622.245.3
В72

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Вольченко Дмитро Олександрович

УДК 62-592.113

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРІЧКОВО-КОЛОДКОВИХ ГАЛЬМ БУРОВИХ ЛЕБІДОК

Спеціальність 05.05.12 – Машини нафтової і газової промисловості

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ – 2004

Дисертацією є рукопис.
Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор **Крижанівський Євстахій Іванович**, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, завідувач кафедрою нафтогазового обладнання, ректор.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор **Дрогомирецький Ярослав Миколайович,** Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, професор кафедри зносостійкості та відновлення деталей

кандидат технічних наук, доцент **Бондаренко Леонід Миколайович,** Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, доцент кафедри будівельних та дорожніх машин

Провідна установа: **Національний університет "Львівська політехніка",** кафедра "Деталі машин".

Захист від[redacted] еціалізованої вченої ради Д[redacted] му університеті нафти і га[redacted], 15.

З дисерта[redacted] отеці Івано-Франківського[redacted] за адресою: 76019, м.Івано[redacted]

Авторефер[redacted]

Вчений се[redacted] спеціалізо[redacted] та О.В.

НТБ
ІФНТУНГ
an703

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вирішення важливої для України проблеми забезпечення паливно-енергетичного комплексу енергоресурсами вимагає прискорення темпів проходки свердловин із застосуванням нових та удосконалених конструкцій нафтогазового обладнання, яке відповідало б регламентованим нормам його експлуатаційної надійності. Працездатність та ефективність бурової установки в значній мірі залежить від правильного вибору конструктивних та експлуатаційних параметрів фрикційних вузлів стрічково-колодкового гальма.

Збільшення швидкості буріння досягається шляхом інтенсифікації спускопіднімальних операцій, що, в свою чергу, веде до значної динамічної навантаженості фрикційних пар стрічково-колодкового гальма бурової лебідки, і як наслідок, до високого теплового стану їхніх пар тертя. Тому важливу роль в даній проблемі відіграє низка методів і засобів покращення експлуатаційних параметрів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок, як використанням в них двох поверхонь тертя, так і зменшенням кількості вмикань в роботу допоміжного гідродинамічного гальма, а разом з тим і часу, який відводиться на одне його вмикання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тематика роботи є частиною планових державних науково-дослідних робіт з розвитку нафтопромислового комплексу України і базується на результатах держбюджетних науково-дослідних робіт "Наукові обґрунтування раціональних режимів роботи та вибір основних параметрів бурового обладнання", номер державної реєстрації №0195U026337. Виконання цих робіт передбачене координаційним планом Міністерства освіти і науки в галузі "Наукові основи розробки нових технологій видобутку нафти і газу з метою одержання високоякісних моторних палив, мастильних матеріалів, допоміжних продуктів і необхідної сировини". Даний план входить до складу національної програми "Нафта і газ України до 2010 року".

Мета і задачі дослідження. Мета роботи – покращення експлуатаційних параметрів нових та удосконалених існуючих конструкцій фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок шляхом керування їхньою динамічною та тепловою навантаженістю.

На захист виносяться наступні задачі:

- провести системний аналіз закономірностей зміни величин експлуатаційних параметрів різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм;

- встановити закономірності зміни величин основних експлуатаційних параметрів різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм;

- оцінити деформації набігаючої та збігаючої гілок стрічки і встановити їхній вплив на кутове переміщення кривошипа колінчастого вала гальма бурової лебідки;

- запропонувати методику розрахунку кутового переміщення рухомих накладок на шківі для встановлення його впливу на стан пружних елементів у фрикційних вузлах нетрадиційного гальма при різних режимах гальмування;

- розробити методику визначення раціональної величини кроку фрикційних накладок і спосіб їхнього розміщення по довжині стрічки для забезпечення прогнозованого перерозподілу питомих навантажень між парами тертя у фрикційних вузлах серійного гальма;

- запропонувати конструкцію охолоджувального термоелектричного пристрою та спосіб вирівнювання теплонавантаженості пар тертя по довжині стрічки у серійному гальмі;

- оцінити довговічність фрикційних накладок в нових та удосконалених конструкціях фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок.

Об'єкт дослідження. Фрикційні вузли стрічково-колодкових гальм бурових лебідок, особливості конструкції та умови роботи.

Предмет дослідження. Закономірності зміни експлуатаційних параметрів різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок при різній динамічній і тепловій навантаженості.

Методи дослідження. Дослідження проводилися з використанням числових методів, методів математичної статистики і регресійного аналізу, а також загальновідомих і оригінальних методик експериментальних досліджень. Зокрема, використовувались методики розрахунку: деформацій елементів гальмівної системи; тертя гнучких елементів, що охоплюють гальмівний шків та його фрикційні накладки; кінетостатики при оцінюванні динамічної навантаженості та переміщення елементів фрикційних вузлів; динамічної та теплової навантаженості при прийнятті оптимальних рішень при конструюванні різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок з покращеними експлуатаційними параметрами.

Наукова новизна отриманих результатів. Теоретично обгрунтована та практично підтверджена низка методів та засобів покращення експлуатаційних параметрів різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок, що зумовило можливість цілеспрямованого досягнення квазівирівнювання динамічної і теплової навантаженості в їхніх парах тертя. При цьому:

- вперше запропоновані методики розрахунку основних експлуатаційних параметрів (зусиль натягів і деформацій гальмівної стрічки, загальної деформації елементів гальмівної системи, відстані між накладками, охоплених і неохоплених гальмівною стрічкою при завершенні процесу гальмування) гальма з рухомими фрикційними накладками;

- вперше встановлені закономірності зміни експлуатаційних параметрів гальма з рухомими фрикційними накладками в залежності від їхньої ширини;

- дістали подальший розвиток елементи теорії перерозподілу питомих навантажень та вирівнювання теплонавантаженості в парах тертя набігаючої та збігаючої гілки стрічки серійного гальма;

- удосконалено та запропоновано пристрої для: підвищення ефективності затягування гальмівної стрічки; збільшення коефіцієнта взаємного перекриття пар тертя та високоефективного їхнього охолодження.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновані методи та низка засобів покращення експлуатаційних параметрів різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок. Рекомендації, викладені в роботі, можуть бути використані в конструкторських бюро заводів нафтогазового обладнання при проектуванні нових та удосконаленні існуючих фрикційних вузлів гальм. Результати теоретичних і експериментальних досліджень динамічної та теплової навантаженості різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок, а також уточнена методика розрахунку їхніх основних експлуатаційних параметрів використані у ВАТ "Карпатнафтомаш" (м.Калуш, Івано-Франківської обл.), в асоціації "Автобус" (м.Львів), а також в навчальному процесі кафедри нафтогазового обладнання ІФНТУНГ при читанні лекцій з дисциплін "Бурові машини і комплекси", "Машини і обладнання для буріння нафтогазових свердловин", "Бурове обладнання", а також в курсовому та дипломному проектуванні.

Особистий внесок здобувача. Основні положення і результати дисертаційної роботи отримані здобувачем самостійно і полягають в наступному:

- оцінено динамічну і теплову навантаженість різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок [2, 7, 12, 17, 18];

- запропоновано засоби керування динамічною і тепловою навантаженістю різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок [1, 6];

- встановлено вплив на працездатність фрикційних вузлів гальм: величин співвідношення їхніх динамічних, конструктивних та експлуатаційних параметрів [3, 5, 8, 9];

- розроблено уточнену методику розрахунку основних динамічних параметрів різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок [3, 13];

- оцінено довговічність робочих поверхонь накладок різних типів фрикційних вузлів гальм [4, 11];

- розроблено нові типи фрикційних вузлів гальмівних пристроїв з покращеними експлуатаційними параметрами [10, 14, 15, 16].

Апробація роботи. Основні положення роботи доповідались та обговорювалися на: науково-технічній конференції з прикладної механіки (м.Дніпропетровськ, 1999р.); міжнародних конференціях "Зносостійкість та надійність вузлів тертя машин" (м.Хмельницький, 2000 та 2003рр.); міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми розвитку піднімально-транспортної техніки" (м.Луганськ, 2000р.); міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми механіки гірничо-

металургійного комплексу" (м.Дніпропетровськ, 2002р.); науково-технічній конференції "Перспективи розвитку піднімально-транспортної техніки" (м.Одеса, 2002р.); III-ій міжнародній науково-технічній конференції "Модульні технології та конструкції при виробництві машин [Жешув (Польща), 2002р.]; 7-ій міжнародній науково-практичній конференції "Нафта і газ України 2002" (м.Київ, 2002р.); 4-ому та 6-ому міжнародних симпозіумах українських інженерів-механіків (м.Львів, 1999 та 2003рр.); V-му міжнародному симпозіумі з трибології фрикційних матеріалів (м.Ярославль, Росія, 2003р.); розширеному науковому семінарі за спеціальністю 05.05.12 (машини нафтової і газової промисловості) національного технічного університету нафти і газу (м.Івано-Франківськ, 2004р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 18 наукових праць, з них – три патенти на винаходи Росії, дві – матеріали конференцій, решта – статті у фахових виданнях України та інших країн.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, який містить 127 найменувань, і додатків. Текстова частина дисертаційної роботи викладена на 146 сторінках комп'ютерного набору і містить 39 рисунків і 10 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність пошуку шляхів покращення експлуатаційних параметрів нових та удосконалених існуючих фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок.

Наведені: мета роботи, задачі та методи досліджень, наукова новизна, практичне значення отриманих результатів, а також перелік місць апробації роботи.

В першому розділі докладно проаналізовані: конструкції та особливості роботи різних типів фрикційних вузлів з нерухомими та рухомими накладками, розташованими на гальмівній стрічці і по периметру робочої поверхні гальмівного шківа; рівень динамічної і теплової навантаженості їхніх внутрішніх та зовнішніх пар тертя; довговічність накладок, а також існуючі методи і засоби покращення експлуатаційних параметрів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок. Відмічені їхні недоліки. Фрикційні вузли серійного гальма утворені внутрішньою поверхнею накладок, закріплених на гальмівній стрічці, і робочою поверхнею гальмівного шківа. В нетрадиційному ж гальмі накладки з'єднані між собою пружинами у гнучке кільце – бандаж, який з натягом насаджений на робочу поверхню гальмівного шківа (рис.1 *а, б*). При цьому утворюються зовнішні і внутрішні фрикційні вузли. В зв'язку з цим розрізняють наступні стадії гальмування: початкову (*I*), коли внутрішня поверхня гальмівної стрічки взаємодіє із зовнішньою поверхнею

накладок, нерухомих відносно шківа; проміжну (*II*), коли робота тертя виконується зовнішніми і внутрішніми поверхнями накладок, які рухаються відносно шківа і стрічки. Під час цієї стадії навантаження переноситься від зовнішніх до внутрішніх фрикційних вузлів гальма, вона є перехідною і триває вельми малий проміжок часу; і кінцеву (*III*), протягом якої відбувається взаємодія внутрішніх поверхонь нерухомих накладок з робочою поверхнею гальмівного шківа. Саме під час третьої стадії гальмо виконує основну роботу гальмування.

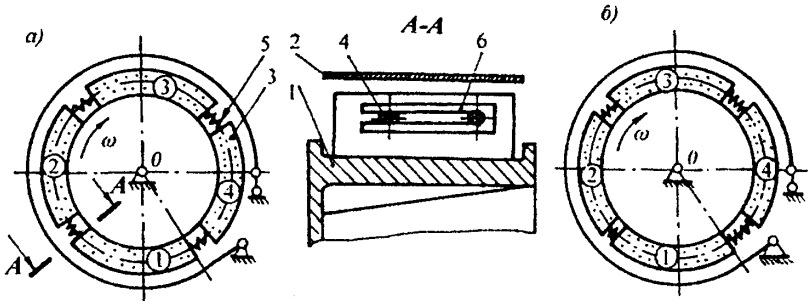

Рис. 1 *а, б* Схема модельного стрічково-колодкового гальма з рухомими фрикційними накладками, встановленими зі сталим (*а*) і змінним (*б*) кроками (бандаж складений з чотирьох накладок): 1 – гальмівний шків; 2 – гальмівна стрічка; 3 – фрикційні накладки; 4 – кільцеві циліндричні стрижні; 5 – циліндричні пружини; 6 – стопорна планка

Режими навантаження фрикційних вузлів гальм визначають закономірності зміни їхніх експлуатаційних параметрів, за рівнем яких можна оцінювати ефективність і надійність гальма в цілому.

Фундаментальний внесок в оцінку динамічної та теплової навантаженості фрикційних вузлів різних типів гальмівних пристроїв зробили М.П.Александров, В.І.Бєлобров, В.Ф.Гайдамака, Г.С.Гудз, В.І.Самуся, В.М.Федосеєв, О.С.Федосов, Г.М.Шахмалієв, Б.Горст, Т.Ньюкомб, Г.Фазекас та інші вчені.

За результатами аналізу відомих методик розрахунку навантаженості стрічково-колодкових гальм бурових лебідок визначено найбільш інформативний експлуатаційний параметр, яким є відношення $S_н/S_з$ (де $S_н$, $S_з$ – натяг набігаючої та збігаючої гілки гальмівної стрічки), а також сформульовані задачі досліджень.

Другий розділ присвячений теоретичному обґрунтуванню доцільності застосування методів і засобів покращення експлуатаційних параметрів різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок.

В основу теоретичних досліджень покладена молекулярно-механічна модель тертя, яка враховує вплив на процеси тертя і зношування режимів роботи нетрадиційного гальма, а також зміни, які відбуваються в матеріалах робочих елементів пари тертя. Розроблені фізичні моделі процесів макротеплоутворення, теплопровідно-

сті і тепловіддачі для зовнішніх і внутрішніх фрикційних вузлів гальма. Аналітико-теоретичні дослідження цих моделей дозволили сформулювати основні відмінності у режимах роботи різних типів фрикційних вузлів і виявити серед них найбільш навантажені.

Аналітично досліджено вплив на рівень експлуатаційних параметрів гальма величини співвідношення конструктивних і динамічних характеристик його пар тертя. Встановлено, що і в нетрадиційному гальмі найбільший вплив на рівень його працездатності чинять коефіцієнт тертя і кут охоплення, який визначає площу взаємодії спряжених поверхонь і величину коефіцієнта взаємного перекриття. Доведено, що формулу Ейлера для цього типу гальма можна використовувати тільки на першій і третій стадіях гальмування за умови кутів охоплення ($\alpha<135°$).

Для аналітичного визначення зусиль натягів гілок гальмівної стрічки в нетрадиційному гальмі складені розрахункові схеми для кожної стадії гальмування (рис.2 *а, б, в*). При математичному описі сил, що діють у зовнішньому і внутрішньому фрикційних вузлах, сформулювали умову щодо жорсткості з'єднувальних пружин і пружності кільцевих стрижнів, дотримання якої дозволило знехтувати відцентровими силами інерції. В кінцевому підсумку отримали вирази для визначення сили натягу набігаючої гілки стрічки на різних стадіях гальмування:

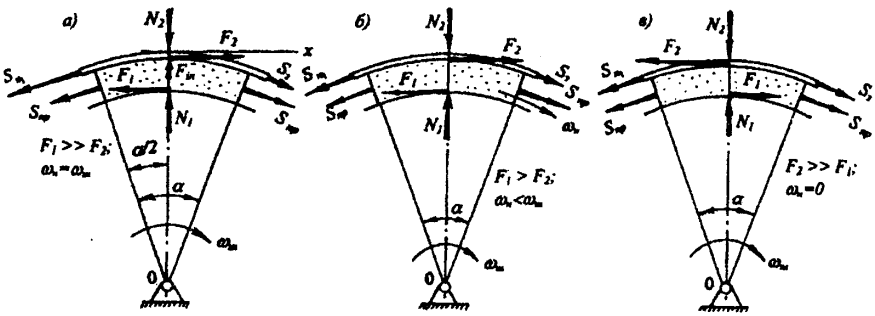

Рис.2 *а, б, в* Розрахункові схеми для визначення сил натягу набігаючої гілки гальмівної стрічки у початковій (*а*), проміжній (*б*) і кінцевій (*в*) стадіях гальмування. Умовні позначення: F – сила тертя (індекс "1" відноситься до внутрішнього, індекс "2" – до зовнішнього фрикційного вузла; N – нормальна сила; $S_н$, $S_з$ – сили натягу набігаючої і збігаючої ділянок гальмівної стрічки над i-ою накладкою; $S_{пр}$ – сила натягу з'єднувальної пружини; $F_{ін}$ – відцентрова сила інерції; α – кут охоплення однією накладкою шківа

початковій $S_н=k^n S_з$; (1) проміжній $S_н=a^n S_з$; (2) кінцевій $S_н=b^n S_з$, (3)

де $k=\dfrac{f_2+ctg\dfrac{\alpha}{2}}{ctg\dfrac{\alpha}{2}-f_2}$; (4) де $a=\dfrac{f_2+ctg\dfrac{\alpha}{2}}{ctg\dfrac{\alpha}{2}-f_2}$; (5) де $b=\dfrac{f_1+ctg\dfrac{\alpha}{2}+2f_1 S_{np}/S_з}{ctg\dfrac{\alpha}{2}-f_1}$; (6)

f_2, f_1 – коефіцієнти тертя у зовнішньому і внутрішньому фрикційному вузлі; n – кількість фрикційних накладок, які охоплюються гальмівною стрічкою.

На ефективність різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм в значній мірі впливають деформації їхніх робочих деталей (гальмівних стрічок, тяг її збігаючих гілок, гальмівного вала), спричинені натягом набігаючої гілки при замиканні гальма. При цьому стрічку розглядали як гнучке тіло, оскільки її товщина є вельми малою у порівнянні з радіусом серединної поверхні. Зусилля натягу набігаючих ділянок стрічки визначаємо на основі формули Ейлера

$$S_н = S_з e^{f(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\ldots+\alpha_n)}. \qquad (7)$$

Розглянувши схему сил, які діють на ділянку стрічки над i-ою накладкою, визначили видовження нескінченно малої ділянки $d\alpha$ стрічки. З урахуванням закону Гука, знехтувавши величиною другого порядку малості, після інтегрування отриманого рівняння одержали вираз для визначення видовження ділянки стрічки над i-ою накладкою

$$\Delta l_1 = \frac{S_i R_0}{fEA}\left(e^{f\alpha_1}-1\right), \qquad (8)$$

де E – модуль пружності матеріалу стрічки; A – площа поперечного перерізу стрічки.

Загальна деформація Δl гальмівної стрічки є сумою деформацій її окремих ділянок, розташованих над фрикційними накладками і між ними, а також деформацій її гілок. Отже, величина Δl має залежати від кроку встановлення фрикційних накладок на стрічці, який може бути сталим і змінним (рис.3). При змінній віддалі між накладками

$$\Delta l = \frac{S_з R_0}{EA}\left[\begin{array}{l}\dfrac{1}{f}\left(e^{f\alpha}-1\right)\left(1+e^{f\alpha}+e^{2f\alpha}+\ldots+e^{f\alpha(n-1)}\right)+e^{f\alpha}\left(\beta_1+e^{f\alpha}\beta_2+\ldots\right.\\ \left.+e^{(n-2)f\alpha}\beta_{n-1}+\dfrac{1}{2R_0}\left(l_3+l_н e^{nf\alpha}\right)\right)\end{array}\right]. \qquad (9)$$

Для рівномірно розташованих накладок $\beta_1=\beta_2=\ldots=\beta_{n-1}=\beta$, тоді

$$\Delta l = \frac{S_з R_0}{EA}\cdot\left[\begin{array}{l}\dfrac{1}{f}\left(e^{f\alpha}-1\right)\cdot\left(1+e^{f\alpha}+e^{2f\alpha}+\ldots+e^{f\alpha(n-1)}\right)+\\ +\beta e^{f\alpha}\left(1+e^{f\alpha}+\ldots+e^{(n-2)f\alpha}\right)+\dfrac{1}{2R_0}\left(l_3+l_н e^{nf\alpha}\right)\end{array}\right], \qquad (10)$$

де $l_з$, $l_н$ – довжини набігаючої і збігаючої гілок гальмівної стрічки. Решта позначень, що входять у вирази (9) і (10), наведені на рис.3.

Записана умова рівномірного розподілу зусиль між гальмівними шківами і визначені кути повороту лівого β_1 та правого β_2 кривошипів колінчастого вала, при яких відбувається компенсація деформацій гальмівних стрічок (Δ_c), тяг їхніх гілок (Δ_T) і гальмівного вала від кручення від дії $M_{кр}$

$$\beta_1 = \frac{\Delta_c + \Delta_T}{r} + \frac{16 M_{кр} l}{6\pi d^4}; \quad (11) \qquad \beta_2 = \frac{\Delta_c + \Delta_T}{r} - \frac{16 M_{кр} l}{6\pi d^4}, \quad (12)$$

де $M_{кр}=M_{Гз}$ – гальмівний момент в кінці третьої стадії гальмування; l – відстань між кривошипами; r – радіус кривошипа; d – діаметр гальмівного вала.

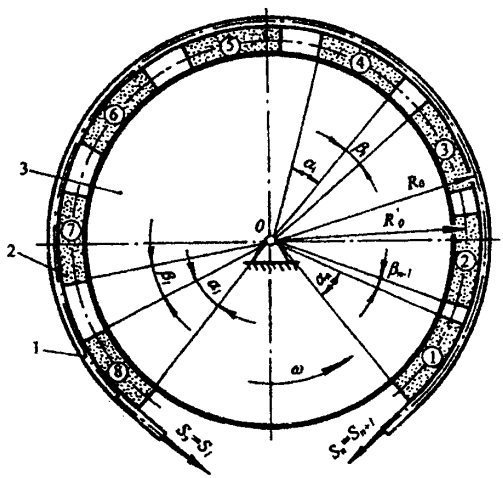

Рис. 3 Кінематична схема модельного стрічково-колодкового гальма, фрикційні накладки якого встановлені на гальмівну стрічку зі змінним кроком: 1 – гальмівна стрічка; 2 – фрикційні накладки; 3– гальмівний шків.
Умовні позначення: R_0, R_0'– радіуси серединних поверхонь стрічки в робочому стані і накладки; α_i, β_i – кути: центральний та між торцями сусідніх накладок; $S_н$, $S_з$ – зусилля натягу набігаючої та збігаючої гілок стрічки

При аналітико-теоретичному аналізі запропонованих методів і засобів покращення основних експлуатаційних параметрів різних типів стрічково-колодкових гальм доведено, що найдієвішими з них є цілеспрямований перерозподіл питомих навантажень по поверхні тертя і їхнє примусове термоелектричне охолодження.

Третій розділ присвячений експериментальним дослідженням навантаженості різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок. Метою експериментальних досліджень є одержання даних з динамічної і теплової навантаженості модельного гальма зі сталим та змінним кроком встановлення накладок на стрічці, а також нетрадиційного гальма. Схеми останнього різняться конструкцією бандажів, набраних з чотирьох, шести та восьми накладок (для всіх бандажів кут охоплення внутрішніми поверхнями накладок робочої поверхні шківа був сталим і дорівнював 300°), які з'єднані між собою пружинами різної жорсткості. Для гальмівного стенда в якості об'єкта дослідження була вибрана геометрична модель стрічково-колодкового гальма бурової лебідки У2-5-5 з масштабом геометричної

подібності $M_П$=2,9. Наведено докладний опис випробувального обладнання і комплексу вимірювальної апаратури. Викладена послідовність монтування і тарування датчиків для вимірювання зусиль в парах тертя і в перерізах стрічки, поверхневих температур і величини зношування накладок.

Під час проведення випробувань вирішувалися наступні задачі: встановлення впливу на працездатність гальма величин співвідношень динамічних, конструктивних і експлуатаційних параметрів пар тертя зовнішніх і внутрішніх фрикційних вузлів; порівняння умов роботи накладок різної ширини, розташованих зі сталим і змінним кроками на гальмівній стрічці і шківі, а також оцінювання їхньої довговічності.

За отриманими експериментальними даними після їхньої статистичної обробки при довірливій ймовірності 0,95 були побудовані графіки зміни: відносних деформацій ділянок стрічки, питомих навантажень (рис.4 *а*), коефіцієнтів тертя (рис.4 *б*), поверхневих температур (рис.5 *а, б*) і величин зношування (рис.6 *а, б, в*) в залежності від кількості накладок, їхньої ширини і числа циклів гальмувань.

Встановлено, що зі збільшенням ширини накладки у внутрішньому фрикційному вузлі зростає пайовий гальмівний момент і більш рівномірно розподіляються питомі навантаження. У зовнішньому фрикційному вузлі гальма нерівномірність розподілу питомих навантажень на накладках набігаючої гілки стрічки зменшилася в 1,42 рази, на накладках збігаючої – в 1,1 рази. Незалежно від ширини накладки максимум зміни питомих навантажень спостерігається на останній накладці, мінімум – на першій. При цьому для накладок з кутом охоплення α=37,5° Δp_{max}=*0,085 МПа*, Δp_{min}=*0,035 МПа*; з α=75° – Δp_{max}=*0,12 МПа*, Δp_{min}=*0,075 МПа*. Середні значення коефіцієнтів тертя на набігаючій гілці стрічки зросли в 1,1 рази, на збігаючій – не змінилися. При цьому максимальні значення f незалежно від ширини накладки мають місце на набігаючій ділянці поверхні першої накладки, мінімальні – на збігаючій ділянці поверхні останньої накладки. Для накладок з кутом охоплення α=37,5° f_{min}=*0,258*, f_{max}=*0,34*; з α=75° f_{min}=*0,278*, f_{max}=*0,34*, тобто з використанням широких накладок коефіцієнт тертя по довжині стрічки розподіляється більш рівномірно. Встановлено, що незалежно від ширини накладки зони квазістабільних значень питомих навантажень і коефіцієнтів тертя розташовані на збігаючих ділянках поверхонь накладок і їхня протяжність для p зменшується від першої до останньої накладки, а для f – збільшується. Інтенсивність зношування зовнішніх поверхонь накладок з α=37,5° в 1,5 рази є нижчою, ніж з кутом охоплення α=75°, а внутрішніх поверхонь – в 1,17 рази, що пояснюється посиленням впливу теплового фактора. Крок встановлення фрикційних накладок на стрічці майже не впливає на величину її загальної деформації: загальна відносна деформація стрічки з рівномірно розташованими на ній накладками є на 2,7% меншою, ніж при встановленні накладок зі змінним кроком. При цьому розбіжність між розрахунковими і експериментальними даними

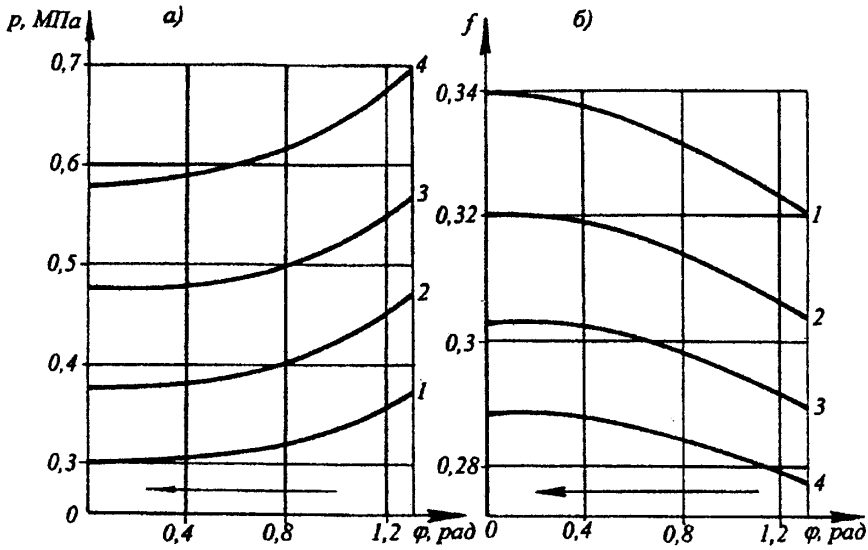

Рис.4 *а, б* Закономірності зміни питомих навантажень (*а*) та коефіцієнтів тертя (*б*) в залежності від кута охоплення гальмівною стрічкою зовнішніх поверхонь рухомих фрикційних накладок (α=75°) в модельному стрічково-колодковому гальмі

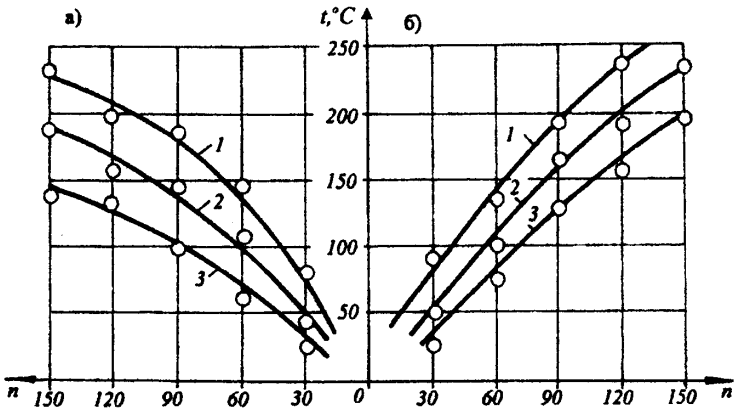

Рис.5 *а, б* Закономірності зміни поверхневих температур зовнішніх (*а*) та внутрішніх (*б*) пар тертя різних типів фрикційних вузлів в залежності від кута охоплення гальмівною стрічкою зовнішніх поверхонь рухомих накладок (1 – α=75°; 2 – α=50°; 3 – α=37,5°) в модельному стрічково-колодковому гальмі при S_3=800 Н

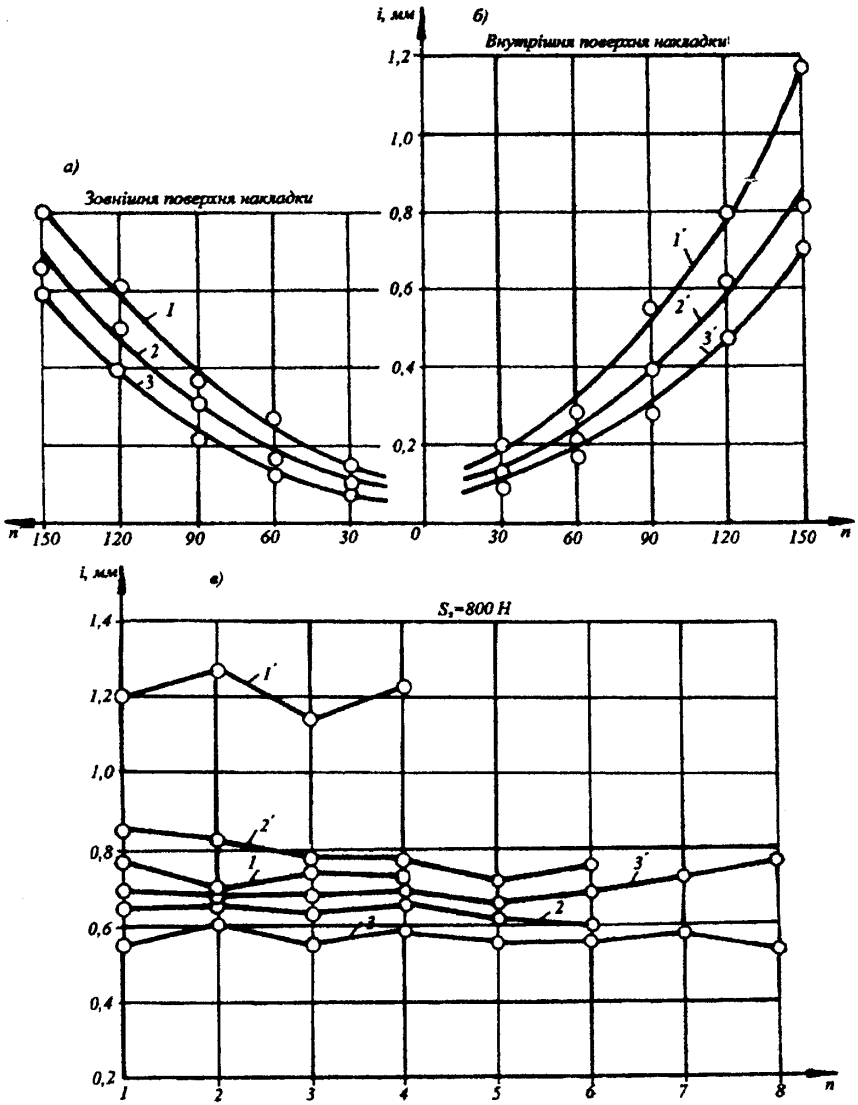

Рис.6 *а, б, в* Закономірності зміни величини зношування поверхонь фрикційної накладки (*а, б*) та накладок (*в*) з кутами охоплення (1, 1' – α=75°; 2, 2' – α=50°; 3, 3' – α=37,5°) при випробуваннях різних типів фрикційних вузлів модельного стрічково-колодкового гальма з рухомими фрикційними накладками при 150-ти циклічних гальмуваннях

для першого випадку не перевищує 3%, для другого – 6,1%. Проведені експериментальні дослідження підтвердили теоретичні висновки про те, що ефективного керування цілеспрямованим розподілом питомих навантажень на поверхнях тертя нетрадиційного гальма можна досягти встановленням фрикційних накладок зі змінним наперед визначеним кроком, і з'єднанням їх у бандаж пружинами різної жорсткості.

В четвертому розділі розглянуті методи і засоби покращення експлуатаційних параметрів різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок. Розроблено спосіб визначення величини кроку при різному розташуванні накладок на гальмівній стрічці. Для визначення положення накладок в момент завершення гальмування нетрадиційним гальмом використана розрахункова схема сил, що діють на *i*-ту фрикційну накладку, охоплену (рис.7 *а*) і неохоплену (рис.7 *б*) гальмівною стрічкою. Для визначення сили тертя математично записували умови переходу *n*-ої накладки від стану спокою до стану руху відносно гальмівного шківа, а також переходу накладки в стан спокою відносно гальмівної стрічки, при цьому режим гальмування вважали лінійним. Після визначення всіх сил, що діють на накладку, а також величини приросту сили натягу з'єднувальної пружини, після підстановки отриманих виразів у рівняння кінетостатичної рівноваги і відповідних перетворень одержали вираз для визначення кутового кроку між *i*-ою та *(i+1)*-ою накладками

$$p_{i,i+1} = \alpha + \beta + \frac{mR_0\left\{f_1\omega_0^2\left[1-\left(1-\frac{t_i}{t_k}\right)^2\right]+\varepsilon\right\} - S_{эк}\frac{t_i}{t_k}\left(1-\frac{f_1}{f_2}\right)\left(e^{f_2\alpha}-1\right)e^{f_2\alpha(i-1)}\cdot 180^\circ}{c_{i,i+1}R_0\left(\cos\frac{\alpha}{2}-f_1\sin\frac{\alpha}{2}\right)\pi}, \qquad (13)$$

де m – маса *i*-ої накладки; R_0 – радіус центра її мас; ω, ε – кутова швидкість і прискорення гальмівного шківа; t_i, t_k – час: від початку гальмування до даного моменту; повного циклу гальмування; $S_{эк}$ – зусилля натягу збігаючої гілки стрічки наприкінці третьої стадії гальмування; i – порядковий номер розглядуваної накладки; c_{i+1} – жорсткість *(i+1)*-ої пружини; G – модуль зсуву; d – діаметр дроту; D – середній діаметр пружини; $n_П$ – число її робочих витків; β – центральний кут між торцями двох сусідніх накладок, що знаходяться на робочій поверхні гальмівного шківа.

Кутовий крок між накладками, неохопленими гальмівною стрічкою, наприкінці третьої стадії гальмування визначали за допомогою виразу

$$p_{k,k-1} = \alpha + \beta + \frac{2S_П\sin\frac{\alpha}{2}f_1 + \varepsilon mR_0 f_1\omega_0^2\left[1-\left(1-\frac{t_i}{t_k}\right)^2\right]\cdot 180^\circ}{c_{k,k-1}R_0\left(\cos\frac{\alpha}{2}-\sin\frac{\alpha}{2}f_1\right)\cdot\pi R_0}. \qquad (14)$$

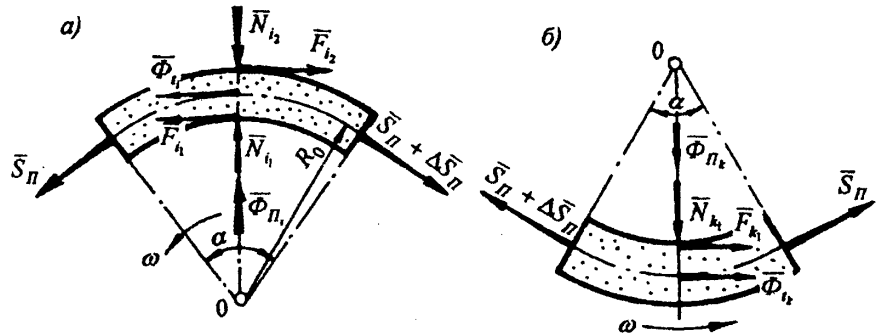

Рис.7 *а, б* Схеми сил, що діють на *i*-ту фрикційну накладку, охоплену (*а*) і неохоплену (*б*) гальмівною стрічкою

Умовні позначення: $\overline{N}_{i_2}, \overline{N}_{i_1}, \overline{N}_{k_1}$ – нормальні сили, які діють на *i*-ту фрикційну накладку з боку гальмівної стрічки і шківа; $\overline{F}_{i_2}, \overline{F}_{i_1}, \overline{F}_{k_1}$ – сили тертя на зовнішній і внутрішній поверхнях *i*-ої накладки; $\overline{\Phi}_{i_1}, \overline{\Phi}_{i_k}, \overline{\Phi}_{\Pi_1}, \overline{\Phi}_{\Pi_k}$ – дотична і нормальна сили інерції, що діють на *i*-ту фрикційну накладку; S_Π, ΔS_Π – сили натягу пружини перед початком і в процесі гальмування; R_0 – радіус центра мас фрикційної накладки; α – кут охоплення; ω – кутова швидкість шківа в даний момент часу

Можливість прогнозування величин зазорів, які виникають між накладками в результаті деформації з'єднувальних пружин на кінцевій стадії гальмування, дозволить оцінювати стійкість усієї пружної системи, якою є бандаж.

Розроблена методика розрахунку експлуатаційних параметрів різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок. За даною методикою виконані обчислення, результати яких наведені в додатках до роботи.

Докладно описані конструктивні рішення з керування динамічною і тепловою навантаженостями фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок з метою покращення їхніх експлуатаційних параметрів. Всі наведені рішення захищені патентами на винаходи Росії та отриманим висновком про видачу деклараційного патенту на винахід України за заявкою №2003043429 від 22.10.2003 р.).

В передостанньому питанні роботи "Перспективні типи гальм та їхніх фрикційних вузлів для лебідок бурових установок" запропоновано стрічково-колодкове гальмо з рухомими непідпружиненими накладками. З нових типів гальм для лебідок бурових установок наведена універсальна гальмівна дискова система з водяним охолодженням "НЭШНЛ-ОЙВЕЛЛ". Розглянуто особливості конструкції та роботи пар тертя фрикційних вузлів двох типів гальм і проаналізовані їхні переваги та недоліки. Представлена порівняльна оцінка основних трибологічних параметрів пар тертя

(моменту тертя, поверхневої температури та інтенсивності зношування) фрикційних вузлів гальмівних пристроїв.

Розглянуті деякі тенденції теорії, розрахунку і конструювання фрикційних вузлів різних типів і сформульовані задачі подальших досліджень.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконаних теоретичних і експериментальних досліджень нових та удосконалених різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок при циклічних режимах навантаження пар тертя в лабораторних умовах запропоновано методи і засоби покращення їхніх експлуатаційних параметрів. При цьому:

1. Встановлені і проаналізовані закономірності зміни експлуатаційних параметрів (зусиль натягів гілок гальмівної стрічки, нормальних зусиль, питомих навантажень, коефіцієнтів тертя і взаємного перекриття, поверхневих температур і температурних градієнтів) по гілках стрічки серійного стрічково-колодкового гальма бурової лебідки, а також їхнє співвідношення в парах тертя інших типів фрикційних вузлів.

2. Вперше розроблено фізичну модель і досліджено перебіг процесів макротеплоутворення, теплопровідності і тепловіддачі в довкілля при роботі зовнішніх і внутрішніх фрикційних вузлів стрічково-колодкового гальма з рухомими накладками, при цьому встановлені суттєві відмінності в їхній теплонавантаженості.

3. Виконано математичний опис динамічних процесів в різних типах фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок і отримані аналітичні залежності для визначення:

- зусилля натягу набігаючої гілки гальмівної стрічки з урахуванням основних динамічних характеристик розглядуваних фрикційних вузлів;

- повного видовження гальмівної стрічки при розміщенні на дузі її охоплення фрикційних накладок зі сталим і змінним кроком з урахуванням деформацій її набігаючої та збігаючої гілок.

4. Вперше запропоновано методики розрахунку:

- кроку встановлення фрикційних накладок на стрічці з метою цілеспрямованого перерозподілу питомих навантажень між її гілками за рахунок зміни коефіцієнтів взаємного перекриття;

- деформацій елементів (гальмівної стрічки, тяги, гальмівного вала) стрічково-колодкового гальма з рухомими фрикційними накладками та досліджено вплив цих деформацій на величину кутового переміщення кривошипа колінчастого вала гальма бурової лебідки;

- величини переміщень фрикційних накладок у бандажі для встановлення виду деформації з'єднувальних пружин і подальшої оцінки стійкості пружної системи, якою є бандаж.

5. В результаті проведених експериментальних досліджень різних типів фрикційних вузлів, виконаних у вигляді бандажів, що складені з чотирьох, шести і восьми широких накладок, з'єднаних між собою пружинами сталої і змінної жорсткості, встановлені закономірності впливу коефіцієнта взаємного перекриття у зовнішніх і внутрішніх фрикційних вузлах гальма на величини сил тертя, питомих навантажень, коефіцієнтів тертя, поверхневих температур і температурних градієнтів, а також зношування робочих поверхонь накладок. Вперше виявлено наявність стабілізаційних зон розподілу питомих навантажень і коефіцієнтів тертя по ширині накладок і встановлена їхня протяжність.

6. Експериментальні дослідження підтвердили правильність теоретичних висновків досить високою точністю одержаних результатів. Значення зусиль натягів гілок гальмівної стрічки та їхніх деформацій, отриманих розрахунковим шляхом, відрізняються від експериментальних даних на 7,0-12,0%.

7. На основі результатів досліджень за участю автора розроблені, виготовлені і випробувані зразки нових конструкцій фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок, які дозволяють керувати їхньою динамічною і тепловою навантаженістю. Конструкції цих вузлів, а також барабанно-колодкових гальм захищені деклараційними патентами України і патентами на винаходи Росії.

8. За отриманими результатами теоретичних і експериментальних досліджень різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок намічені шляхи їхніх перспективних розробок і сформульовані задачі подальших досліджень в галузі удосконалення існуючих і створення нових конструкцій гальм із залученням останніх досягнень матеріалознавства і сучасних методик динамічного і теплового розрахунку.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Вольченко А.И., Рыбин Г.П., Вольченко Д.А., Штогрин И.В. К проблеме управления нагруженностью фрикционных узлов тормозов //Зб. наук. праць "Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів." – Львів: Асоціація "Автобус". – 1998. – Вип.1. – С.17-19.
2. Вольченко Д.А., Масляк И.Н., Вольченко Д.А. К оценке нагруженности ленточно-колодочных тормозов //Гірнича електромеханіка та автоматика: Наук.-техн. зб.: Дніпропетровськ. – 1999. – №2(61). – С.274-276.

3. Вольченко О.І., Журавльов О.Ю., Вольченко Д.О. Підвищення ефективності стрічково-колодкових гальм бурових лебідок //Зб. наук. праць "Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів." – Львів: Асоціація "Автобус". – 2000. – Вип.4. – С.39-43.
4. Вольченко О.І., Палюх М.Д., Палюх В.М., Вольченко Д.О. Покращення знософрикційних властивостей пар тертя гальмівних пристроїв //Проблеми трибології. – Хмельницький. – 2000. – №1. – С.110-114.
5. Вольченко О.І., Журавльов О.Ю., Вольченко Д.О. Розрахунок пружних елементів рухомих фрикційних накладок //Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Державн. міжвідомч. наук.-техн. зб. – Івано-Франківськ. – 2001. – №38 (том 4). – С.107-115.
6. Вольченко О.І., Журавльов О.Ю., Вольченко Д.О. Керування експлуатаційними параметрами стрічково-колодкових гальм з рухомими фрикційними накладками бурових лебідок //Проблеми трибології.– Хмельницький. – 2001. – №2. – С.78-82.
7. Крижанівський Є.І., Вольченко Д.О., Пургал М.П. До методики розрахунку динамічної і теплової навантаженості різних типів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок //Сб. науч. труд. национальн. горн. академ. Украины.– Днепропетровск. – Навчальна книга. – 2002. – №13, т.3. – С.206-209.
8. Вольченко О.І., Журавльов О.Ю., Вольченко Д.О. Вплив жорсткості гальмівної стрічки на гальмівний момент стрічково-колодкового гальма з обертальними фрикційними накладками //Зб. наук. праць "Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів." – Львів: Асоціація "Автобус". – 2002. – Вип.6. – С.56-59.
9. Крыжановский Е.И., Вольченко Д.А., Криштопа С.И. Теплообразование при взаимодействии фрикционных узлов нетрадиционного ленточно-колодочного тормоза //Зб. наук. праць "Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів." – Львів: Асоціація "Автобус". – 2002. – Вип.6. – С.102-107.
10. Вольченко Д.О. Розробка і аналіз конструкцій різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок //Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ. – 2003. – №2(7). – С.92-95.
11. Крижанівський Є., Вольченко Д., Криштопа Л. Експериментальні дослідження динамічної навантаженості різних типів фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок //Проблеми трибології. – Хмельницький. – 2003. – №2.– С.183-187.
12. Крижанівський Є.І., Вольченко Д.О., Пургал М.П. Особливості теплового розрахунку багатошарових стрічково-колодкових гальм бурових лебідок //Підйомно-транспортна техніка. – Дніпропетровськ. – 2003. – №1. – С.34-43.

13.Крижанівський Є.І., Вольченко Д.О., Стебелецький М.М. До методики динамічного розрахунку стрічково-колодкових гальм з рухомими фрикційними накладками //Вісник Східноукраїнського національн. ун-ту ім.Володимира Даля. – 2003.– №12/70/. – С.80-85.

14.Пат.2134368 С1 России, МКИ F16D 65/813. Устройство и способ для охлаждения ленточно-колодочного тормоза / Д.А. Вольченко, А.А. Петрик, Н.А. Вольченко, Г.П. Рыбин, Д.А. Вольченко. – №97105231/28. Заявл. 01.04.97; Опубл. 10.08.99, Бюл. №22. – 8 с.

15.Пат.2159878 С1 России, МКИ F16D 65/833. Система охлаждения барабанно-колодочного тормоза и способ ее осуществления /А.А. Петрик, А.И. Вольченко, Н.А. Вольченко, Г.П. Рыбин, Д.А. Вольченко, П.В. Паламарчук.– №99106643/28. Заявл. 29.03.99; Опубл. 27.11.2000, Бюл. №33. – 9 с.

16.Пат.2174199 С2 России, МКИ F16D 65/813, 65/833. Устройство для охлаждения и способ выравнивания теплонагруженности барабанно-колодочного тормоза /А.А. Петрик, А.И. Вольченко, Н.А. Вольченко, Г.П. Рыбин, Д.А. Вольченко. П.В. Паламарчук. – №99106636/28. Заявл. 29.03.99; Опубл. 27.09.2001, Бюл. №27. – 8с.

17.Крыжановский Е., Вольченко Д., Пургал П. Об электромоделировании процессов нагревания и охлаждения фрикционных узлов ленточно-колодочных тормозов буровых лебедок //Труды III-ей междунар. научно-техн. конф. "Модульные технологии и конструкции при производстве машин". – Механика, т.59, №196. – Жешув (Польша). – 2002. – С.5-14.

18.Крыжановский Е.И., Вольченко Д.А., Криштопа Л.И. К вопросу теплового расчета ленточно-колодочных тормозов буровых лебедок //Труды 5-го междунар. симпоз. по фрикционным изделиям и материалам. – Ярославль (Россия), 2003. – С.46-50.

АНОТАЦІЯ

Вольченко Д.О. "Обгрунтування методів та засобів покращення експлуатаційних параметрів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок". – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.12 – машини нафтової і газової промисловості. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2004.

Розглянуті методи і засоби покращення експлуатаційних параметрів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок. На модельному гальмі в лабораторних умовах досліджені фрикційні вузли з нерухомими і рухомими накладками, встановленими зі сталим і змінним кроком на гальмівній стрічці, а також по периметру робочої поверхні гальмівного шківа. Проаналізовані і випробувані різні конструкції бандажів,

набраних з фрикційних накладок, з'єднаних пружинами різної жорсткості, та відмічені особливості їхньої роботи. Оцінена динамічна і теплова навантаженість різних типів фрикційних вузлів гальм при циклічних режимах навантаження, а також довговічність їхніх накладок. Запропоновано методики розрахунку основних експлуатаційних параметрів різних типів фрикційних вузлів гальм.

За результатами проведених досліджень на прикладі розроблених нових та удосконалених існуючих конструкцій фрикційних вузлів гальм проілюстровано низку методів та засобів покращення їхніх експлуатаційних параметрів і відмічені найефективніші з них.

Ключові слова: різні типи фрикційних вузлів, гальмівна стрічка з набігаючою та збігаючою гілками, фрикційні накладки, сталий та змінний крок встановлення накладок, стрічково-колодкове гальмо, бурова лебідка, експлуатаційні параметри, динамічна і теплова навантаженість, перерозподіл питомих навантажень, вирівнювання теплонавантаженості.

АННОТАЦИЯ

Вольченко Д.А. "Обоснование методов и средств улучшения эксплуатационных параметров ленточно-колодочных тормозов буровых лебедок". – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.12 – машины нефтяной и газовой промышленности. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа. – Ивано-Франковск, 2004.

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, общих выводов, списка использованных источников и приложений.

В первом разделе рассмотрены типы фрикционных узлов ленточно-колодочных тормозов буровых лебедок, особенности и режимы их работы. Проанализированы современные исследования динамической и тепловой нагруженности пар трения тормозов с подвижными и неподвижными фрикционными накладками, а также их ресурс. Проиллюстрированы методы и средства улучшения эксплуатационных параметров фрикционных узлов тормозов. На основе критического анализа известных теоретических и экспериментальных разработок в области тормозных устройств сформулированы задачи исследований.

Второй раздел посвящен обоснованию пригодности физических моделей процессов трения в ленточно-колодочном тормозе с подвижными накладками. Конструктивная особенность данного тормоза состоит в наличии внешних и внутренних фрикционных узлов, работающих на трех стадиях торможения. Отмечено отличие в

процессах теплообразования во фрикционных узлах тормозов с неподвижными и подвижными накладками. Показано влияние на работоспособность пар трения тормоза на первой и третьей стадиях торможения величин его эксплуатационных параметров: натяжений набегающей и сбегающей ветвей тормозной ленты; окружного усилия на тормозном шкиве; коэффициентов взаимного перекрытия; удельных нагрузок и коэффициентов трения; времени торможения и тормозных моментов, а также поверхностных температур. Получены аналитические выражения для определения: усилий натяжения набегающих ветвей ленты для различных типов фрикционных узлов; полной деформации тормозной ленты и деформаций ее участков, а также углов поворота кривошипов коленчатого вала. Теоретически обоснована эффективность применения средств и методов улучшения эксплуатационных показателей механического тормоза буровой лебедки путем целенаправленного изменения величины коэффициента взаимного перекрытия, а также введением термоэлектрического охлаждения пар трения.

В третьем разделе работы освещены экспериментальные исследования динамической и тепловой нагруженности серийного (с равномерным и переменным шагом установки накладок на тормозной ленте) и нетрадиционного (с различными бандажами на шкиве) модельного тормоза. Исследовались бандажи из накладок разной ширины, которые соединялись между собой пружинами разной жесткости. Приведены задачи и методики экспериментальных исследований, а также требования, предъявляемые к тормозному стенду. Произведена сравнительная оценка работы различных типов фрикционных узлов тормоза. Приведено описание датчиков и измерительной аппаратуры для измерения и определения во фрикционных узлах тормозов динамических (удельных нагрузок, коэффициентов трения, деформаций участков тормозной ленты и ее сбегающего конца, величин износов внешних и внутренних поверхностей накладок) и тепловых (поверхностных температур и температурных градиентов) параметров. Произведен анализ полученных экспериментальных данных по динамической и тепловой нагруженности пар трения фрикционных узлов тормозов. Проанализированы условия работы узких и широких фрикционных накладок, установленных с постоянным и переменным шагом. Произведено сравнение расчетных и экспериментальных данных.

В четвертом разделе работы уделено внимание методам и средствам улучшения эксплуатационных параметров различных типов фрикционных узлов ленточно-колодочных тормозов буровых лебедок. Получены аналитические выражения для определения величин перемещений накладок, обусловленных деформацией соединительных пружин.

Проиллюстрированы конструктивные решения по управлению динамической и тепловой нагруженностями фрикционных узлов тормозов, которые защищены патентами на изобретения.

Разработана методика расчета основных эксплуатационных параметров ленточно-колодочных тормозов буровых лебедок, а также определены величины переменного шага между накладками на набегающей и сбегающей ветвях тормозной ленты из условия равномерного распределения удельных нагрузок по поверхности трения.

Рассмотрены некоторые тенденции теории, расчета и конструирования фрикционных узлов ленточно-колодочных тормозов буровой лебедки и сформулированы задачи дальнейших исследований.

Ключевые слова: различные типы фрикционных узлов, тормозная лента с набегающей и сбегающей ветвями, фрикционные накладки, постоянный и переменный шаг установки накладок, ленточно-колодочный тормоз, буровая лебедка, эксплуатационные параметры, динамическая и тепловая нагруженность, перераспределение удельных нагрузок, выравнивание теплонагруженности.

ANNOTATION

D.O. Volchenko "The Substantiation of Methods and Means Improvement of Working Parameters for Draw Works Band-Shoe Brake."

The thesis for getting the scientific degree of the candidate of technical sciences in the speciality 05.05.12 – machines of oil and gas industry. – Ivano-Frankivsk National Technical Oil and Gas University. – Ivano-Frankivsk, 2004.

The work is dedicated to improvement of working parameters for frictional units with immovable and sliding shoes set up on the contact arc of the brake band with a constant and variable step respectively. The design of the given types of frictional units and noted particularities of their work are analyzed for laboratory condition on the basis of the model brake. Dynamic and heat loading of the brake frictional units of different types are evaluated at cyclical modes of the brake loading. The calculation methods of the main working parameters for different types of the band-shoe brake frictional units are offered. The results of estimation of durability of the brake friction shoes are presented.

Series of the working parameter improvements is illustrated for the designed and advanced existing design of the brake frictional units.

Key words: different types of friction unit, brake band with running-on and running-off sides, friction shoe, constant and variable step of shoe placing, band-shoe brake, draw works, working parameters, dynamic and heat loading, redistribution of the specific loading, leveling of thermal loading.