

**ПІДВИЩЕННЯ НАПРАЦЮВАННЯ ШАРОШКОВИХ ДОЛІТ
ПРИ БУРІННІ ПІДРИВНИХ СВЕРДЛОВИН**

При бурінні підривних свердловин в технологічному процесі видобутку магнетитових кварцитів вартість шарошкового долота складає близько 60% від вартості всього бурового інструменту. В роботі запропоновано для підвищення напрацювання шарошкових доліт застосувати бурову хімію MATEX (Канада), яка знайшла широке застосування в нафто-газовій промисловості та в гранітних кар'єрах при ударному бурінні. Промислові дослідження з застосуванням бурової хімії показали значне підвищення напрацювання шарошкових доліт.

Ключові слова: буріння, підривні свердловини, шарошкове долото, бурова хімія.

H.M. Panchenko, V.Y. Tsyhanok, Y.S. Tyshchenko. Increasing the development of cone bits when drilling. When drilling blast wells in the technological process of mining magnetite quartzites, the cost of a cone bit is about 60% of the cost of the entire drilling tool. The work includes a literature review of modern methods of increasing the reliability of drilling tools. It has been established that the main directions for increasing the performance of cone bits are the use of wear-resistant materials and coatings for their production, improvement of drilling technology and the organization of repair and preventive maintenance. In the work, it is proposed to use MATEX (Canada) drilling chemistry, which has found wide application in the oil and gas industry and in granite quarries during impact drilling. The research was carried out in a quarry for the extraction of magnetite quartzites on an Epiroc DM-75E drilling rig, drilling chemicals were fed into the water-air mixture using a MATEX dispenser. The drilling chemical dispenser is completely self-contained and easy to install on the drilling machine, designed with only one moving part, which ensures low operating costs. Industrial studies with the use of MATEX drilling chemistry (the consumption of chemistry was 1.5 liters per hour) showed a significant increase in the working hours of cone bits, on average, from 745 to 1488 linear meters. Conclusions were made regarding the use of MATEX drilling chemistry in the conditions of iron ore quarries of the private joint-stock company «Northern Mining and Processing Plant» (Kryvyi Rih). Experimental studies showed the expediency of using drilling chemistry when drilling blast wells for the extraction of magnetite quartzites. Due to the increase in the working time of cone bits, a reduction in the cost of drilling 1 linear meter of blasting wells by 38.7% was achieved.

Key words: drilling, blast wells, cone bits, drilling chemistry.

Постановка проблеми. Північний гірничозбагачувальний комбінат (м. Кривий Ріг) – це найбільше гірничодобувне підприємство в Європі із закінченим циклом підготовки доменної сировини. Сировинною базою підприємства є великі родовища залістистих кварцитів, які розробляються Першотравневим та Ганнівським кар'єрами, загальні промислові запаси яких складають 2943 млн тон магнетитових кварцитів, річний видобуток яких коливається в межах 27-29 млн.т.

Виробництво концентрату з вмістом заліза 65,8% складає понад 12 млн тон обкотишів із вмістом заліза 63% – близько 9 млн тон на рік. Продукція підприємства має попит не тільки в Україні, а й на світовому ринку.

¹ канд. техн. наук, доцент, Навчально-науковий технологічний інститут Державного університету економіки і технологій, м. Кривий Ріг, ORCID: 0000-0001-7565-0380, panchenko_hm@duet.edu.ua

² начальник відділу з операційних політиень, ПАТ «ПівніГЗК», м. Кривий Ріг

³ старший менеджер відділу з операційних політиень, ПАТ «ПівніГЗК», м. Кривий Ріг

В складних умовах сьогодення, при збільшенні транспортних витрат, порушенні логістичних схем постачання змінних запчастин гостро стає питання підвищення конкурентоспроможності продукції за рахунок вдосконалення технологічних процесів на підприємстві, застосування новітніх технологій та матеріалів, і, таким чином, збільшення терміну експлуатації змінного обладнання.

Видобуток магнетитових кварцитів в кар'єрах ПівніГЗК ведеться з застосуванням бурової техніки. При бурінні підривних свердловин застосовуються шарошкове долото, вартість якого складає близько 60% від вартості всього бурового інструмента за рахунок застосування зносостійких сплавів високої вартості. Підвищення їх напрацювання є однією з основних задач покращення продуктивності видобутку та підвищення економічних показників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При виготовленні бурового змінного оснащення його надійність може бути підвищена шляхом удосконалення конструкції [1, 2], застосування зносостійких та міцних матеріалів [3], нанесення зносостійких покриттів [4-6], більш якісним виготовленням вузлів та деталей, що призводить до збільшення вартості та не завжди виправдано з економічної точки зору.

В процесі експлуатації підвищення терміну напрацювання доліт може бути забезпечене за рахунок вибору раціональних режимів роботи бурового обладнання [7] та вдосконалення організації ремонтно-профілактичного обслуговування.

Застосування бурової хімії для покращення експлуатаційних характеристик бурового устаткування широко застосовується в нафто-газовій промисловості [8], але недостатньо вивчена ефективність її застосування в умовах буріння підривних свердловин для видобутку магнетитових кварцитів Криворіжжя.

Мета статті – визначення економічної доцільності застосування бурових домішок та дозуючого пристрою, підвищення напрацювання шарошкових доліт при видобутку залізної руди відкритим способом.

Виклад основного матеріалу. В період з січня по червень 2022 р. в умовах одного з кар'єрів ПрАТ «ПівніГЗК», на буровому верстаті Epiroc DM-75E, проводилися дослідно-промислові випробування бурової хімії, що подавалась у водоповітряну суміш за допомогою дозатора (рис. 1). Годинна витрата хімії становила 1,5 л за годину. Загальні витрати бурової хімії під час проведення випробувань склали 800 л.

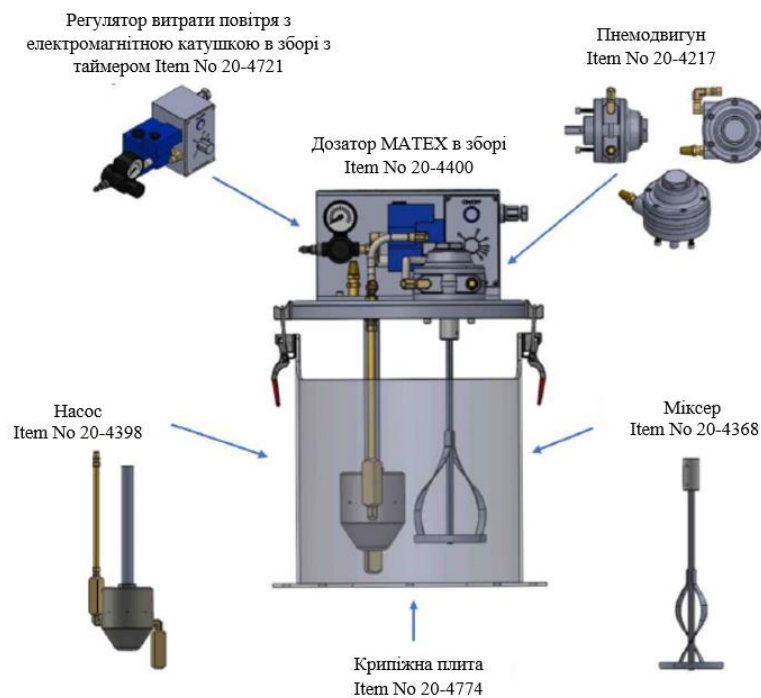


Рис. 1 – Схема дозатора бурової хімії МАТЕХ

Дозатор бурової хімії керується повітрям. Він повністю автономний та простий для встановлення на буровий верстат, насос призначений для подачі вимірної кількості продукту, з метою отримання вірної якості суміші та спроектований тільки з однією рухомою частиною, що забезпечує низькі експлуатаційні витрати. Можливий діапазон подачі бурової суміші від 1,5 л/год до 8 л/год (з діапазоном регулювання 0,5 л/год).

В промислових дослідженнях застосовувалась бурова хімія МАТЕХ (Канада), що має паспорт безпеки на продукт.

Схема подачі бурової хімії на шарошкове долото показана на рис. 2. Дозуючий пристрій рівними порціями подає бурову хімію у водо-повітряну суміш, яка прямує по буровій штанзі і через повітропровід (рис. 3) подається на підшипникові вузли та покриває їх захисною плівкою.

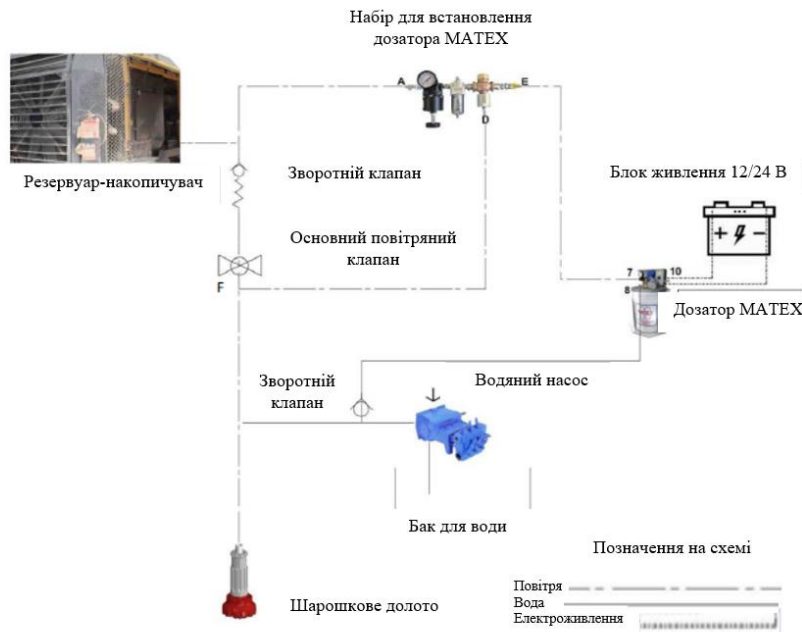


Рис. 2 – Схема підключення до систем бурового верстату дозатора МАТЕХ



Рис. 3 – Шарошкове долото

При бурінні свердловин використовувалися шарошечні долота діаметром 250,8 мм. Усього за час проведення випробувань відпрацьовано 12 доліт із застосуванням бурової хімії.

Результати проведених досліджень наведені в табл.

Таблиця

Результати напрацювання дослідних доліт з застосуванням бурової хімії

№ п.п.	Дата встановлення долота	Напрацювання, м.п.	Витрати хімії, л/год	Міцність*
1	12.01.2022	875	1,5	12
2	15.01.2022	1346	1,5	12
3	21.01.2022	1735	1,5	12
4	26.01.2022	1707	1,5	12
5	31.01.2022	1445	1,5	12
6	07.02.2022	1519	1,5	12
7	13.02.2022	1338	1,5	12
8	21.02.2022	1715	1,5	12
9	04.03.2022	1399	1,5	12
10	09.03.2022	1505	1,5	12
11	16.03.2022	1522	1,5	12
12	24.05.2022	1762	1,5	12
Середнє		1488		
** Факт 2021		745		

* - міцність гірничої породи за шкалою Протодьяконова

** - статистичні дані фактичного напрацювання доліт за 2021 рік вибрані з «журнал обліку напрацювання доліт» з того бурового верстата, на якому проводились випробування, та з урахуванням гірничо-геологічних умов роботи

Як видно з табл., середнє значення напрацювання доліт з застосуванням бурової хімії збільшилось майже в два рази в порівнянні з фактичними показниками 2021 року.

Висновки

Проведені промислові дослідження збільшення напрацювання шарошкових робіт під час буріння підричних свердловин в умовах кар'єрів по видобутку магнетитових кварцитів на ПрАТ ПівніГЗК показали доцільність застосування бурової хімії.

Досягнуто зниження собівартості буріння 1 м.п. на 38,7% (з урахуванням додаткових витрат на хімію) долотом, за рахунок збільшення напрацювання на 99% (з 745 м.п./долото до 1488 м.п./долото) на аналогічних типах порід, застосування бурової хімії, що подається у водоповітряну суміш за допомогою дозатора бурової хімії.

З урахуванням вартості дозатора та комплекту для монтажу, обсяг буріння, за який досягається окупність інвестицій на дозатор бурової хімії та комплект для монтажу, становить 15 790 м.п.

Перелік використаних джерел:

1. Dynamic behavior analysis of push-the-bit rotary steerable bottom hole assembly / Z.-Ch. Guan, H. Wang, Y.-C. Shi, W.-Q. Chen, G.-Sh. Zhao, J.-Y. Wang, G.-Q. Cao // Journal of Mechanical Science and Technology. – 2019. – Vol. 33. – Pp. 1501-1511. – Mode of access: <https://doi.org/10.1007/s12206-019-0302-5>.
2. Яким Р.С. Конструкторсько-технологічні підходи у визначенні оптимального розміщення зубків на вінцях шарошок тришарошкових бурових доліт / Р.С. Яким, А.М. Сліпчук // Вісник НТУ «ХПІ». – 2016. – № 5(1177). – С. 25-33.
3. Wang J. A new diamond bit for extra-hard, compact and nonabrasive rock formation / J. Wang, Sh. Zhang // Journal of Central South University. – Vol. 22. – 2015. – Pp. 1456-1462. – Mode of access: <https://doi.org/10.1007/s11771-015-2663-y>.

4. Исследование влияния плазменного тонкопленочного покрытия системы Si-O-C-N на поверхностное упрочнение быстрорежущей стали / В.А. Коротков, И.А. Растегаев, Д.Л. Мерсон, М.А. Афанасьев // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2020. – № 3. – С. 62-70.
5. Краснова М.Н. Финишное плазменное упрочнение / М.Н. Краснова, А.М. Высоцкий // Инновационные технологии и оборудование машиностроительного комплекса. – 2018. – С. 85-88.
6. Главатских Г.Н. Финишное плазменное упрочнение как эффективный способ нанесения покрытий / Г.Н. Главатских, А.В. Овсянников // Наука Удмуртии. – 2018. – № 2(84). – С. 21-25.
7. Nau A. Evaluation of the High-Speed Drilling Technique for the Incremental Hole-Drilling Method / A. Nau, B. Scholtes // Experimental Mechanics. – 2013. – Vol. 53. – Pp. 531-542. – Mode of access: <https://doi.org/10.1007/s11340-012-9641-1>.
8. Преимущества применения буровых растворов на углеводородной основе при бурении нефтяных и газовых скважин / В.Ю. Гришковец, Ю.С. Давыдов, Т.А. Редкин, Л.В. Николаева, А.В. Карпиков // Науки о земле и недрапользование. – 2013. – № 2(43). – С. 95-102.

References:

1. Guan Z.-Ch., Wang H., Shi Y.-C., Chen W.-Q., Zhao G.-Sh., Wang J.-Y., Cao G.-Q. Dynamic behavior analysis of push-the-bit rotary steerable bottom hole assembly. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 2019, vol. 33, pp. 1501-1511. doi: 10.1007/s12206-019-0302-5.
2. Iakim R.S., Slipchuk A.M. Konstruktors'ko-tehnologichni pidkhodi u viznachenni optimal'nogo rozmishchennia zubkiv na vintsiakh sharoshok trisharoshkovikh burovikh dolit [Design and technological approaches in determining the optimal placement of teeth on the crowning of sharot]. *Visnik NTU «KhPI» – Bulletin of the National Technical University «KhPI»*, 2016, № 5(1177), pp. 25-33. (Ukr.)
3. Wang J., Zhang Sh. A new diamond bit for extra-hard, compact and nonabrasive rock formation. *Journal of Central South University*, 2015, vol. 22, pp. 1456-1462. doi: 10.1007/s11771-015-2663-y.
4. Korotkov V.A., Rastugaev I.A., Merson D.L., Afanasyev M.A. Issledovanie vliianiia plazmennogo tonkoplenochnogo pokrytiia sistemy Si-O-C-N na poverkhnostnoe uprochnenie bystrozhushechey stali [Study of the influence of the plasma thinning coating of the SI-O-C-N system on the surface hardening of high-speed steel]. *Poverkhnost'. Rentgenovskie, sinkhrotronnye i neitronnye issledovaniia – Surface. X-ray, synchrotron and neutron studies*, 2020, № 3, pp. 62-70. (Rus.)
5. Krasnova M.N., Vysotskii A.M. Finishnoe plazmennoe uprochnenie [Finish plasma hardening]. *Innovatsionnye tekhnologii i oborudovanie mashinostroitel'nogo kompleksa – Innovative technologies and equipment of the engineering complex*, 2018, pp. 85-88. (Rus.)
6. Glavatskikh G.N., Ovsiannikov A.V. Finishnoe plazmennoe uprochnenie kak effektivnyi sposob naneseniia pokrytii [Finish plasma hardening as an effective way of applying coatings]. *Nauka Udmurtii – Science of Udmurtia*, 2018, № 2(84), pp. 21-25. (Rus.)
7. Nau A., Scholtes B. Evaluation of the High-Speed Drilling Technique for the Incremental Hole-Drilling Method. *Experimental Mechanics*, 2013, vol. 53, pp. 531-542. doi: 10.1007/s11340-012-9641-1.
8. Grishkovets V.Iu., Davydov Iu.S., Redkin T.A., Nikolaeva L.V., Karpikov A.V. Preimushchestva primeneniia burovyykh rastvorov na uglevodorodnoi osnove pri burenii neftiannykh i gazovyykh skvazhin [The advantages of the use of drilling solutions on a hydrocarbon basis for drilling oil and gas wells]. *Nauki o zemle i nedropol'zovanie – Earth science and subsoil use*, 2013, № 2(43), pp. 95-102. (Rus.)

Рецензент: В.Й. Засельський,
д-р техн. наук, проф. ННТІ ДУЕТ

Стаття надійшла 27.08.2022