

ВПЛИВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ МАТЕРІАЛІВ БУРОВИХ ШАРОШОК НА ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ЇХ РУЙНУВАННЯ

Петрина Д.¹, Яким Р.²

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ

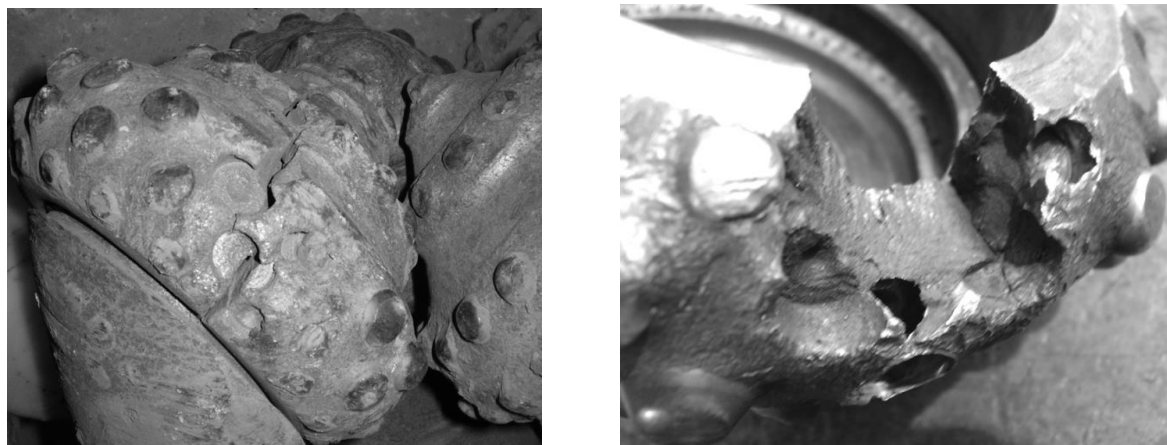
²Дрогобицький державний педагогічний університет ім. І. Франка, м. Дрогобич

Особливо складні умови експлуатації гірничорудних тришарошкових бурових доліт ставлять перед долотобудуванням комплекс вимог щодо забезпечення високих показників їхньої надійності й довговічності. Тришарошкові бурові долота мають доволі складну конструкцію яка включає з'єднані зварюванням три секції, кожна з яких включає лапу з опорою на якій змонтовано шарошку. Конструктивно такі долота виконуються з відкритою опорою на основі радіальних підшипників кочення та осьових підшипників ковзання. Відтак довговічність опори головно залежить від зносостійкості, контактної витривалості спряжених елементів, а також якості охолодження й очищення під час буріння. При цьому особливості конструкції шарошок (№1, №2, №3), які мають відмінні конструкції вінців та розташування породоруйнівного оснащення, призначені забезпечувати надійне обертання навколо осі цапфи лапи та ефективне руйнування вибою породи.

Одночасно забезпечити однаковий ресурс всіх елементів долота є досить проблематичним. Тому в долотобудуванні традиційно застосовується комплексний підхід який включає розв'язання низки конструкторсько-технологічних і металознавчих задач для підвищення довговічності спочатку окремих деталей, потім вузлів і нарешті цілого долота загалом.

З цією метою ретельно вивчаються особливості відпрацювання та характерні пошкодження деталей бурових доліт. Поміж головних причин частой передчасної втрати працездатності таких доліт є пошкодження й катастрофічне руйнування шарошок (рис. 1). Поряд з тим, що вершина шарошок зазнає руйнування після буріння 100 – 150 м, є випадки коли руйнування відбуваються на перших годинах буріння. Тут можна бачити що руйнування відбувається в ділянці небезпечних перерізів. Це ділянки замкового підшипника кочення, упорного торця та у вершині шарошки. Ці види руйнування докладно описано в [1]. Аналізом виявлено окремі випадки аномального крихкого руйнування тіла шарошки (рис. 1, а). У іншому випадку

від шарошки відколюється значний її фрагмент (рис. 1, б). Це в подальшому може спричинити повне розколювання й зруйнування шарошки.



а

б

а – руйнування тіла шарошки

б – відколювання частини тіла шарошки

Рисунок 1 – Види руйнування шарошок тришарошкових бурових доліт

Встановлено, що шарошки доліт можуть зазнавати крихкого руйнуватися не тільки через наявність небезпечних перерізів [3], а й через невідповідність хімічного складу плавки сталі та нераціональних параметрів технологічного процесу зміцнення [1, 2, 4]. І хоч розроблено низку підходів і рекомендацій для подолання причин раптового руйнування шарошок, питання є дискусійним і потребує усестороннього вивчення.

Металографічним дослідженням піддано шарошки бурового долота 244,5 ОК-ПГВ з партії що відмовили через їхнє крихке руйнування. Для цього, згідно стандартної методики з досліджуваних шарошок виготовлено темплети для оцінки хімічного складу. В табл. 1 представлено результати аналізу хімічного складу шарошок відповідно №1, №2, №3.

Досліджувані шарошки виготовлені зі сталі 14ХН3МА-В згідно діючих ТУ14-550-51-2004. У мікроструктурі сталі на досліджуваних темплетах ліквіаційні дефекти не виявлені, також у серцевині не спостерігали феритно-перлітну смугастість. Одночасно, виявлено що для шарошки №1 помітними є розсіювання Cr, Ni, Mn, Si, S, для шарошки №2 – Cr, Ni, Mo, Mn, для шарошки №3 – C, Cr, Ni, Mo, V, S. Відтак, від структури сталі та розподілу фізико-механічних показників у різних перерізах шарошки можуть мати незначне розсіювання.

Хімічний склад сталі 14ХН3МА-В

Хімічні елементи	Середні показники хімічного складу шарошок, %			Вимоги згідно ТУ14-550-51-2004
	№ 1	№ 2	№ 3	
				0,11 – 0,15
C	0,141	0,142	№ 3	1,35 – 1,55
Cr	1,422	1,432	0,153	3,10 – 3,40
Ni	3,282	3,248	1,482	0,10 – 0,15
Mo	0,110	0,114	3,235	0,60 – 0,80
Mn	0,720	0,702	0,138	≤ 0,25
Cu	0,213	0,207	0,700	–
Al	0,021	0,021	0,222	≤ 0,05
V	0,017	0,016	0,022	0,20 – 0,35
Si	0,27	0,263	0,018	≤ 0,015
S	0,006	0,005	0,292	≤ 0,015
P	0,012	0,010	0,006	0,11 – 0,15

Оцінка хімічного складу з позиції критерію міцності DI виявила, що сталь 14ХН3МА-В досліджуваних шарошок має завищені значення (на шарошці: № 1 – DI=4,48; № 2 – DI=4,31; № 3 – DI=4,96). Зауважимо, що згідно ASTM A255 та SPECIFICATION 9313 Steel показник має мати значення DI=3,5±0,5.

Висновок

Аналіз видів руйнування три шарошкових доліт, виявлених на різних стадіях буріння дає можливість стверджувати, що на стан металу впливає хімічний склад та термообробка долота і має яскраво виражений крихкий злам. Встановлено, що в мікроструктурі плавок сталі 14ХН3МА-В, з яких виготовлялися шарошки гірничорудних тришарошкових бурових доліт що виявили схильність до крихкого руйнування, помітними є розсіювання C, Cr, Ni, Mn, Mo, V, Si, S. Оцінка хімічного складу з позиції критерію міцності DI виявила, що дана сталь має завищені значення, що підтверджено виявленим характером руйнування шарошок у вигляді каменеподібного зламу. Подібний висновок необхідно підтвердити подальшими дослідженнями зразків їх фізико-механічних показників.

Література

1. Yakym R.S., Prtryna D.Yu. Analysis of Causes and Preventing Ways of Early Workability Loss of Three-Cone Rock Bit Cutters. *Metallophysics and Advanced Technologies*. Vol. 42, №5, May, 2020. p.731 – 751.

2. Яким Р. С., Петрина Ю. Д., Пасинович Т. Б., Колодій А. Ю. Підвищення тріщиностійкості шарошок тришарошкових бурових доліт. *Машинознавство*. 2010. № 1 – 2. С.26 – 30.
3. Yakym R. S., Petryna D. Yu. Increase of durability of three-cone rock bit cutters. *Journal of Hydrocarbon Power Engineering*. 2017, Vol. 4, Issue 2 – P. 49 – 53.
4. Яким Р. С., Петрина Д. Ю. Аналіз причин раптових руйнувань шарошок тришарошкових бурових доліт зі вставним породоруйнівним оснащенням. *Нафтогазова енергетика*. – 2019. № 1(31). С. 72 – 82.

THE INFLUENCE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF MATERIALS OF DRILLING BITS ON THE MAIN CAUSES OF THEIR DESTRUCTION

Petryna Dmytro, Yakym Roman

Abstract. Three-layer drill bits work under increased loads and wear, which can cause their rapid failure. The complex design of the drills is also the reason for the difficulty of controlling their overall strength. The analysis of the types of destruction, together with the analysis of the chemical composition of steels, can provide answers to many questions about the durability of drill bits under different operating conditions. Differences in the chemical composition of steels, deviations in the technological process of straightening, non-compliance with drilling technology can cause the failure of drill bits in the short term of their operation. These changes were controlled by the DI strength criterion with a further possible solution of this problem.

Key words: types of failure, fracture toughness, wear resistance, strength criterion, brittle fracture, three cone drill bits

Reference

1. Yakym R.S., Prtryna D.Yu. Analysis of Causes and Preventing Ways of Early Workability Loss of Three-Cone Rock Bit Cutters. *Metallophysics and Advanced Technologies*. Vol. 42, No. 5, May, 2020. p. 731 – 751.
2. Yakym R. S., Petryna Yu. D., Pasynovych T. B., Kolodiy A. Yu. Increasing the crack resistance of layers of three-layer drill cuttings. *Mechanical engineering*. 2010. No. 1 - 2. P.26 - 30.
3. Yakym R. S., Petryna D. Yu. Increase of durability of three-cone rock bit cutters. *Journal of Hydrocarbon Power Engineering*. 2017, vol. 4, Issue 2 - P. 49 - 53.
4. Yakym R.S., Petryna D.Yu. Analysis of the causes of sudden destruction of layers of three-layer drill bits with insertable rock-breaking equipment. *Oil and gas energy*. – 2019. No. 1(31). P. 72 - 82.