

Яким Р.С.

(ДДПУ ім. І. Франка, м. Дрогобич)

**ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ОСЬОВИХ ПІДШИПНИКІВ
КОВЗАННЯ ВІДКРИТИХ ОПОР ГІРНИЧОРУДНИХ ТРИШАРОШКОВИХ
БУРОВИХ ДОЛІТ**

E-mail: Jakym.r@online.ua

Тришарошкові бурові долота з відкритими опорами, які призначені для буріння свердловин в гірничорудних умовах кар'єрів, працюють у екстремальних умовах. Для забезпечення ефективного функціонування доліт їхні опори конструюються із зносостійких матеріалів та створюються умови для якісного очищення й охолодження повітрям під тиском. Тим не менше, значна частина таких доліт передчасно втрачає працездатність через руйнування відповідальних поверхонь та елементів підшипників опори. Частим явищем є заклинювання шарошок. Поміж характерних причин таких явищ є низька зносостійкість осьових підшипників тертя опори. Аналізом відпрацьованих опор виявлено значні сліди зносу робочих поверхонь упорного торця бурта цапфи лапи та спряженої з нею поверхні упорного торця шарошки. Тому підвищення зносостійкості цих відповідальних поверхонь ковзання має важливе науково-практичне значення в сучасному долотобудуванні.

Аналізом відпрацьованих бурових доліт сучасних провідних виробників тришарошкових бурових доліт встановлено, що ефективне забезпечення зносостійкості можливе завдяки нанесенню спеціальних зносостійких покриттів та створення сприятливих умов тертя ковзання [1]. Зокрема на опорах доліт фірм «Hughes Christensen» [2], «Smith International» [3] та ін. є зносостійкі покриття на основі міді-нікелю-олова, а також тонкі покриття на основі срібла. В Україні для підвищення зносостійкості осьових підшипників опор доліт застосовують наплавлення упорного торця цапфи лапи. Як матеріал для наплавлення застосовують сплави типу стеліт, 3В16К, 3В14К-Б. Упорний торець шарошки піддається цементації. Встановлено [4], що наплавлення сплавом 3В16К, яке забезпечує твердість

HRC 49...52 дає ефект у зниженні зносу цементованого упорного торця шарошки практично в 3 рази. Тим не менше, відомо, що дані з лабораторних досліджень дають змогу лише попередньо оцінювати можливості зносостійких матеріалів, що працюють у таких важких умовах, як опори відкритих доліт. Тому важливі стендові випробовування, які максимально відтворюють реальні умови експлуатації доліт.

Дослідження були здійснені на основі порівняльних стендових випробовувань експериментальної партії з шести секцій тришарошкового бурового долота 244,5 ОК-ПГВ. Лапи з цапфами та шарошки виготовляли за стандартною технологією на долотному підприємстві. Шарошки виготовляли зі сталі 14ХН3МА-В, а лапи зі сталі 19ХГНМА-В. Для нанесення зносостійкого матеріалу на робочі поверхні упорного торця цапфи лапи застосовували спеціалізоване устаткування для порошкового плазмового наплавлення ПМ-300Д.

Вивчення фізико-механічних показників сталей, деталей та зміцнених наплавленням поверхонь велося згідно стандартних металографічних методик із застосуванням відповідного обладнання [5]. Зокрема, твердість вимірювали за допомогою приладу ПМТ-3, мікроструктуру вивчали на мікроскопі ММ-2Р який обладнано цифровою камерою КЦ-13. Для виявлення мікроструктури наплавлених шарів застосовували розчин Мураками.

Стендові випробовування ґрунтувалися на тому, що дві секції, навантажені осьовим зусиллям до 70...80 кН, притискалися до стола з металевим вибоєм. Стіл разом з вибоєм обертався з частотою до 100 об/хв. Відтак, шарошки, під заданим навантаженням, оберталися із заданою швидкістю по поверхні вибою. Для охолодження і промивання в опори секцій подавалася вода під тиском. Це дає змогу максимально відтворити умови роботи опор доліт. Для виведення на робочий режим роботи опор значення осьового зусилля поступово збільшували: протягом 1 год – до 10 кН, далі ще протягом 1 год – до 30 кН, а потім протягом 20 хв – до 80 кН.

Наплавлення здійснювали порошком Stellite 190 W, який добре себе зарекомендував у сучасному долотобудуванні. При цьому застосовували діючі на ви-

робництві параметри технологічного процесу наплавлення, що забезпечують стабільне і якісне отримання поверхонь з твердістю HRC 58...60. На рис. 1 представлено порівняння характеру розподілу твердості по глибині наплавленого шару для Stellite 190 W та 3B16K.

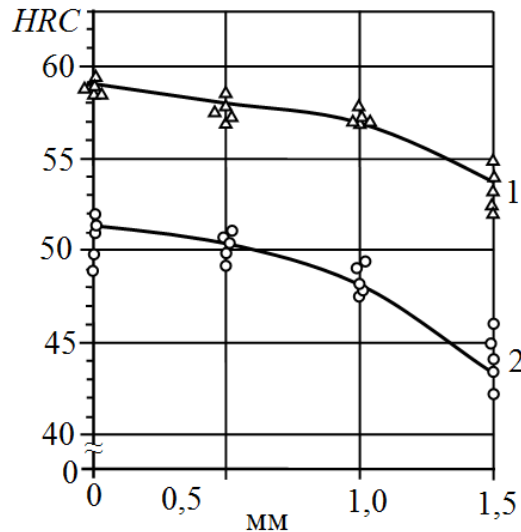


Рис. 1. Розподіл твердості по глибині наплавлених шарів зі Stellite 190 W (1) та 3B16K (2)

Зважаючи на досвід конструювання відкритих опор шарошкових бурових доліт і для розширення інформативності стендових випробовувань на зносостійкість, в конструкції досліджуваних опор внесено деякі зміни (табл. 1). Також до сталі шарошки однієї секції висунуті спеціальні вимоги щодо якісних показників хімічного складу (табл. 2) і хіміко-термічної обробки. Зокрема, для цієї сталі границя витривалості $\sigma_B = 1325$ МПа, границя плинності $\sigma_{0,2} = 1010$ МПа, відносне звуження $\psi = 49\%$, відносне видовження $\delta = 11\%$, ударна в'язкість

$KCU = 10,5 \frac{Дж}{см^2}$. Оцінка хімічного складу плавки сталі 14ХН3МА-В згідно

ASTM A255 та SPECIFICATION 9313 Steel з позиції критерію міцності DI, виявила мінімальне розсіювання, а показник не виходить за межі значення $DI = 3,5 \pm 0,5$. Мікроструктура цементованого шару сталі 14ХН3МА-В шарошки в ділянці упорного торця: дрібноголковий мартенсит 1 б з вмістом аустеніту до 1 б

та дрібних і рівномірно розподілених по об'єму карбідів 1-2 б. Серцевина – сорбітоподібний тростит.

Таблиця 1 – Характер лінійного зносу досліджуваних наплавлених упорних торців цапф лап

№	Вимоги до упорного торця бурта цапфи лапи	Лінійний знос (мм) за час (год)			
		10 год	20 год	30 год	40 год
1	Наплавка по всій ширині робочої поверхні на канавку для наплавлення стеліту	0,02	0,04	0,05	0,07
2	Серійна технологія наплавки + цементация	0,02	0,04	0,05	0,06
3	Наплавка по всій ширині робочої поверхні без канавки для наплавлення стеліту	0,02	0,03	0,04	0,04
4	Серійна технологія наплавки, а сталь шарошки має підвищені вимоги до хімічного складу та до термічної обробки	0,00	0,01	0,02	0,03
5	Серійна технологія наплавки	0,04	0,06	0,07	0,09
6	Серійна технологія наплавки	0,03	0,05	0,06	0,08

Таблиця 2 – Встановлені середні значення хімічного складу плавки сталі 14ХНЗМА-В шарошки, до якої висунуто підвищені якісні вимоги

C, %	Cr, %	Ni, %	Mo, %	Mn, %	Cu, %	V, %	Si, %	S, %	P, %
0,14	1,41	3,24	0,13	0,77	0,15	0,01	0,22	0,005	0,006

У результаті експериментів отримали характерні особливості зносу наплавлених упорних торців цапфи лапи (табл. 1) і спряжених з ними цементованих упорних торців шарошки (табл. 3).

Таблиця 3 – Параметри цементованого шару на упорних торцях шарошок та характер їхнього лінійного зносу

№	Товщина цементованого шару, мм	Поверхнева твердість, HRC	Твердість серцевини, HRC	Карбід в цементованому шарі, бали	Твердість зношеного упорного торця, HRC	Лінійний знос (мм) за час (год)			
						10 год	20 год	30 год	40 год
1	2,1	59	36	1-2	46...48	0,02	0,27	0,31	0,32
2	1,6	61	37	1	48...49	0,07	0,10	0,15	0,25
3	2,1	59	35	1-2	43...46	0,21	0,23	0,24	0,33
4	1,6	61	37	1	54...59	0,03	0,04	0,11	0,20
5	1,8	60	34	3	38...44	0,23	0,28	0,03	0,36
6	1,3...1,6	60...62	40,5	1-3	38...44	0,28	0,36	0,41	0,58

Отримані результати дають змогу констатувати, що високі перепади в значеннях твердості на поверхні цементованого шару та в серцевині, а також коливання товщини цементованого загартованого шару упорних торців шарошки суттєво впливають на характер зношування й інтенсивність руйнування підшипника ковзання. Висока концентрація і нерівномірний розподіл карбідів також інтенсифікують процес. Одночасно, слід зауважити, що забезпечення плавного розподілу твердості від поверхні до серцевини, а також невисокі значення карбідів, які рівномірно розташовані по об'єму, дає змогу досягнути найменше значення лінійного зносу, наприклад для секцій № 2 і 4. Протилежна картина спостерігається в характері зносу секцій № 5 і 6.

Зауважимо, що при експлуатаційних відпрацюваннях слід очікувати дещо інтенсивнішого зносу спряжених упорних торців, оскільки промив рідини в стендових умовах створює дещо м'якші умови роботи. Також необхідно зауважити, що інтенсивне биття, що має місце в реальних умовах, здійснює надзвичайно не-

«п'ята-підп'ятник», що потребує окремого ґрунтового дослідження. Також потребує докладного дослідження вплив значення початкових зазорів у осьових підшипниках ковзання на характер перерозподілу навантажень елементів опор.

Висновок: Для підвищення зносостійкості осьових підшипників ковзання відкритих опор гірничорудних тришарошкових бурових доліт можна виокремити такі напрямки: 1) Увести поплашковий вибір сталей для виготовлення деталей доліт. При цьому слід ретельно контролювати фізико-механічні та технологічні показники сталі на вхідному контролі ЦЗЛ. 2) Ретельно проробляти та дотримуватись якісного виконання хіміко-термічної обробки для досягнення регламентованих параметрів розподілу концентрації вуглецю та твердості по глибині зміцнених шарів сталей шарошок і лап доліт. 3) Упорний торець бурта лапи наплавляти по всій ширині робочої поверхні без виконання канавки для наплавлення стеліту, при цьому має забезпечуватись задана висота наплавленого шару. 4) При складанні опор жорстко дотримуватись розмірних ланцюгів та контролювати параметри биття шарошок. 5) Внести зміни в конструкцію опори.

Література:

1. Буровой породоразрушающий инструмент: Международная инженерная энциклопедия. (Международный транслятор-справочник). Т.1: Шарошечные долота / Под науч. ред. В. Я. Кершенбаума, А. В. Торгашова, А. Г. Мессера. М.: Нефть и газ, 2003. – 257 с. (Серия „Нефтегазовая техника и технология” т. 1).
2. Каталог буровых долот компании Hughes Christensen / сост. Хьюз Кристенсен. Москва: Бейкер Хьюз Инкорпорейтед, 2008. – 44 с.
3. Smith Bits: каталог продукции 2007-2008: каталог / сост. Smith International. U.S.A.: Smith International, Inc., 2007. – 65 с.
4. Богомолов Р. М. Методы повышения эффективности разрушения горных пород при бурении скважин шарошечными долотами: дис. докт. техн. наук : 25.00.15. Москва, 2001. – 434 с.
5. Яким Р. С., Петрина Ю. Д. Теорія і практика забезпечення якості та експлуатаційних показників цементованих деталей шарошкових бурових доліт: монографія. – Івано-Франківськ: Вид-во ІФНТУНГ, 2011. – 189с.