

Голові разової спеціалізованої вченої ради ДФ 58.052.016 Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу  
доктору технічних наук, старшому науковому співробітнику, доценту  
Роп'яку Любомиру Ярославовичу

**ВІДГУК  
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

доктора технічних наук, професора, професора кафедри автомобілів  
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя  
Гевка Івана Богдановича

на дисертаційну роботу Чуфуса Василя Михайловича «Інтенсифікація охолодження фрикційних вузлів гальм бурових лебідок для підвищення їх ефективності»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 131 – Прикладна механіка

**1. Актуальність теми дослідження**

На більшості підприємств різних галузей є ті або інші види машин, механізмів та обладнання, які працюють у пускових і гальмівних режимах. Це вказує на особливу роль виконавчих пристроїв і гальмівних механізмів, які реалізують необхідні експлуатаційні режими. Для забезпечення максимальної експлуатаційної ефективності транспортних і технологічних машин необхідно вирішувати питання обґрунтування їхніх раціональних конструктивних параметрів з урахуванням інтенсивності непрямого примусового охолодження металевого елемента тертя гальмівного механізму. Саме ці питання вирішуються у дисертаційній роботі Чуфуса Василя Михайловича, яка виконана в рамках держбюджетної тематики Д-4-15Ф з назвою проекту «Розробка наукових основ створення з'єднань з металополімерних композитних матеріалів та керування їх зносо-фрикційними і втомними властивостями», номер державної реєстрації №0115U002279.



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

Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані за результатами теоретичних й експериментальних досліджень, є достатніми та належним чином обґрунтованими. Для їх уточнення автором проведено необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, розроблено відповідні методи і методики, опубліковано отримані результати, та одержано патенти на винаходи.

Дисертаційні дослідження спираються на загальноприйняту в галузі технічних наук методологію наукового пізнання. Теоретичною основою роботи є наукові праці вітчизняних і закордонних учених у галузях загального і спеціального машинобудування. Інформаційною базою дисертаційної роботи є результати власних наукових досліджень здобувача, а також результати теоретичних й експериментальних досліджень визнаних фахівців, викладені у періодичних наукових виданнях України та інших країн. При проведенні промислових випробувань здобувачем використано законодавчі й нормативні акти стосовно режимів роботи пар тертя стрічково-колодкових гальм бурових лебідок при спуску колони бурильних труб у свердловину.

Розв'язання поставлених у дисертаційній роботі завдань здійснено на засадах: загально визнаних принципів проведення аналізу і синтезу, сучасних здобутків математичного моделювання з використанням методів аналітичної механіки, теорії теплообмінних процесів, диференціального та інтегрального числення. Для розв'язку оптимізаційних задач використано багатокритеріальний метод із залученням локальних і комплексних критеріїв.

При виконанні експериментальних досліджень здобувачем використано атестоване обладнання і перевірені засоби вимірювання. Результати експериментальних досліджень оброблялися із залученням комп'ютерних технологій і відповідного пакету прикладних програм.

Висновки за результатами дисертаційних досліджень є достовірними і підтверджуються даними експериментальних випробувань. Зокрема, дані, наведені у пунктах 1-4 висновків прекрасно узгоджуються з результатами теоретичних й



експериментальних досліджень, пункти 6 і 7 мають практичне значення для правильної експлуатації стрічково-колодкових гальм бурових лебідок.

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

За темою дисертації опубліковано 18 наукових праць, з яких 13 статей – у фахових виданнях України та інших країн, одна стаття є зареєстрованою в базі даних Scopus, дві праці одноосібні, а також матеріали чотирьох міжнародних науково-практичних конференцій.

### **3. Наукова новизна отриманих результатів**

Теоретично обґрунтовано і практично підтверджено концепцію системного підходу до аналізу і синтезу конструкцій та роботи енергоємних й ефективних складених гальмівних шківів з камерами, заповненими нанорідиною, яка охолоджує пари тертя стрічково-колодкових гальм бурових лебідок. При цьому вперше:

- запропоновано метод оцінки теплового балансу складеного гальмівного шківа з примусовою повітряно-нанорідинною системою охолодження, на основі якого здійснено його багатокритеріальне оптимізаційне проектування;
- розроблено теплову модель фрикційного вузла гальма з урахуванням трибологічних параметрів приповерхневих шарів металевих і неметалевих елементів тертя при примусовому повітряно-нанорідинному охолодженні їхніх поверхонь і визначено коефіцієнти теплопередачі крізь багатошаровий об'єкт та їхні градієнти;
- досліджено фази нанорідини при плівковому і бульбашковому кипінні та утворенні вологого насиченого і сухого пара по зонах нагрівання полірованої поверхні ободу шківа;
- виконано енергетичний синтез фрикційного вузла гальма й оцінено енергетичні рівні поверхневих і приповерхневих шарів його пар тертя з метою раціонального вибору фрикційних матеріалів.



#### **4. Практичне значення отриманих результатів**

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості цілеспрямованого керування енергонавантаженістю складеного гальмівного шківів стрічково-колодкового гальма бурової лебідки на основі:

збільшення площ матових і полірованих поверхонь шківів за рахунок поділу його на дві частини, між якими циркулює повітря навколишнього середовища;

правильного вибору матеріалу наночастинок для охолоджуючої рідини з дотриманням умови, що їхній коефіцієнт теплопровідності значно перевищує коефіцієнти теплопровідності матеріалів ободу шківів і стінок камери;

- раціонального вибору структурних компонентів матеріалів для елементів пари тертя з урахуванням їх трибоЕРС, електронних і теплофізичних властивостей.

#### **5. Оцінка змісту роботи в цілому**

Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел і додатків. Повний обсяг роботи викладено на 136 сторінках, додатки – на 50 сторінках, список використаних літературних джерел – на 13 сторінках. Дисертація містить 59 рисунків і 36 таблиць, список використаних літературних джерел складається з 106 найменувань.

**Перший розділ** присвячено аналізу тенденцій розвитку теорії, розрахунку і проектування фрикційних вузлів з примусовим охолодженням гальмівних пристроїв. На особливу увагу заслуговує інформація з підрозділу 1.5, яка стала основою подальших досліджень.

У **другому розділі** сформульовано і вирішено задачу оптимізації конструктивних та експлуатаційних параметрів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок з урахуванням критеріїв оптимальності та обмеження, а також локальних і комплексних критеріїв. Приділено увагу формуванню напруженого стану ободу гальмівного шківів та аналітично визначено напруження. Здійснено оптимальне проектування фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок.



У третьому розділі за результатами теоретичних досліджень розроблено програму і методику проведення експериментальних досліджень модельного стрічково-колодкового гальма в лабораторних умовах. Досліджено інтенсивність непрямой системи вимушеного повітряного охолодження, яка функціонує при обертанні гальмівного шківів. Наведено результати експериментальних досліджень енергонавантажності складених шківів з нанорідинним охолодженням в лабораторних умовах. При дослідженні інтенсивності рідинного охолодження внутрішньої полірованої поверхні ободу шківів розглянуто: динаміку руху рідини; визначено шлях переміщення її шарів; встановлено співвідношення між термодинамічними параметрами пограничного шару і зовнішнього потоку циркулюючої рідини; досліджено теплообмінні процеси при омиванні рідиною стінок камери складеного шківів.

У четвертому розділі наведено результати з покращання ефективності фрикційних вузлів стрічково-колодкового гальма бурової лебідки. Досліджено вплив інтенсивності проходження енергетичних процесів, наявності подвійних електричних, адсорбційних і дифузійних шарів на величину виникаючих потенціалів, які є рушійною силою усіх процесів при термоелектромеханічному терті. Установлено вплив різних факторів на крекінг-процес у верхніх шарах робочої поверхні накладки. Наведено схеми циркуляції нанорідинних потоків в умовах теплообміну в камері системи охолодження ободу шківів. Розділ завершується визначенням оптимальних конструктивних й експлуатаційних параметрів різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм.

## **6. Відповідність розширеної анотації основним положенням дисертації**

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



## **7. Основні зауваження по роботі**

### **Зауваження до першого розділу:**

1. Було б доцільно більше уваги звернути на склад фрикційних матеріалів, які використовуються у парах тертя гальмівних пристроїв.

2. Потребують детальнішого опису підмоделі макротеплоутворення, теплопровідності й теплопередачі.

### **Зауваження до другого розділу:**

1. На рис. 2.1 відсутнє пояснення накладених обмежень по основному і додатковому теплових потоках, що генеруються на заземленій і вільній ділянках робочої поверхні ободу шківів.

2. Через стислий опис принципу роботи удосконалених фрикційних вузлів стрічко-колодкового гальма бурової лебідки не зовсім зрозуміла їхня перевага, порівняно із серійними парами тертя.

### **Зауваження до третього розділу:**

1. У підрозділі 3.1 при аналізі інтенсивності конвективного теплообміну необхідно було розглядати окремо вільний і вимушений теплообміни.

2. У підрозділі 3.5 необхідно було зазначити, що бульбашковий режим кипіння нанорідини є небезпечним з точки зору перебігу теплообмінних процесів та його впливу на рівень енергонавантаженості внутрішньої частини ободу шківів.

### **Зауваження до четвертого розділу:**

1. У підрозділі 4.1 відсутнє чітке пояснення ролі окислювально-відновлювального потенціалу на формування подвійних електричних шарів у трибоспряженні при фрикційній взаємодії.

2. Логічніше було б інформацію про нанорідину навести у першому розділі роботи.

## **8. Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам**

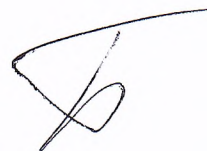
Актуальність теми дисертаційної роботи, наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в ній, дають підставу стверджувати, що вона

відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою КМУ №576 від 24.07.2013.

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, яка має наукову новизну, теоретичне і практичне значення. Виконана на високому науковому рівні та у повній мірі відповідає паспорту спеціальності 131 – Прикладна механіка, у ній висвітлено напрямки дослідження, які зазначено у даному паспорті.

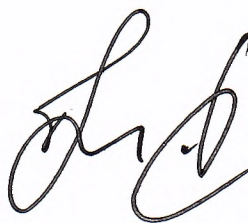
Вважаю, що автор дисертаційної роботи «Інтенсифікація охолодження фрикційних вузлів гальм бурових лебідок для підвищення їх ефективності» Чуфус Василь Михайлович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії PhD за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Опонент: доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри автомобілів  
Тернопільського національного технічного  
Університету імені Івана Пулюя



І. Б. Гевко

Підпис д.т.н., проф. Гевка І.Б.  
Засвідчую:  
Проректор з наукової роботи ТНТУ  
д.т.н., професор



Марущак П.О.