

ВІДГУК

офіційного опонента докт. техн. наук, професора Горбая Ореста Зеноновича на дисертаційну роботу здобувача Чуфуса Василя Михайловича на тему «Інтенсифікація охолодження фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок для підвищення їх ефективності», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії PhD (кандидата технічних наук), галузь знань 13 – Механічна інженерія, спеціальність 131 – Прикладна механіка

1. Актуальність теми дослідження

Пари тертя у гальмівних пристроях є одними з основних вузлів гальмівних систем автомобільного, залізничного та авіаційного транспорту і іншої техніки. Гальма повинні гарантувати безпеку пасажирів і вантажів, надійність і стабільність експлуатаційних параметрів обладнання незалежно від терміну його експлуатації, високі трибологічні характеристики матеріалів пар тертя за будь-яких погодних умов. Зазначені вимоги визначаються фізико-механічними, конструктивними і зносо-фрикційними характеристиками використовуваних матеріалів, а також термодинамічними умовами роботи фрикційного вузла. При цьому важливу роль відіграє примусове охолодження пар тертя.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх вірогідність та повнота викладення в опублікованих працях

Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані за результатами теоретичних й експериментальних досліджень, є достатньо обґрунтованими. Для отримання результатів досліджень нових конструкцій фрикційних вузлів розроблено методи і засоби.

Дисертаційні дослідження спираються на загально прийняті серед технічних наук методологію наукового пізнання, теоретико-експериментальні методи і засоби. Теоретичною основою даної дисертації є наукові праці проф. О. І. Вольченка в області теорії, розрахунку та проєктування стрічково-колодкових

гальм бурових лебідок. Інформаційною базою дисертаційної роботи є результати власних наукових досліджень здобувача, а також результати теоретичних й експериментальних досліджень визнаних фахівців, викладені у науково-технічних періодичних виданнях України та країн ближнього і далекого зарубіжжя. Під час проведення лабораторних випробувань здобувачем використано законодавчі й нормативні акти стосовно режимів роботи стрічково-колодкових гальм бурових лебідок.

Розв'язання поставлених у дисертаційній роботі завдань здійснено на засадах загально визнаних принципів синтезу й аналізу, найсучасніших здобутків з математичного моделювання з використанням методів аналітичної механіки, теорії теплопровідності й теплопередачі, диференціального та інтегрального числення. При розв'язку оптимізаційних задач використано багатокритеріальний метод із залученням локальних і комплексних критеріїв для визначення раціональних конструктивних та експлуатаційних параметрів досліджуваних фрикційних вузлів. При виконанні теоретичних й експериментальних досліджень використано такі методи: аналітичний; числовий; комп'ютерного моделювання та експериментальний для встановлення закономірностей зміни експлуатаційних і термодинамічних параметрів пар тертя нових конструкцій; математичної статистики і регресивного аналізу при обробці експериментальних даних; основи теорії теплопровідності й теплопередавальних процесів, що відбуваються на поверхнях елементів тертя при їх примусовому повітряно-нанорідинному охолодженні, а також гідродинаміки нанорідини в камері охолодження.

Дисертаційна робота пройшла апробацію, а її основні положення доповідались на міжнародних науково-технічних і науково-практичних конференціях.

За темою дисертації опубліковано 14 наукових праць, з яких 13 статей – у фахових виданнях України та інших країн, одну статтю зареєстровано в базі даних Scopus, а також матеріали оприлюднені на чотирьох міжнародних науково-практичних конференціях.

3. Наукова новизна отриманих результатів полягає в формуванні гранично меж допустимої температури для матеріалу фрикційної накладки при експлуатації стрічково-колодкових гальм. При цьому вперше:

- сформульовано і розв'язано математичну задачу оптимізації експлуатаційних параметрів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок з урахуванням критеріїв оптимальності та обмежень, що накладаються на їх фрикційні вузли. Розглянуто локальні та комплексні критерії оптимальності елементів фрикційних вузлів гальм;

- запропоновано метод багатокритеріального проектування фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм з урахуванням їх експлуатаційних параметрів при функціональних і параметричних обмеженнях;

- здійснено вибір металевих наночастинок для рідинної камери охолодження складеного гальмівного шківа та оцінено теплопровідні й гідродинамічні властивості нанорідини при її взаємодії з поверхнями шківа. Його енергонавантаженість знизилася до 25%;

- інтенсифіковано різні види теплообміну в складеному гальмівному шківі, який має камеру, заповнену нанорідиною. Повітряні потоки циркулюють в кільцевих об'ємах ободу, утворених перегородками з наскрізними отворами. У такій конструкції шківа присутні такі види теплообміну: кондуктивний крізь металеві елементи і нанорідину, конвективний і випромінюванням. При цьому значно зменшується градієнт об'ємної температури.

4. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості цілеспрямованого автоматичного керування енергонавантаженістю удосконаленого гальмівного шківа стрічково-колодкового гальма на основі:

- правильного вибору матеріалу наночастинок з високим коефіцієнтом теплопровідності λ , який значно перевищує λ матеріалу ободу складеного шківа;

- раціонального вибору матеріалів для металевих елементів пари тертя з урахуванням їх трибоЕРС, електронних і теплофізичних властивостей;

- визначення допустимих меж зміни градієнтів: поверхневих та об'ємних температур, механічних і температурних напружень, коефіцієнтів теплопередачі з урахуванням їх причинно-наслідкового зв'язку.

5. Оцінка змісту роботи в цілому

Дисертація складається з чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, який містить 106 найменувань, і сімох додатків. Основну частину дисертації викладено на 136 сторінках комп'ютерного набору. Дисертація містить 59 рисунків і 36 таблиць.

У **першому розділі** докладно проаналізовано: особливості конструкцій та роботи стрічково-колодкових гальм бурових лебідок, фрикційні вузли яких представлено у вигляді трибологічних систем; рівень енергонавантаженості та схеми циркуляції теплових струмів у конструктивних елементах гальмівних шківів; енергетичний баланс приповерхневого шару накладки і його вплив на формування режиму роботи металополімерної пари тертя; тепловий баланс фрикційних вузлів гальма; механізми зносу мікровиступів тертьових поверхонь і передумови утворення мікротріщин на робочій поверхні ободу шківа.

До зауважень:

Відсутній критичний аналіз ефективності відомих конструкцій гальм з прямим і непрямим примусовим повітряним і рідинним охолодженням пар тертя.

Другий розділ присвячено оптимізації конструктивних й експлуатаційних параметрів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок.

Сформульовано й розв'язано математичну задачу оптимізації конструктивних й експлуатаційних параметрів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок з урахуванням критеріїв оптимальності та обмежень, що накладаються на їхні фрикційні вузли. Розглянуто локальні й комплексні критерії оптимальності конструктивних елементів фрикційних вузлів гальма.

Запропоновано метод багатокритеріального проєктування елементів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм для визначення їхніх

експлуатаційних параметрів з урахуванням функціональних і параметричних обмежень.

До зауважень:

На стор. 77 згадуються показники якості (експлуатаційні параметри пар тертя гальма), а також ступінь застосовування стандартних і уніфікованих деталей у складі загального коефіцієнта застосовуваності. Проте думка не набула розвитку.

У **третьому розділі** проведено теоретичні й експериментальні дослідження примусового повітряно-нанорідинного охолодження складеного гальмівного шківів бурової лебідки і наведено результати цих досліджень.

До зауважень:

При розгляді серійного гальма в процесі гальмування реалізується поздовжньо-поперечна зміна напрямку руху потоків повітря, яке омиває його пари тертя. Нажаль, нічого не зазначено про ефективність такого виду охолодження.

На рис. 3.7 наведено якісні закономірності зміни параметрів процесу кипіння нанорідини в об'ємі камери шківів. Бажано вказати кількісну зміну зазначених параметрів.

У **четвертому розділі** розглянуто методи і засоби покращання ефективності фрикційних вузлів стрічково-колодкового гальма бурової лебідки.

До зауважень:

У підрозділі 4.1 необхідно було більш детально розглянути флуктуацію експлуатаційних параметрів модельного стрічково-колодкового гальма.

При побудові графічної залежності, наведеної на рис. 4.10 (стор. 155), об'єм складеного шківів умовно поділено на п'ять ділянок. Не зрозуміло, чому саме на п'ять

Наведені зауваження не знижують високий науковий рівень дисертаційної роботи, новизну та достовірність отриманих результатів дисертації.

Отримані в дисертаційній роботі закономірності та їх аналіз представляють собою завершене науково-практичне дослідження.

6. Відповідність розширеної анотації основним положенням дисертації

Зміст розширеної анотації у повній мірі відображає основні положення і результати дисертаційної роботи. Висновки, викладені у дисертації і розширеній анотації, повністю ідентичні.

7. Відсутність порушення академічної доброчесності.

У дисертаційній роботі Чуфуса Василя Михайловича на тему «Інтенсифікація охолодження фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок для підвищення їх ефективності», ознак академічного плагиату не виявлено. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

8. Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам

Актуальність теми дисертаційної роботи, наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в дисертації, дають підставу стверджувати, що вона відповідає вимогам п.п. 9, 10, 11 та 12 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» затвердженого Постановою КМУ № 167 від 06.03.2019 р. та Наказу МОН № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, має теоретичне і практичне значення. Виконана на високому науковому рівні та у повній мірі відповідає напрямкам наукових досліджень спеціальності 131 – прикладна механіка, за якою вона подана до захисту.

Наведені вище зауваження і дискусійні питання жодною мірою не зменшують важливість результатів, отриманих у дисертаційній роботі, а скеровані на подальший розвиток досліджень.

Вважаю, що автор дисертаційної роботи Чуфус Василь Михайлович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Офіційний опонент, доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри автомобілебудування Національного університету
«Львівська політехніка»

О. З. Горбай

