

ДИНАМІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПИТОМИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ПАРАХ ТЕРТЯ СТРІЧКОВО-КОЛОДКОВИХ ГАЛЬМ БУРОВИХ ЛЕБІДОК (ЧАСТИНА 1)

Д.О.Вольченко, І.О.Бекіш, І.В.Бачук, Ю.М.Бурда

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42195,
e-mail: public@nuing.edu.ua

Наведено конструктивні принципи динамічного перерозподілу питомих навантажень в парах тертя стрічково-колодкового гальма при компоновці секціями рухомих фрикційних накладок на дузі охоплення гальмівною стрічкою шківів.

Ключові слова: стрічково-колодке гальмо, фрикційний вузол, динамічний перерозподіл навантажень

Приведены конструктивные принципы динамического перераспределения удельных нагрузок в парах трения ленточно-колодочного тормоза при компоновке секциями подвижных фрикционных накладок на дуге охвата тормозной лентой шкива.

Ключевые слова: ленточно-колодочный тормоз, фрикционный узел, динамическое перераспределение нагрузок

Structural principles of dynamic redistribution of the specific loadings are resulted in the pair of friction of band brake at arrangement of mobile friction protective straps sections on the arc of circumference by the brake ribbon of pulley.

Keywords: band brake, friction unit, dynamic redistribution of loadings

Актуальність дослідження

Однією з найважливіших проблем є квазі-вирівнювання питомих навантажень в парах тертя стрічково-колодкових гальм бурових лебідок без зміни різниці натягів між набігаючою та збігаючою гілками його гальмівної стрічки. Відомі статичні методи регулювання питомих навантажень в парах тертя стрічково-колодкових гальм бурових лебідок, які полягають в тому, щоб на набігаючій (збільшити) та збігаючій (зменшити) гілці стрічки змінити площі взаємодії робочих поверхонь фрикційних накладок з біговою доріжкою шківів через їх експлуатаційний параметр, тобто коефіцієнт взаємного перекриття.

Методи статичного регулювання питомих навантажень в парах тертя стрічково-колодкового гальма залежно від компоновки накладок на дузі охоплення гальмівної стрічки поділяються так:

- з нерівномірним кроком між накладками [1];
- з кроком між накладками, який описується арифметичною прогресією на набігаючій гілці стрічки, а на збігаючій гілці – геометричною прогресією [2];
- з різним сталим кроком на набігаючій та збігаючій гілці стрічки [3];
- зі сталим кроком між накладками, які мають однакові конструктивні параметри, але різні площі робочих поверхонь [4].

З наведених перших трьох методів статичного регулювання питомих навантажень в парах тертя гальма бачимо, що необхідно змінювати на гальмівній стрічці місцезнаходження розпірних планок між накладками. Крім того, наявність розпірних планок між накладками суттєво збільшує жорсткість гальмівної стрічки,

котра значною мірою впливає на її піддатливість. Більше того, "жорстка" посадка накладок на стрічці не дає змоги здійснювати перерозподіл питомих навантажень при їхній експлуатації.

Стрічково-колодке гальмо з нерухомими та рухомими фрикційними накладками на гальмівній стрічці (заявка на винахід на патент Росії № 2009135535 від 23.09.2009 р.)

На рис. 1 зображено загальний вигляд стрічково-колодкового гальма; на рис. 2 а, б, в – поперечні розрізи фрикційного вузла гальма з нерухомою (а) та рухомою (б) фрикційною накладкою і кріпленням її пластини до накидного кожуха (в); на рис. 3 а, б – вигляди В і Г на ділянках набігаючої (а) та збігаючої (б) гілки гальмівної стрічки.

Стрічково-колодке гальмо з нерухомими та рухомими фрикційними накладками на гальмівній стрічці містить шків 1 з ребордами 2, закріпленій на валі 3 механізму. Гальмівна стрічка 4 своєю набігаючою гілкою (а) кріпиться до опори 5, а збігаючою гілкою (в) – до важеля керування 6 гальмом. На гальмівній стрічці 4 розташовано нерухомі фрикційні накладки 7, 8 і 9. Накладку 7 розміщено на початку гальмівної стрічки, тобто на її набігаючій гілці (а). Накладку 8 розташовано в середній частині (б) стрічки 4. Накладка 9 є крайньою на збігаючій гілці (в) стрічки 4. Таким чином, за допомогою бічних сторін нерухомих накладок 7 і 8 окреслюється кут охоплення набігаючої гілки (а) стрічки 4, а між бічними сторонами нерухомих накладок 8 і 9 – кут охоплення збігаючої гілки (в) стрічки 4. Нерухомі накладки 7, 8 і 9 мають зовнішню 10 і робочу 11 поверхні і кріпляться до стрічки 4 за допомогою болтового з'єднання 12, пропущеного крізь отвори 13 в них. На на-

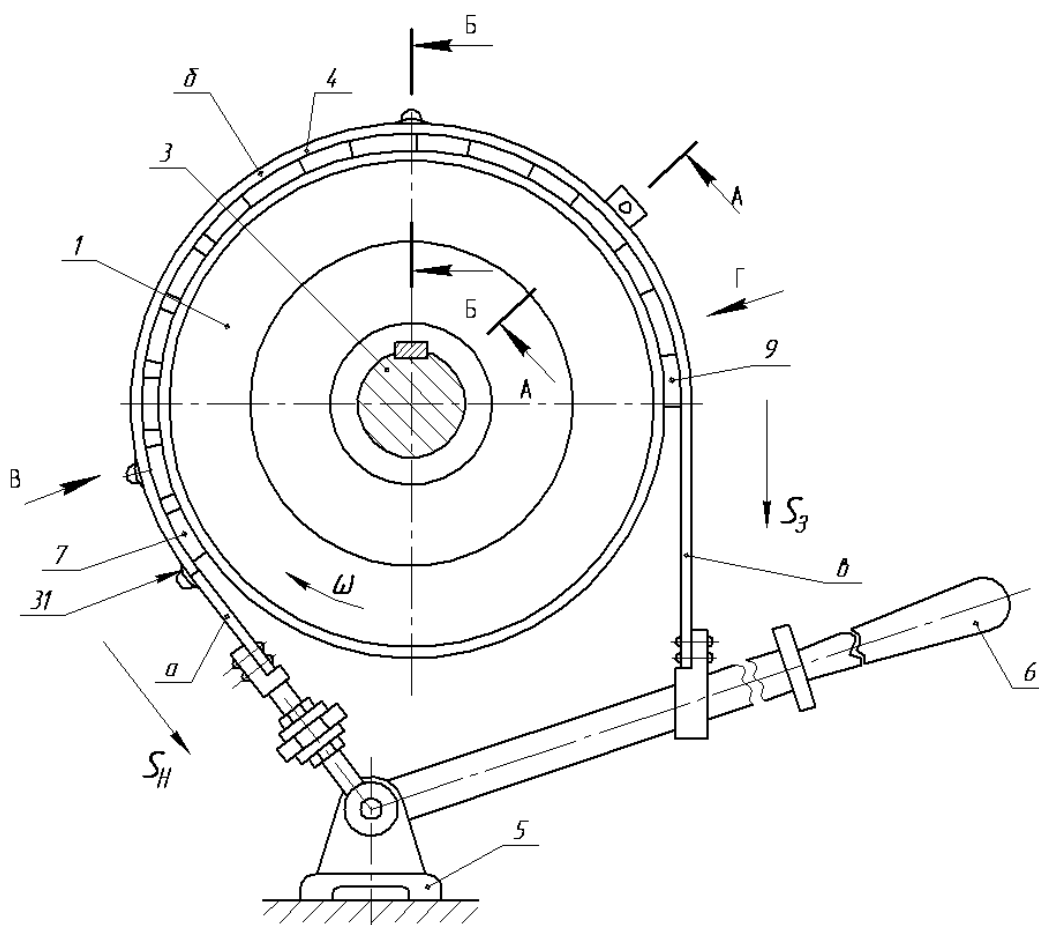


Рисунок 1 – Загальний вигляд стрічково-колодкового гальма

бігаючій (а) і збігаючій (в) гілках гальмівної стрічки 4 виконано поздовжні пази 14 однакового поперечного перерізу, але різної довжини.

Посередині кожного з пазів 14 стрічок 4 заведені виступи кріпильних пластин 15, які армуються дротом 16 в тілі рухомих накладок 17, які мають зовнішню 18 і робочу 19 поверхні. У накладному кожусі 20 з подвійними бічними стінками 21, між якими виконано пази 22, встановлено фрикційний елемент 23 у вигляді втулки, на внутрішній поверхні якої нарізана різьба 24. У подвійних бічних стінках 21 накладного кожуха 20, а також в кріпильних пластинах виконані наскрізні отвори 25. Останні просвердлюються тоді, коли за допомогою механічного або пневматичного натискного пристрою (на рис. 2 б не показано) поверхні фрикційного елемента 23 притискаються з одного боку до внутрішньої поверхні накладного кожуха 20, а з іншого боку – до зовнішньої поверхні гальмівної стрічки 4. Правильне позиціонування фрикційного елемента 23 забезпечується лише в тому випадку, якщо торці бічних стінок 21 накладного кожуха 20 після встановлення їх в пази 14 стрічок 4 розташовуватимуться на одному рівні з її внутрішньою поверхнею. Після цього встановлюють фрикційний елемент 23 за допомогою гвинта 26, який стопориться до шайб 27. Потім просвердлюються отвори 28 в подвійних бічних стінках 21 кожуха 20 і кріпильних пластинах 15, після чого в них встановлю-

ють заклепки 29. Таке встановлення фрикційних елементів 23 на зовнішній поверхні гальмівної стрічки 4 дає змогу збільшити коефіцієнт взаємного перекриття її внутрішньої поверхні із зовнішніми поверхнями 18 рухомих накладок 17. Використання накладного кожуха 20 над фрикційним елементом 23 захищає його поверхні від потрапляння пилу, вологи та мастила. При цьому внутрішня поверхня кожуха 20 виконує ще й функції металевого фрикційного елемента.

Умовою працездатності в парах тертя, що утворюються, завдяки рухомості фрикційних накладок 17, є наступне. Динамічні коефіцієнти тертя ковзання у фрикційних вузлах: «робоча поверхня гальмівного шківів 1 – робочі поверхні 19 рухомих накладок 17»; «внутрішня поверхня гальмівної стрічки 4 – зовнішні поверхні 18 рухомих накладок 17» мають бути однаковими. Для цього чистота обробки внутрішньої поверхні гальмівної стрічки 4 має бути такою ж, як і чистота обробки робочої поверхні гальмівного шківів 1. Крім того, зовнішні поверхні 18 рухомих накладок 17 мають бути механічно оброблені так, щоб мікрогеометрія була однаковою з мікрогеометрією їх робочих поверхонь 19. Фрикційний елемент 23 виготовлений з того ж матеріалу, що і нерухомі 7, 8, 9 й рухомі 17 накладки. У зв'язку з тим, що динамічний коефіцієнт тертя кочення фрикційного елемента 23 при взаємодії дотичними поверхнями набагато

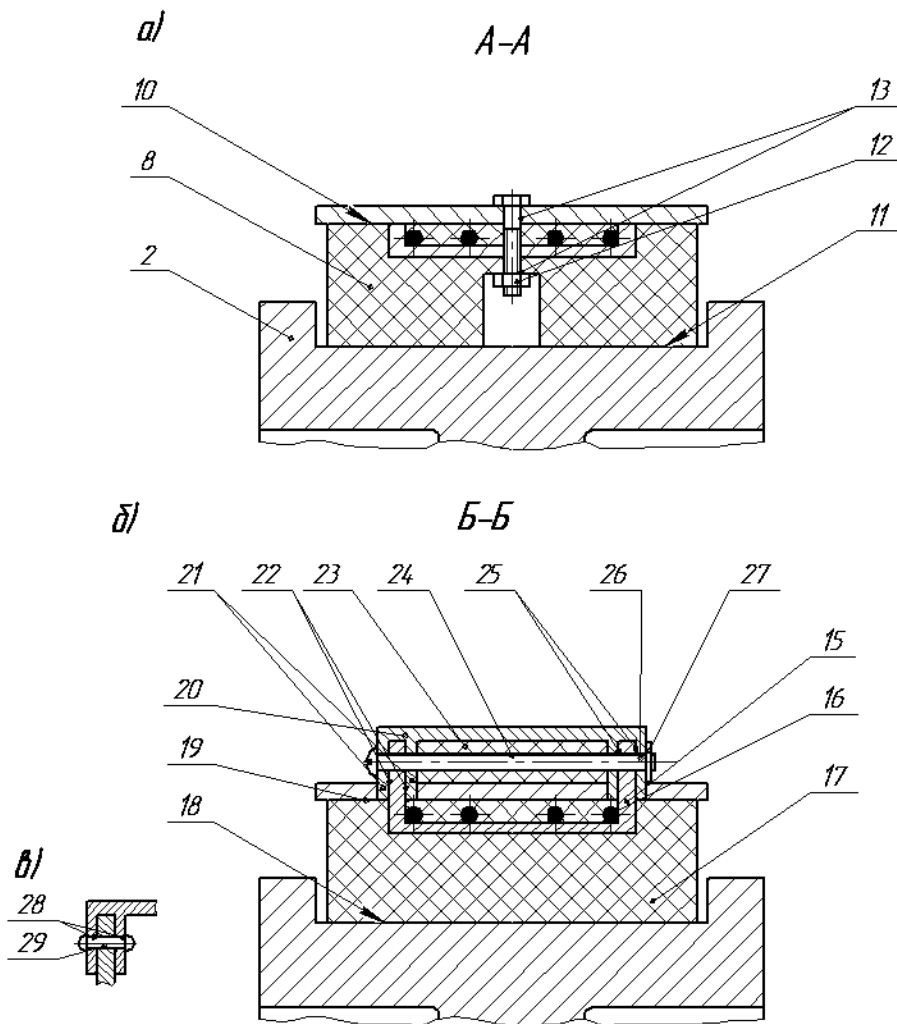


Рисунок 2 – Поперечні розрізи фрикційного вузла гальма з нерухомою (а) та з рухомою (б) фрикційними накладками і кріплення пластини останньої до накидного кожуха (в)

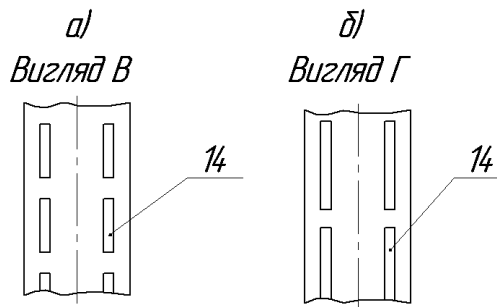


Рисунок 3 – Вигляд на ділянки набігаючої (а) та збігаючої (б) гілки гальмівної стрічки

менший, ніж динамічний коефіцієнт тертя ковзання, тому і вимоги до мікрогеометрії зовнішньої поверхні гальмівної стрічки 4 і внутрішній поверхні накидного кожуха 20 не є такими високими, як до пар тертя ковзання. При цьому необхідно враховувати, що кількість фрикційних накладок на набігаючій гілці (а) рівна « $n + k$ », а на збігаючій гілці (в) стрічки 4 – « n ».

Стрічково-колодкове гальмо з нерухомими та рухомими фрикційними накладками на гальмівній стрічці працює так. У момент натискання на важіль керування 6 відбувається замикавання гальма. Розрізняють три стадії процесу

гальмування стрічково-колодкового гальма з нерухомими та рухомими фрикційними накладками на гальмівній стрічці: початкову, проміжну і завершальну.

На початковій стадії гальмування рухомі накладки 17, що знаходяться між нерухомими накладками 7 і 8, тобто на набігаючій гілці (а) гальмівної стрічки 4 своїми робочими поверхнями 11 і 19 першими взаємодіють з робочою поверхнею гальмівного шківу 1. При цьому накладки 17 захоплюються обертовим моментом шківу 1 і починають переміщуватися у напрямку його обертання, за умови, що буде подолано

опір сил тертя між зовнішніми поверхнями 18 рухомих накладок 17 і внутрішньою поверхнею гальмівної стрічки 4, а також між контактними лініями циліндричного фрикційного елемента 23, що взаємодіє одночасно з внутрішньою поверхнею накидного кожуха 20 і зовнішньою поверхнею гальмівної стрічки 4. В цьому випадку відбувається переміщення рухомих накладок 17 відносно фрикційних елементів 23 за допомогою основи бічних стінок 21 накидного кожуха 20 у поздовжніх пазах 14 гальмівної стрічки 4 у бік її збігаючої гілки (в). Це, в першу чергу, пов'язано з тим, що зі збільшенням натягу набігаючої гілки (а) гальмівної стрічки 4 за допомогою важеля кренування 6, рухомі накладки 17 прагнуть ніби «вислизнути» і потрапити до сектора взаємодії пар тертя, де натяг набігаючої гілки (а) стрічки менший. Тому обмежувачами в цьому випадку і є вкорочені поздовжні пази 14 на набігаючій гілці (а) для кожної рухомої накладки 17 і бічна сторона нерухомої накладки 8, яка розміщена в середній частині (б) стрічки 4. Все це і створює додатковий опір для гальмівного шківів 1, що обертається, спричиняючи його пригальмовування. Наявність рухомих фрикційних накладок 17 на набігаючій гілці (а) стрічки 4 на «к» накладок більше, ніж на збігаючій (в), а їх розташування зі змінним кроком веде до збільшення площі взаємодії зовнішніх 18 та робочих 19 поверхонь рухомих накладок 17, до зменшення і вирівнювання питомої навантаженні в даному секторі взаємодії пар тертя гальма.

Проміжна стадія гальмування полягає в наступному поширенні фронту взаємодії у бік рухомих накладок 17 збігаючої гілки (в) гальмівної стрічки 4 при збільшенні сили її затягування за допомогою важеля керування 6 гальмом. За рахунок меншої кількості «к» рухомих накладок 17 на збігаючій гілці (в) гальмівної стрічки 4 і поздовжніх пазів 14 їхнє переміщення в ній буде більшим. Останнє продовжується до того часу, поки сили тертя, які розвиваються парами тертя ковзання і кочення: «робочі поверхні 19 рухомих накладок 17 - робоча поверхня гальмівного шківів 1»; «зовнішні поверхні 18 рухомих накладок 17 внутрішня поверхня гальмівної стрічки 4» і «зовнішня поверхня гальмівної стрічки 4 - лінії контактів циліндричних фрикційних елементів 23 - внутрішні поверхні накидних кожухів 20» не виявляться більшими за обертовий момент гальмівного шківів 1. Зменшення кількості рухомих накладок 17, що вишикувалися зі змінним кроком на збігаючій гілці (в) гальмівної стрічки 4, призводить до незначного збільшення питомої навантаженні на взаємодіючих поверхнях тертя і наближує їх значення до значень питомої навантаженні на набігаючій гілці (а) стрічки 4.

На завершальній стадії гальмування рухомі накладки 17 знаходяться в тому положенні, яке вони зайняли відносно набігаючої (а) і збігаючої (в) гілок гальмівної стрічки 4 в початковій і проміжній стадії гальмування. При цьому завершився перерозподіл питомої навантаженні між рухомими накладками 17 гілок (а) і (в) гальмів-

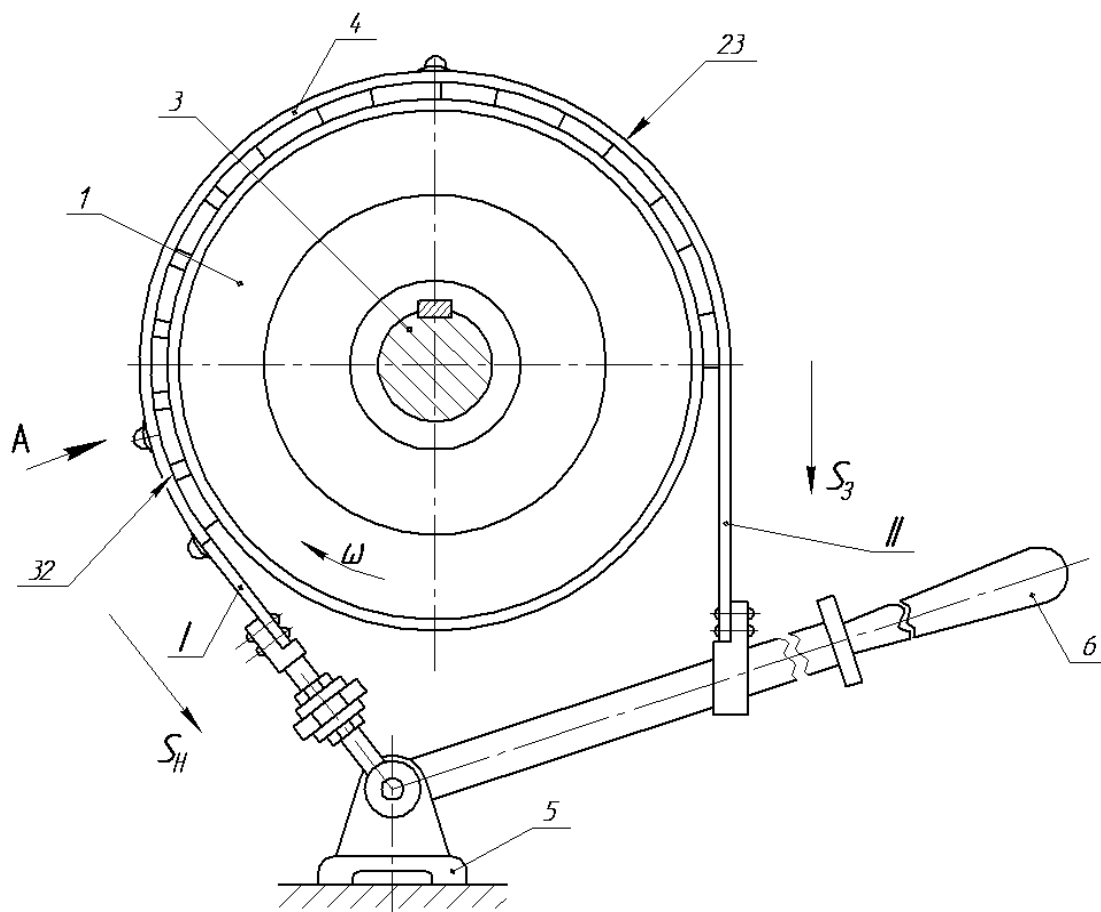
ної стрічки 4, що сприяло підвищенню ефективності гальма в цілому. На цій стадії реалізується пригальмовування шківів 1 із зусиллям затягування стрічки 4 попередньої стадії, або завершується гальмування до повної зупинки шківів 1 при помітному збільшенні затягування стрічки 4 за допомогою важеля керування 6 гальмом. При подальшому використанні гальма стадії гальмування повторюються. В разі реалізації важкого режиму навантаження пар тертя гальма, що викличе переміщення рухомих накладок 17 в крайні положення пазів 14 на набігаючій (а) і збігаючій (в) гілках стрічки 4 у напрямку обертання шківів 1 виконують реверсне гальмування, повертаючи тим самим накладки 17 у вихідне положення.

Таким чином, використання стрічково-колодкового гальма з нерухомими та рухомими фрикційними накладками на гальмівній стрічці дає змогу підвищити ефективність гальмування за рахунок створення опору переміщенню накладок відносно робочої поверхні шківів і внутрішньої поверхні стрічки, перерозподіляючи і вирівнюючи при цьому питомі навантаження між набігаючою і збігаючою гілками гальмівної стрічки і сприяючи тим самим майже рівномірному зношуванню робочих і зовнішніх поверхонь фрикційних накладок.

Стрічково-колодкове гальмо з секційними фрикційними накладками на гальмівній стрічці (заявка на винахід на патент Росії №2009138645 від 19.10.2009 р.).

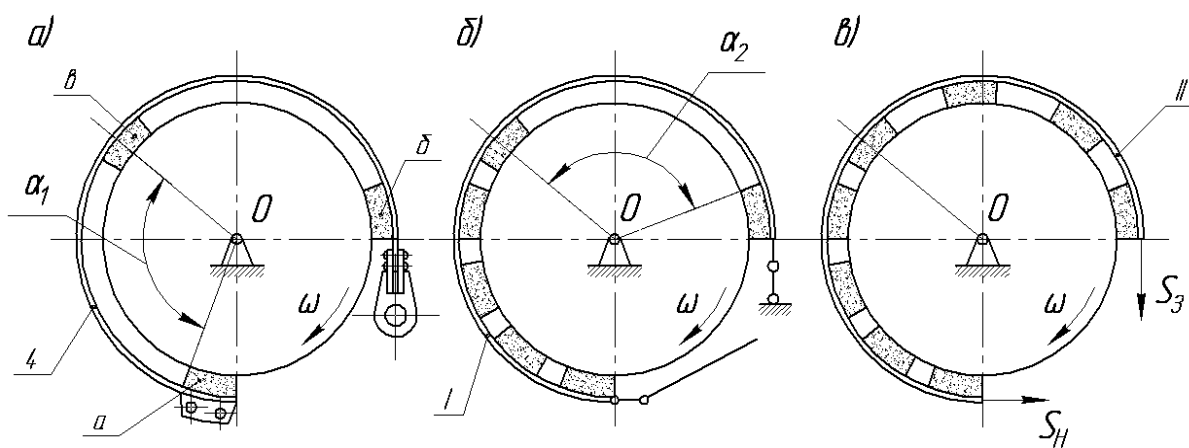
На рис. 4 зображено загальний вигляд стрічково-колодкового гальма; на рис. 5 а, б, в проілюстровані перший (а), другий (б) і третій (в) етапи компоновки накладок на дузі охоплення гальмівної стрічки; на рис. 6 проілюстрована гальмівна стрічка з компоновкою накладок на набігаючій та збігаючій гілках з основними та додатковими підресорними відтяжками; на рис. 7 а, б зображено вигляд А на ділянку гальмівної стрічки з елементами поліспастичної системи (а) та кріплення кінця канату до поперечної планки стрічки (б); на рис. 8 – поздовжній розріз фрикційного вузла гальма з поліспастичною системою; на рис. 9 – кінематична схема секції фрикційних накладок з поліспастичною системою (без гальмівної стрічки).

Стрічково-колодкове гальмо з секційними фрикційними накладками на гальмівній стрічці містить шків 1 з ребордами 2, закріплений на валі 3 механізму. Гальмівна стрічка 4 своєю набігаючою гілкою (I) кріпиться до опори 5, а збігаючою гілкою (II) – до важеля керування 6 гальмом. На гальмівній стрічці 4 розміщені рухомі фрикційні накладки 7 з робочою 8 і неробочою 9 поверхнями, які встановлюються на її гілках з різним сталим кроком наступним чином. При визначенні розрахунковим шляхом раціональної кількості фрикційних накладок 7, які встановлюються з різним сталим зазором на набігаючій (I) і збігаючій (II) гілках гальмівної стрічки, визначають коефіцієнт взаємного перекриття контактуючих поверхонь окремо для кожної з її гілок. Оскільки коефіцієнт взаєм-



ω – кутова швидкість гальмівного шківця; S_H , S_3 – натяг набігаючої і збігаючої гілок гальмівної стрічки; S_1 , S_2 – натяг набігаючої і збігаючої гілок каната

Рисунок 4 – Загальний вигляд стрічково-колодкового гальма



а – перший; б – другий; в – третій

Рисунок 5 – Етапи компоновки накладок на дузі охоплення гальмівної стрічки

ного перекриття пропорційний добутку площ контактуючих поверхонь тертя, то відношення k_H/k_3 дорівнює відношенню питомих навантажень, що виникають на набігаючій (I) (p_H) і збігаючій (II) (p_3) гілках гальмівної стрічки. Таким чином, по величині відношення p_H/p_3 можна визначити на скільки більше накладок необхідно встановити на набігаючій гілці (I) стрічки 4, ніж на збігаючій (II).

Перший етап полягає в такому розміщенні накладок по робочій довжині гальмівної стрічки, яке дозволяє однозначно намітити межу її набігаючої і збігаючої гілок. Згідно рис. 5а на кінцях гальмівної стрічки 4 встановлюють фрикційні накладки (а) і (б), а також одну накладку (в) в її середній частині, половини якої відносяться до кінця набігаючої (I) і початку збігаючої (II) гілок стрічки 4. Встановлення накладки (в) в середній частині стрічки 4 пов'язана з тим,

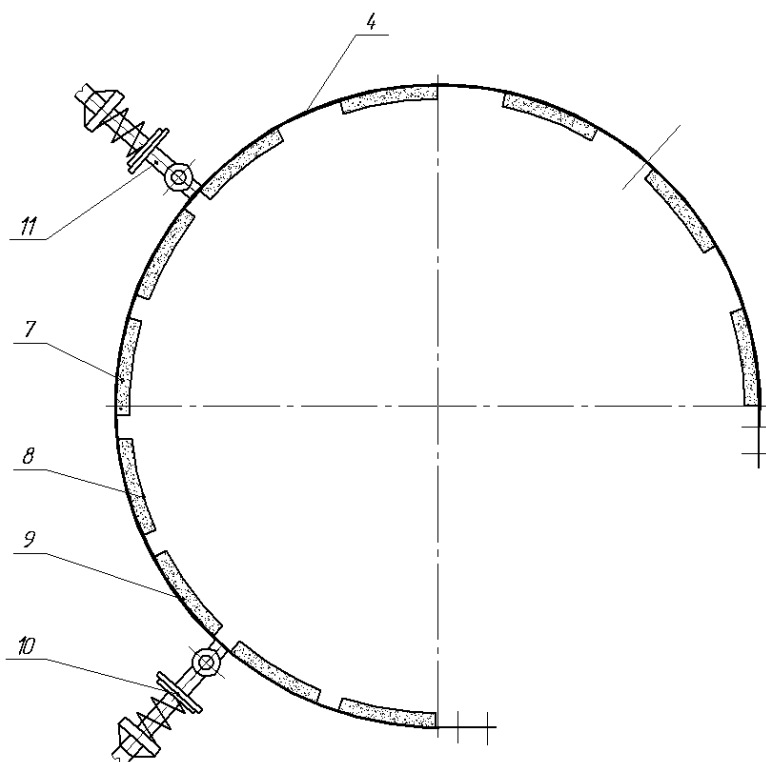


Рисунок 6 – Гальмівна стрічка з компоновкою фрикційних накладок на набігаючій та збігаючій гілках з основними та додатковими підресорними відтяжками

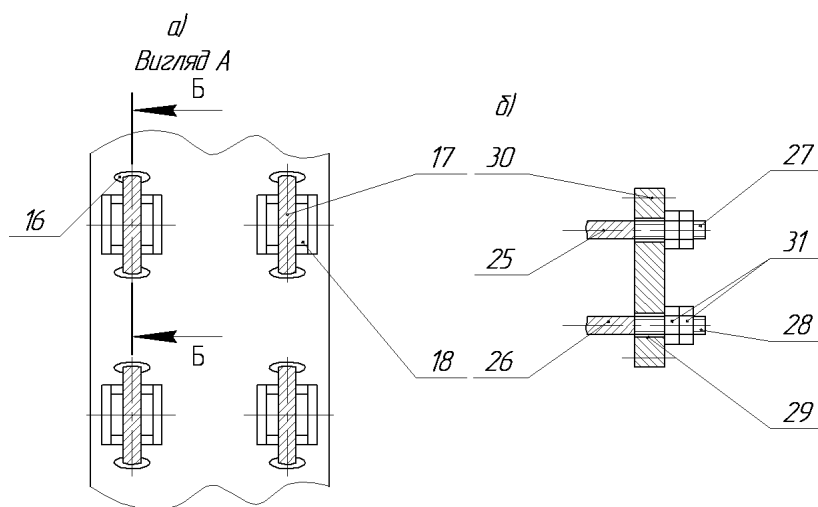


Рисунок 7 – Вигляд А на ділянку гальмівної стрічки з елементами поліспастиної системи (а) та кріплення кінців каната до поперечної планки стрічки (б)

що при замиканні гальма робоча поверхня саме цієї накладки першою почне взаємодіяти з робочою поверхнею гальмівного шківа 1.

Другий етап полягає у визначенні величини сталого кроку між торцями накладок (а) і (б) на набігаючій гілці (l) гальмівної стрічки 4. Спочатку, згідно з рис. 5,б, визначають центральний кут α_1^0 між торцями накладок (а) і (в). Для цього використовують залежність вигляду

$\alpha_1^0 = \frac{360l}{\pi D}$ (1), де l – відстань вздовж дуги стрічки 4 між торцями накладок (а) і (в); D – діаметр гальмівної стрічки ($D = d_{ш} + 2h_H$); $d_{ш}$ –

діаметр гальмівного шківа; h_H – товщина фрикційної накладки 7. Надалі користуються значенням добутку ширини накладки 7 на кількість накладок (n), які будуть розміщені на куті α_1 . Після чого від загальної довжини l набігаючої гілки (l) стрічки 4 віднімають довжину, яку займає намічена кількість накладок (n). Для розподілу довжини, яка залишилася для сталих зазорів між накладками (а) для набігаючої гілки стрічки, використовуючи залежність вигляду $\frac{l_H - b_H(n+0,5)}{n-1}$ (2), де l_H – довжина набігаючої гілки стрічки; b_H – ширина фрикційної накладки (а). На цьому другий етап завершується.

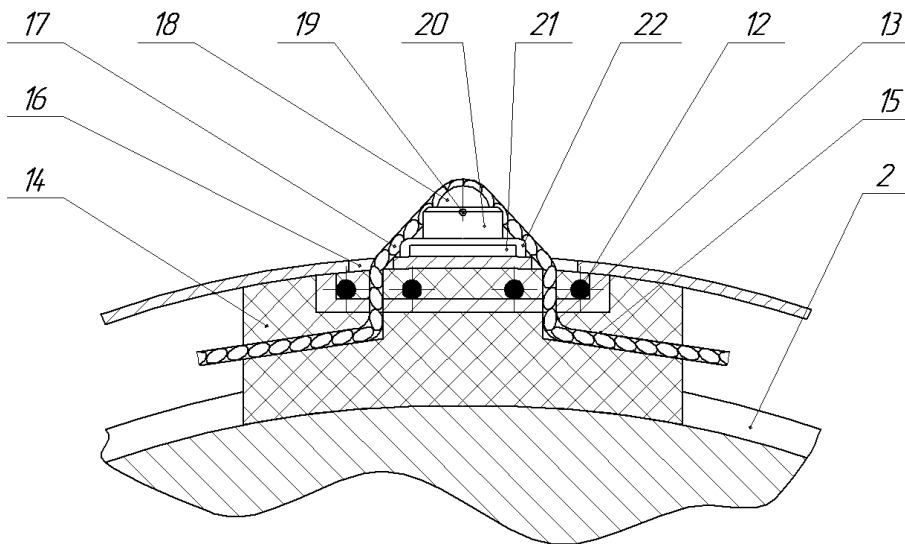


Рисунок 8 – Поздовжній розріз фрикційного вузла гальма з поліспаотною системою

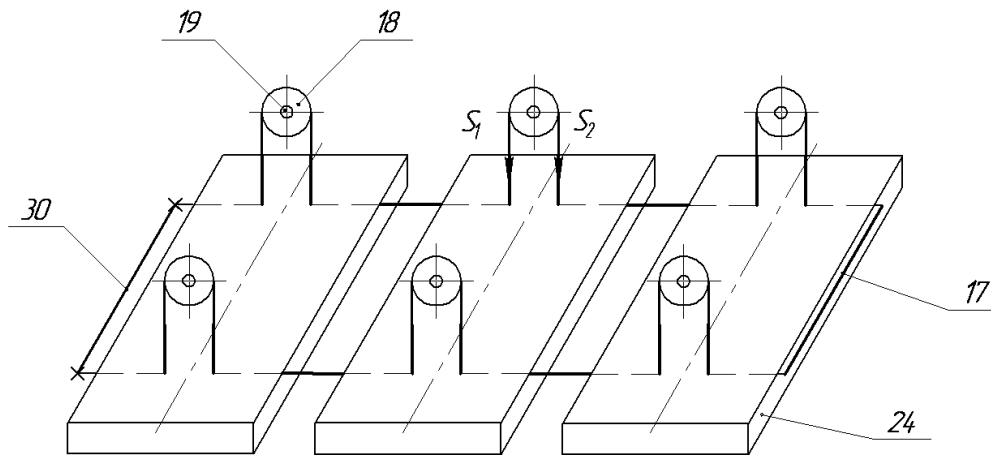


Рисунок 9 – Кінематична схема секції фрикційних накладок з поліспаотною системою (без гальмівної стрічки)

Третій етап полягає у визначенні величини сталого кроку між торцями фрикційних накладок (е) і (б) на збігаючій гілці (II) гальмівної стрічки, який визначається з формули $\frac{l_c - b_n(n+0,5)}{m-1}$ (3), де l_n – довжина збігаючої гілки стрічки з (m) накладками на ній (див. рис. 5в). Третій етап істотно не відрізняється від другого етапу. Використавши залежність (1), в якій $\alpha_1 = \alpha_2$, а також вираз (3), в якій необхідно підставляти замість n позначення m (кількість накладок на збігаючій гілці (II) гальмівної стрічки 4). На цьому третьому етапі завершується.

На рис. 6 проілюстровано приклад компоновки накладок на дузі охоплення гальмівної стрічки та її основні та додаткові підресорні відтяжки. При цьому величина сталого зазору між накладками (б) збігаючої гілки (II) гальмівної стрічки 4 набагато більша за величину сталого зазору між накладками (б) її набігаючої гілки (I).

У зв'язку з тим, що вагове навантаження на збігаючу гілку (I) гальмівної стрічки 4 збільши-

лася на величину відношення $\frac{n}{m}$ для її швидкого відведення від гальмівного шківів 1, а також з метою дотримання сталого зазору між парами тертя гальма, разом з основними підресорними відтяжками 10 застосовують додаткову 11.

Таким чином, для цілеспрямованого статичного перерозподілу питомих навантажень між набігаючою і збігаючою гілками гальмівної стрічки з урахуванням її експлуатаційної можливості необхідно правильно визначити розрахунковим шляхом кількість накладок, що припадають на набігаючу і збігаючу гілки гальмівної стрічки, і встановити величини сталих зазорів між накладками.

При цьому під неробочою поверхнею 9 кожної накладки 7 розташовані армуючі стрижні 12 і пластина 13, що поширюється на всю її довжину. По ширині на одну третину довжини фрикційної накладки 7 по краях на відстані допустимого зношування її робочої поверхні 8 виконано отвори 14. Останні сполучені з радіальними отворами 15. Такі ж отвори 16 вико-

нано також і в гальмівній стрічці 4. Крізь отвори 14, 15 і 16 пропущено канати 17, що огинають блоки 18 з канавками. Для сталевих канатів 17 профіль канавок на ободі блока 18 виконують таким, щоб канат 17 лягав в жолоб щільно, без зайвих зазорів, але не заклинювався в ньому. Блоки 18 встановлені на нерухомих осях 19 кронштейнів 20 з основами 21, вставленими в пази виступів 22. Останні розташовані на зовнішній поверхні 23 гальмівної стрічки 4. За потреби, кронштейни 20 можуть стопоритися (на рис. 7 не вказано). Основа 21 кронштейнів 20 може виконуватися із циліндричним хвостовиком з різьбою, який загвинчується в гальмівну стрічку 4.

Фрикційні накладки 7 на гальмівній стрічці 4 формуються в секції залежно від кута її охоплення. Кількість накладок 7 в секції – від двох і більше. Крім того, секцій може бути різна кількість на гілках стрічки 4. Так, на набігаючій гілці (I) стрічки 4 кількість накладок 7 в секції більша, ніж на її збігаючій гілці (II). Пояснюється це істотною відмінністю розподілу сумарних робочих площ накладок 7 по гілках гальмівної стрічки, оскільки натяг набігаючої гілки (I) стрічки 4 в 2,0 - 2,5 рази більший, ніж її збігаючої гілки (II). Тому з боку збігаючої ділянки гальмівної стрічки 4 канат 15 огинає вздовж жолоба бічну поверхню 24 останньої накладки 7 секції, а з боку її першої накладки 7 виконується натяг його кінців 25 і 26. Останні заведені в порожнисті об'єми гвинтів 27 і 28, запресовані, і запаяні в них. Гвинти 27 і 28 пропущені крізь отвори 29 поперечної планки 30, яка кріпиться до внутрішньої поверхні 32 стрічок 4. Стопоряються гвинти 27 і 28 регулювальними гайками 31. Планки 30 з отворами 29, кінці каната 17, виконані у вигляді гвинтів 27 і 28, і регулювальні гайки 31 є, по-суті, натягувальним пристроєм.

Система рухомих блоків 18 з огинаючим канатом 17 в секції накладок є свого роду поліспастом, який забезпечує підтримку і переміщення накладок 7 в секції. При цьому зі збільшенням числа гілок каната 17, які кріплять накладки 7 до внутрішньої поверхні 32 гальмівної стрічки 4, зменшується діаметр каната 17 і кількість блоків 18, але при цьому збільшується швидкість каната 17, а, отже, і швидкість переміщення накладок 7 на гальмівній стрічці 4.

У даній конструкції використовується "чиста" гальмівна стрічка 4, на якій відсутні приклепані розпірні планки між накладками в порівнянні з серійною гальмівною стрічкою. При цьому збільшується загальна деформація набігаючої (I) і збігаючої (II) гілок гальмівної стрічки 4 за рахунок збільшення зазору між накладками 7 секцій і, як наслідок, буде більше $S_H - S_3$, тобто сила тертя на взаємодіючих поверхнях і створюваний гальмівний момент.

Канати 17 в секціях накладок 7 не є абсолютно гнучкими тілами. Це виражається в тому, що набігаюча гілка каната 17, що має натяг S_1 , не відразу потрапляє до жолоба блока 18, а збігаюча гілка каната 17 з натягом S_2 не відразу

випрямляється, а потребує додаткового зусилля. Крім того, при обертанні блока 18 на нерухомій осі 19 виникають втрати на тертя. Опір переміщенню каната 17 чинять отвори 16 в гальмівній стрічці 4, а також система отворів 14 і 15 у накладці. При цьому в секціях накладок 7 на гілках гальмівної стрічки 4 канат 17 має різні діаметри, тобто на набігаючій гілці I – менший, а на збігаючій гілці II – більший. Ця обставина пов'язана з різним кроком на гілках стрічки 4 і, як наслідок, з різною жорсткістю каната 17.

У процесі роботи стрічково-колодкового гальма внутрішня поверхня 32 стрічки 4 і неробочі поверхні 9 фрикційних накладок 7 в секціях утворюють зовнішні пари тертя, а робочі поверхні 8 накладок 7 з робочою поверхнею шківів 1 – внутрішні пари тертя.

Стрічково-колодкове гальмо з секційними фрикційними накладками на гальмівній стрічці працює так. При натисненні на важіль керування 6 відбувається замикання гальма. При цьому гальмівна стрічка 4 з накладками 7 взаємодіє з робочою поверхнею гальмівного шківів 1 своєю середньою частиною дуги охоплення, після чого фронт взаємодії поширюється на набігаючу гілку (I) стрічки 4, а відтак на збігаючу її гілку (II). При цьому в парах тертя "робоча поверхня 8 накладки 7 – робоча поверхня гальмівного шківів 1" виникає сила тертя F_{T1} , основним складовим якої є динамічний коефіцієнт тертя ковзання (f_k). Водночас між внутрішньою поверхнею гальмівної стрічки 4 і неробочою поверхнею 9 накладки 7 виникає сила тертя спокою F_C . При цьому необхідно враховувати той факт, що чистота внутрішньої поверхні гальмівної стрічки 4 відповідає чистоті поверхні гальмівного шківів 1, а робоча 8 і неробоча 9 поверхні накладок 7 перед їх встановленням на стрічку 4 оброблені і мають однакову шорсткість. У певний момент часу гальмування зі збільшенням зусилля, що прикладається до важеля керування 6, сумарні сили F_{T1} і F_C в окремих секціях накладок 7 здолають сили опору, що діють на ділянки каната 17 в жолобах блоків 18, в системі отворів 14, 15 і 16 накладок 7 і стрічки 4, а також в жолобах блоків 18 і їх нерухомих осей 19, що і викличе обертання блоків 18, і, як наслідок, переміщення накладок 7 в секціях. Останнє сприятиме динамічному перерозподілу питомих навантажень в парах тертя стрічково-колодкового гальма, і, як наслідок, зупинці гальмівного шківів 1. При подальшому використанні гальма стадії гальмування повторюються. У випадку реалізації важкого режиму навантаження пар тертя гальма, що викликає переміщення рухомих накладок в крайнє положення, тобто до обмежуючих накладок 7 секцій, на набігаючій (I) і збігаючій (II) гілці стрічки 4 у напрямку обертання шківів 1 виконують реверсне обертання, повертаючи тим самим накладку 7 у вихідне положення.

Отже, застосування стрічково-колодкового гальма з секційними фрикційними накладками на гальмівній стрічці дає змогу підвищити ефективність гальмувань за рахунок створення опору переміщенню накладок в секціях віднос-

но робочої поверхні шківів і внутрішньої поверхні стрічки, перерозподіляючи і вирівнюючи при цьому питомі навантаження на ділянках дуги охоплення гальмівної стрічки і сприяючи тим самим майже рівномірному зношуванню робочих і неробочих поверхонь накладок.

Загальні висновки. В запропонованих конструкціях фрикційні накладки на дузі охоплення гальмівної стрічки компонується в секції з обмеженням, що дозволяє:

– підвищувати ефективність гальмувань за рахунок опору переміщення накладок в секціях відносно робочої поверхні шківів і внутрішньої поверхні стрічки;

– перерозподіляти та вирівнювати питомі навантаження завдяки переміщенню накладок в секціях та покращенню піддатливості гальмівної стрічки;

– забезпечувати рівномірне зношування робочих і неробочих поверхонь фрикційних накладок гальмівної стрічки.

Література

1 Злобин Б.А. Скоростная проходка скважин и резервы новой техники./ Б.А. Злобин. – М.: Недра, 1977. – 309 с.

2 Вольченко Д.О. Обгрунтування методів та засобів покращення експлуатаційних параметрів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок: дис. канд. техн. наук: 05.05.12 / Вольченко Дмитро Олександрович. – Івано-Франківськ, 2004. – 256 с.

3 Бекіш І. О. Розробка фрикційних вузлів з вирівнюванням питомих навантажень стрічково-колодкових гальм механізмів підйому вантажу: дис. канд. техн. наук: 05.05.05 / Бекіш Ірина Орестівна. – Київ, 2009. – 194 с.

4 Пат. 2357132 РФ МПК F16D49/08. Способ управления удельными нагрузками на ветвях тормозной ленты ленточно-колодочного тормоза буровой лебедки / Вольченко А.И., Крыжановский Е.И., Вольченко Н.А., Вольченко Д.А., Бачук И.В.; заявитель и патентообладатель Ивано-Франковск. национал. техн. ун-т нефти и газа. – №2007128254/11, заявл. 23.07.2007; опубл. 27.05.2009, Бюл. №15. – 11 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
03.12.09*

*Рекомендована до друку професором
Копєєв Б.В.*