристрою, який уможливорює усунення цього негативного явища. Ця конструкція опорно-поворотного пристрою признана новою з виданням патенту України на корисну модель.

Третій розділ „Силова взаємодія та навантажувальна здатність опорно-поворотних пристроїв автокранів” присвячено теоретичним дослідженням силової взаємодії основних елементів та навантажувальної здатності опорно-

поворотного пристрою автокранів. Розроблено необхідні розрахункові схеми для визначення допустимих навантажень тіл кочення, з'єднувальних болтів, осьових зовнішніх зусиль та обертальних моментів, які разом характеризують навантажувальну здатність всього опорно-поворотного пристрою.

Отримано аналітичні вирази для визначення навантажувальної здатності елементів ОПП за максимальним моментом та осьовою силою з визначенням їхніх максимальних значень.

На основі класичної теорії міцності виконано великий обсяг теоретичних досліджень навантажувальної здатності за контактним напруженням основних деталей пристрою. Вдало прийнято наближену до реальної конструкції розрахункову схему, а класичну умову міцності зведено до спрощеного вигляду, зручного для практичного використання на етапі їх проектування.

Дослідження навантажувальної здатності пристрою проведено теоретично та методом скінчених елементів виконано кількісний аналіз напружено-деформованого стану в робочій зоні з традиційними та модифікованими роликами. Для цього використано програмний продукт CosmosWorks, який є інтегрованим в середовище проектування SolidWorks, розроблено твердотільні моделі опорно-поворотного пристрою з традиційними та модифікованими роликами, що дозволило розв'язати поставлені завдання кількісного аналізу напружено-деформованого стану у місцях силової взаємодії тіл кочення з робочими поверхнями бігових доріжок кільця та півобойм пристрою.

Практична цінність цього розділу роботи полягає у визначенні закономірностей зміни контактних напружень на всіх ділянках робочої зони деталей пристрою з встановленням небезпечних місць та кількість більш навантажених тіл кочення. Переконливо доведено, що максимальні навантаження припадають на 3 – 4 ролики, що розташовані під навантаженою стрілою крана. Новим тут є також виявлене явище контактної взаємодії двох тіл з великою різницею радіусів кривини таке, що максимальні контактні

напруження мають місце не на теоретичній лінії доторкання, а їх піки зміщуються на деяку відстань.

За отриманими результатами підтверджена ефективність застосування модифікованих роликів тим, що вони істотно згладжують торцевий ефект, а саме на їхніх торцях підстерігається зменшення величини контактних напружень.

У четвертому розділі проведено експериментальні дослідження силової взаємодії між основними деталями опорно-поворотного пристрою з традиційними та модифікованими роликами. Тут сформульовано мету дослідів, описано запроектоване та виготовлене устаткування для проведення дослідів і проаналізовано результати дослідної перевірки ефективності застосування запатентованого опорно-поворотного пристрою.

Доцільно наголосити на вдалому розроблені універсальної моделі опорно-поворотного пристрою, яка допускає зручне переналагоджування дослідної установки з урахуванням можливостей застосування традиційних і модифікованих роликів. Тілами кочення вдало вибрано ролики стандартного підшипника 2306 середньої серії, що мають діаметр і довжину - 10 мм.

Модифікування цих роликів полягає у алмазному шліфуванні зовнішніх їх торців, а для рівномірного затягування з'єднувальних болтів пристрою розроблено, виготовлено і апробовано обмежувач обертового моменту, на конструкцію якого отримано 2 патенти на корисну модель.

У розділі виконано великий обсяг вимірів рушійної сили на початку руху поворотної частини установки з навантаженням на стрілі 48 Н, 56 Н та 98, 5 Н для різних початкових положень з кутовим кроком 10^0 .

Експериментально підтверджено ефективність застосування модифікованих роликів для опорно-поворотного пристрою автокранів тому, що це зменшує момент тертя під час обертання майже в два рази (1,86 разів), а збільшення зовнішнього навантаження в два рази приводить до незначного погіршення (близько 7%) ефективності роботи пристрою.

Загальні висновки і рекомендації, що наведені в дисертації, відображають результати виконаного дослідження, є конкретними і корисними

для теоретичних і практичних розрахунків, проектування та експлуатації опорно-поворотних пристроїв автокранів і машин, що оснащуються такими відповідальними складальними одиницями.

Ступінь апробації отриманих автором результатів є достатньо повним. За темою дисертаційної роботи опубліковано 29 наукових праць, а саме: 15 статей у фахових виданнях, що затверджені МОН України, одна з них англійською мовою; три статті в зарубіжних виданнях; три патенти України на корисну модель; 8 тез доповідей на конференціях і наукових симпозиумах різних рівнів.

Оцінюючи дисертацію Федика В.В. в цілому, вважаю, що вона має цілісний і завершений характер, розв'язує важливу науково-прикладну задачу, що пов'язана з потребою вдосконалення опорно-поворотних пристроїв автокранів. Є підстави вважати, що дисертація виконана автором самостійно і на високому науковому рівні.

Автореферат дисертації у стислій формі відображає всі основні положення дисертаційної роботи і дає достатню уяву про ступінь новизни та практичне значення отриманих результатів.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. Доцільно було б у дисертації розглянути питання, наприклад, у якій мірі отримані результати і рекомендації можуть бути застосовані до інших машин подібного класу, а не обмежуватись опорно-поворотним пристроєм автокранів.

2. У розділі „актуальність теми” доцільно було б привести відомості про обсяг застосування опорно-поворотних пристроїв з перехресними роликками у кранобудівництві.

3. У першому розділі забагато проаналізовано літературних джерел, окремі із яких не тісно пов'язані з напрямком дисертації, за рахунок яких можна було б скоротити обсяг першого розділу.

4. У другому розділі наведено конструкцію запатентованого опорно-поворотного пристрою, але доцільно було б детальніше розглянути питання, що пов'язані з особливостями його функціонування, способів складання і модифікування тіл кочення тощо.

5. Автором запатентовано також дві конструкції обмежувача обертального моменту, але принципів їх особливостей у роботі не пояснено. Було б доцільним також розробити методику розрахунку його геометричних і жорсткісних параметрів від бажаного діапазону сили попереднього затягування гайок з'єднувальних болтів пристрою.

6. Важливе значення для теорії і практики мають результати досліджень контактної взаємодії між деталями з великою різницею кривини робочих поверхонь, але нове явище зміщення піку контактних напружень доцільно було б пояснити в роботі повніше.

7. На жаль в тексті дисертації зустрічаються невдалі вирази, деякі описки і окремі рисунки в авторефераті не достатньо чіткі.

Вважаю за потрібне наголосити, що наведені зауваження не мають вирішального значення і не зменшують наукового рівня дисертаційної роботи та практичної цінності отриманих результатів. Здебільшого вони мають рекомендаційний характер і направлені на доповнення змісту дисертації та її покращення.

Загальний висновок

Дисертаційна робота аспіранта Федика В.В. є завершеною науковою працею, в якій розв'язана важлива науково-прикладна задача з удосконалення опорно-поворотного пристрою автокранів.

Дисертація повністю відповідає паспорту спеціальності 05.02.02 – машинознавство.

Дисертаційна робота на тему „Вплив геометричних параметрів на навантажувальну здатність опорно-поворотного пристрою автокранів” виконана на належному науковому рівні, відповідає вимогам МОН України, що ставляться до кандидатських дисертацій, а її автор, Федик Василь Володимирович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.02 – машинознавство.

Офіційний опонент,

кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування, заслужений винахідник України

В.М. Стрілець

Підпис Стрільця В. М. - засвідчується

Вчений секретар Національного університету

водного господарства та природокористування

доцент



В.І. Давидчук