

**Література**

1. Вареня Г.Д., Эдельштейн И.И., Зузук Ф.В. Комплексное изучение вещественного состава руд гипергенных никелевых месторождений с целью повышения экономической эффективности их освоения // В сб.: Охрана недр и улучшение рационального использования полезных ископаемых. – М.: Metallurgy, 1976.

2. Додатко А.Д., Древин А.Я., Виноградов Г.Г., Каневский А.Я. Геология, минералогия и условия образования коры выветривания ультрабазитов южной части Среднего Побужья // В кн.: Вопросы геологии и минералогии рудных месторождений. Вып.2. – М.: Недра, 1967.

3. Танатар-Бараш З.И. Генетическая классификация ультраосновных пород Украинского

кристаллического массива и связанные с ними полезные ископаемые // Природные и трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование. Том. 6. – М.: Недра, 1965.

4. Эдельштейн И.И. Рудные формации гипергенных никелевых и железо-никелевых месторождений. ДАН СССР, Т.253, № 3, 1980.

5. Минералого-технологическое картирование – основа рациональной эксплуатации гипергенных кобальт-железо-никелевых месторождений / Эдельштейн И.И., Пилипенко А.А., Мельник А.Д. и др. // В сб.: Технологическая минералогия главнейших промышленных типов месторождений. – Л.: Наука, 1987. – С. 59-62.

6. Способ подготовки шихтованных гипергенных никелевых и железо-никелевых руд для переработки / Эдельштейн И.И., Пилипенко А.А., Мельник А.Д. и др. А.с. № 1673611, 1991.

УДК 622.242.5 — 408.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИПУ ФУТЕРОВКИ КАНАТНИХ НАПРЯМНИХ ШКІВІВ НА ДИНАМІЧНІ НАПРУГИ В КАНАТІ

*О.В.Рублюк*

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 43024  
e-mail: olga@kiip.if.net.ua*

*На основе комплексных сравнительных экспериментальных исследований обоснован выбор оптимального типа футеровки в паре «канатный направляющий шкив — канат» с точки зрения ее способности пропускать волны динамических напряжений, что определяет работу трения при контакте поверхностей. Предложена зубчатая футеровка из вторичного резино-кордного сырья, применение которой в паре «КНШ-канат» обеспечивает повышение надежности канатных систем бурового и шахтного подъема.*

*On the base of complex comparative experimental research there made a choice of optimal lining in the pair of “Rope Guide Pulley — Rope” considering the ability to pass through dynamic waves, which defines friction work in the process of surfaces contact. There proposed gear-lining made of secondary rubber-cord materials which provides reliability rise of rope systems in drilling, mining etc.*

У канатних системах різного призначення, які широко використовуються в талевих системах бурових установок, у мостових кранах різного призначення, в шахтних піднімальних установках тощо найбільш масовими елементами є канатні напрямні шківів (КНШ), які виконують функції підтримання і скеровування каната.

Багатьма дослідженнями [1] доведено, що пара “КНШ-канат” є вузлом, який в найбільшій мірі лімітує довговічність канатних систем. У свою чергу довговічність цієї пари залежить від роботи тертя, що визначається величиною тиску в місці контакту каната з опорною площиною КНШ, і переміщенням каната відносно опорної поверхні. Останнє, в основному, проявляється у вигляді пружного ковзання, зумовленого різницею натягів у гілках каната, що охоплює КНШ.

Слід зазначити, що найбільш суттєве підвищення довговічності пари “КНШ-канат” забезпечується встановленням в ободі шківів змінної еластичної зносостійкої футеровки з

поліаміду, капрону, поліуретану тощо. Ці матеріали відносяться до антифрикційних і забезпечують малу роботу тертя у контакті поверхонь. Однак, на сучасному етапі висока вартість цих матеріалів перешкоджає їх широкому використанню.

Вирішення цієї проблеми може бути досягнуто шляхом виготовлення футеровки з вторинної полімерної сировини і, перш за все, у вигляді протекторної частини вибраваних (на стадії виготовлення і ремонту) автомобільних шин. Цей вид вторинної сировини завдяки високим фізико-хімічним властивостям протекторної гуми має потужний потенціал у використанні для виготовлення виробів різного призначення тільки на основі механічної обробки. Однак, гумова (протекторна) футеровка відноситься до фрикційного типу футеровок, яка, маючи високе зчеплення з канатом, об'єктивно збільшує пружне ковзання каната, зумовлене різницею натягів у його гілках. Тому розробка конструкції футеровки, що за мінімальних

витрат на виготовлення забезпечує пропускання хвиль динамічних напруг, які виникають у канаті, через КНШ є актуальною задачею.

Перспективною з цієї точки зору є конструкція зубчастої еластомірної фрикційної рухомої футеровки [2], яка була покладена в основу для виготовлення футеровки з протекторної частини вибрактованих шин. Зубчаста футеровка, працюючи в парі з канатом, забезпечує суттєве збільшення зносостійкості порівняно з футеровкою із суцільною опорною поверхнею. Це досягається завдяки тому, що еластичні виступи зубчастої форми, які контактують з канатом, практично не переміщуються відносно останнього, а пружньо деформуються і шляхом згину з підкручуванням відслідковують пружну витяжку каната. При цьому конструкція зубчастої футеровки може мати різне співвідношення висоти і довжини зуба, яке впливає на її фрикційні властивості. Для визначення оптимальних конструктивних параметрів були виготовлені три типи зубчастої протекторної футеровки з різними співвідношеннями розмірів зуба.

З метою оцінки впливу типу футеровки на її здатність вирівнювати динамічні напруги у гілках каната, що охоплює КНШ, були проведені порівняльні експериментальні дослідження з такими типами футеровок:

I – антифрикційна футеровка з поліаміду ПА-6;

II – фрикційна суцільна футеровка з протекторної гуми;

III – фрикційна зубчаста футеровка з протекторної гуми з конструктивними параметрами  $h/L=1$ , де  $h$  – висота зуба, а  $L$  – довжина зуба;

IV – фрикційна зубчаста футеровка з протекторної гуми з конструктивними параметрами  $h/L=1,5$ ;

V – фрикційна зубчаста футеровка з протекторної гуми з конструктивними параметрами  $h/L=2,5$ .

Дослідження проводились на стенді, схема якого зображена на рис. 1. Стенд представляє собою встановлений на нерухомій осі шківів 1, конструкція якого передбачає можливість установки в ободі різних змінних типів футеровок. Шківів 1 охоплений канатом 2 діаметром 6 мм (тип ЛК-Р 6x10+1 о.с.). Одна з гілок каната 2 нерухомо закріплена до основи 3, а до другої жорстко прикріплений вільно звисаючий шток 4 з тарільчастим упором 5 для розміщення набору вантажів 6 масою по 10 кг кожний, які забезпечують різну величину попереднього натягу гілок каната. Вимірювання динамічних зусиль  $S$  у закріпленій гілці каната здійснювалось тензометром 7.

Суть експерименту з кожним із перелічених вище типів футеровок полягала в динамічному навантаженні вільної гілки каната падаючим з висоти 0,4 м уздовж штока 4 вантажем 8 масою 7 кг. Для кожного типу футеровки проводилася серія експериментів за різних величин попереднього натягу вільної гілки каната, які створювались за допомогою вантажів 6, що

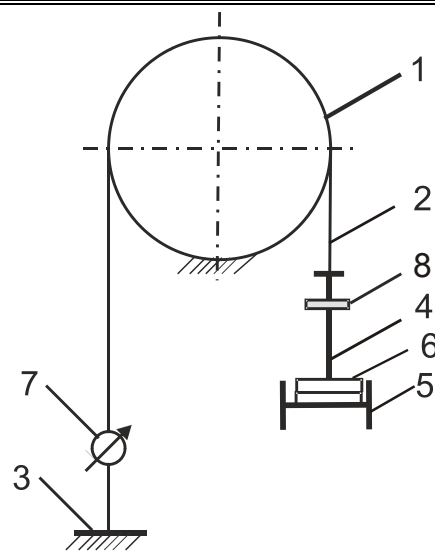


Рисунок 1 — Схема експериментальної установки

встановлювались на тарільчастому упорі 5. При цьому величини попереднього натягу складали 100-700 Н з кроком 100 Н.

За порівняльний критерій здатності конкретного типу футеровки вирівнювати динамічні напруги в гілках каната, що охоплює шків (тобто пропускати через себе хвилі динамічних напруг у канаті), була прийнята різниця  $S$  величин натягу каната в нерухомій гілці до і після падіння вантажу і стабілізації в ній натягу.

Як приклад, на рис. 2 зображено одержані осцилограми зміни динамічних зусиль у нерухомій гілці каната для фрикційної зубчастої футеровки з протекторної гуми з конструктивними параметрами  $h/L=1,5$  (тип IV). Подібні осцилограми були одержані для всіх типів футеровок.

У таблиці 1 наведені середні значення критерію  $S$  у відносних одиницях для кожного типу футеровки, одержані в результаті обробки осцилограм. Мінімальне значення прийнятого критерію, що відповідає типу футеровки, що має найкращі динамічні властивості (тобто має найкращу здатність пропускати крізь себе хвилі динамічних напруг), приймалося за 100 %. Здатність інших типів футеровок пропускати крізь себе хвилі динамічних напруг визначалася у відношенні до 100 %.

Таким чином, у результаті проведених експериментів встановлено, що фрикційна зубчаста футеровка з протекторної гуми з конструктивними параметрами  $h/L=1,5$  пропускає крізь шківів хвилі динамічних напруг практично також вільно, як це має місце у випадку використання антифрикційної футеровки, наприклад, з поліаміду ПА-6. При цьому зубчаста футеровка з іншими конструктивними параметрами зуба такого ефекту не забезпечує. Це пояснюється можливістю пружної деформації еластичних виступів зубчастої форми, які відслідковують пружну витяжку каната, що включає її основну повздовжню і малу за величиною крутильну складові.

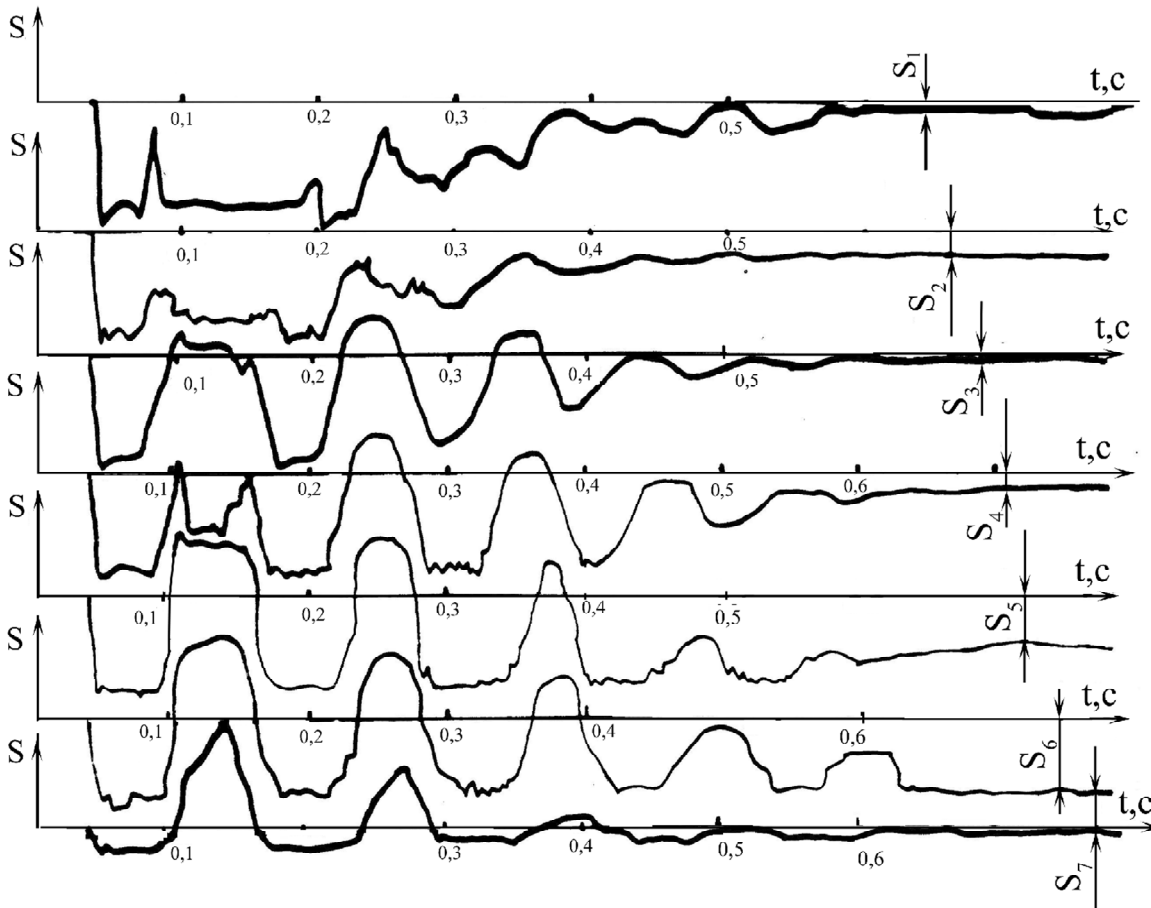


Рисунок 2 — Осцилограми зміни динамічних зусиль у нерухомій гілці каната

Таблиця 1 — Середні значення критерію S

Тип футеровки		Середні значення S у відносн. од.	Ранжировані значення критерію S, %
I	Антифрикційна футеровка з поліаміду ПА-6	3,2	100
II	Фрикційна суцільна футеровка з протекторної гуми	5,8	55,5
III	Фрикційна зубчаста футеровка з протекторної гуми з конструктивними параметрами $h/L=1$	4,3	74,6
IV	Фрикційна зубчаста футеровка з протекторної гуми з конструктивними параметрами $h/L=1,5$	3,2	100
V	Фрикційна зубчаста футеровка з протекторної гуми з конструктивними параметрами $h/L=2,5$	5,5	58,1

Позитивний ефект від застосування зубчастої футеровки з протекторної гуми зумовлюється ще й її високою довговічністю, що пов'язано, по-перше, з низьким спрацюванням футеровки внаслідок мінімального взаємного переміщення каната і футеровки і, по-друге, з високою зносостійкістю протекторної гуми.

З метою перевірки високих зносостійких властивостей зубчастої футеровки з протекторної гуми із визначеними конструктивними параметрами були проведені порівняльні експериментальні дослідження на зносостійкість.

Випробовувались антифрикційна футеровка з поліаміду ПА-6, фрикційна футеровка з протекторної гуми із суцільною поверхнею і зубчаста протекторна футеровка зі співвідношенням висоти і довжини зуба ( $h/L=1,5$ ). Експерименти проводились на стенді, який представляє собою рухому платформу, що здійснює зворотно-поступальний рух з амплітудою до 40 мм. На цій платформі встановлюються взірці футеровки, а канат, навитий на нерухомий шків, притискається до футеровочних взірців.

Випробування закінчувались після 75 тис. циклів. У кожному з проведених експериментів

Таблиця 2 — Середні значення об'ємного спрацювання різних типів футеровок

Тип футеровки	Середня густина, $\times 10^3$ кг/м <sup>3</sup>	Середнє значення об'ємного спрацювання, $\times 10^{-6}$ м <sup>3</sup>
Антифрикційна футеровка з поліаміду ПА-6	1,3	2,515
Суцільна футеровка з протекторної гуми	1,12	2,052
Зубчаста футеровка з протекторної гуми з конструктивними параметрами $h/L=1,5$	1,12	1,546

шляхом зважування взірців визначалися вагові втрати взірця після випробування. Порівняльну оцінку зносостійкості футеровок здійснювали за об'ємними втратами взірця за виразом

$$\Delta'' = \frac{\Delta'}{\rho},$$

де:  $\Delta'$  – вагові втрати взірця; кг;  
 $\Delta''$  – об'ємні втрати взірця; м<sup>3</sup>;  
 $\rho$  – густина матеріалу взірця, кг/м<sup>3</sup>.

Середнє значення об'ємного спрацювання визначалося, як середнє значення вимірювань, одержаних на п'яти екземплярах взірців для кожного типу футеровки. Одержані в результаті обробки дані наведено в табл. 2.

Перевірка, проведена за параметричним критерієм Стьюдента підтвердила, що різниця в величинах об'ємного спрацювання всіх взірців суттєва, тобто вона зумовлена не дією випадкових чинників, а визначається особливостями конструкцій різних типів футеровок, що піддавались випробуванням.

Аналіз даних табл. 2 показує, що мінімальне об'ємне спрацювання має зубчаста футеровка ( $h/S=1,5$ ) з протекторної гуми, тобто ця футеровка має найбільшу зносостійкість. Якщо зносостійкість зубчастої футеровки прийняти за 100%, то зносостійкості футеровки з протекторної гуми із суцільною поверхнею і з поліаміду ПА-6 будуть у відношенні 100 : 75 : 62.

Отже, зносостійкість протекторної футеровки виявилась вищою від зносостійкості футеровки з поліаміду ПА-6 у середньому в 1,6 рази.

Таким чином, проведені комплексні порівняльні експериментальні дослідження з різними типами футеровок КНШ дозволили виділити

зубчасту протекторну футеровку із конструктивними параметрами  $h/L=1,5$ , як найбільш оптимальний варіант. Використання такої футеровки в парі "КНШ-канат" дозволить за мінімальних економічних затрат, зумовлених низькою вартістю внаслідок використання вторинних ресурсів, забезпечити підвищення довговічності канатних систем, що загалом позитивно впливає на надійність функціонування бурового, шахтного підйому, кранових установок тощо.

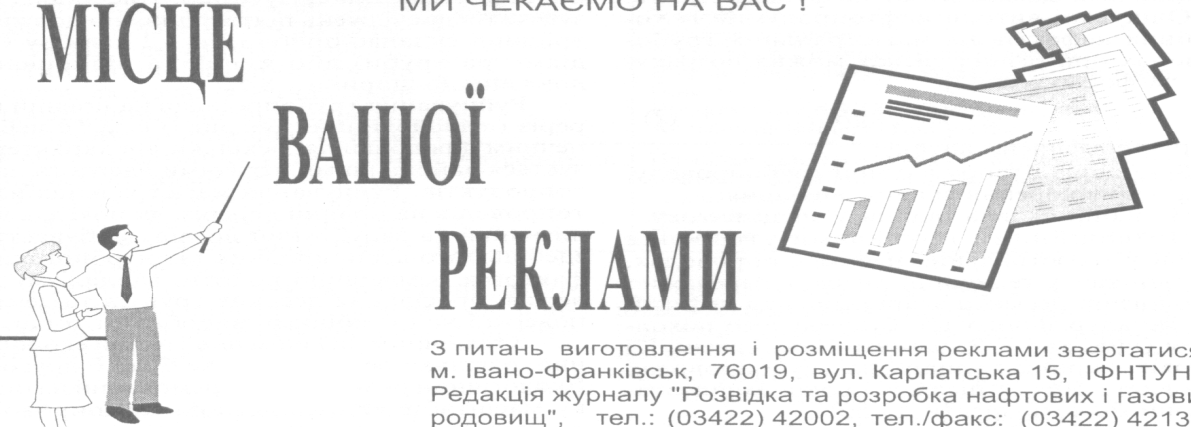
На закінчення слід зазначити, що застосування зубчастої протекторної футеровки в КНШ, які відносяться до категорії масових елементів, як необхідний елемент канатних піднімально-транспортних машин різного призначення, відкриває нові перспективи для широкого використання такої цінної вторинної сировини, якою є вибраковані автомобільні шини. Після спрацювання зубчастої протекторної футеровки до величини, допустимої правилами безпеки, її можна переробляти, наприклад, в гумову крошку. Іншими словами, спрацьована зубчаста протекторна футеровка з традиційного обороту переробки вторинної гумо-кордної сировини не випадає, а навпаки, забезпечує додаткову високо-ефективну, раніш не використовувану, переробку цього виду сировини.

#### Література

1. Иванов В. А., Петрина В. Н. Повышение долговечности направляющих шкивов и канатов. – М.: Недра, 1989. – 141 с.
2. А.с. 1380144 СССР, МКИ<sup>4</sup>В66В 15/04. Подвижная футеровка канатного шкива / В.Н.Потураев, В.А.Иванов.

МИ ЧЕКАЄМО НА ВАС !

# МІСЦЕ ВАШОЇ РЕКЛАМИ



З питань виготовлення і розміщення реклами звертатися:  
 м. Івано-Франківськ, 76019, вул. Карпатська 15, ІФНТУНГ,  
 Редакція журналу "Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ", тел.: (03422) 42002, тел./факс: (03422) 42139,  
 ел. пошта: rozvidka@ifdtung.if.ua