

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ АЛМАЗНЫХ БУРОВЫХ КОРОНОК ВЕДУЩИХ ФИРМ

Г.А. Кудайкулова, ТОО «Бурмаш», Казахстан

Б.В. Федоров, Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан

В результате сравнительного анализа производственных испытаний алмазных буровых коронок, разработанных рядом ведущих фирм США, Канады, России и Китая, установлено, что в твердых абразивных породах наибольшей экономичностью обладают многослойные коронки с импрегнированными слоями гребешкового профиля, изготовленные фирмой «Терек Алмаз» (Россия) по патенту Республики Казахстан.

В Республике Казахстан на базе разведанных запасов минерального сырья создан мощный минерально-сырьевой комплекс, в который входит свыше 230 горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, осуществляющих сбыт продукции во многие азиатские и европейские страны.

Основной целью программы развития минерально-сырьевого комплекса республики в настоящее время являются создание и совершенствование эффективной системы геологических исследований, направленных на выявление дополнительных запасов полезных ископаемых для действующих горнорудных и нефтеперерабатывающих предприятий, обеспечение рационального комплексного использования недр, обеспечение охраны недр и окружающей природной среды. Поисково-разведочное колонковое бурение, являясь основным техническим средством геологоразведочных работ, занимает ведущее место по объему и качеству получаемой геологической информации.

Удовлетворительное решение последней задачи в породах средней твердости и твердых с большим эффектом реализуется при использовании для проходки скважин снарядов со съемными керноприемниками (ССК), вооруженных алмазными породоразрушающими инструментами.

Основное преимущество ССК перед традиционным колонковым бурением заключается, прежде всего, в резком сокращении времени на спуско-подъемные операции с буровым снарядом. За счет этого увеличивается рейсовая скорость и общая производительность бурения, снижается стоимость работ. Эффективность применения ССК возрастает с повышением стойкости алмазных буровых коронок и увеличением глубин буровых скважин. В Казахстане около половины метража поисково-разведочных скважин бурится с применением ССК [1].

Вместе с тем, существуют условия, сдерживающие дальнейшее расширение области эффективного использования этой прогрессивной технологии. В первую очередь – это высокая твердость и абразивность ряда горных пород, значительно снижающие работоспособность (стойкость) алмазных инструментов и сводящие к минимуму преимущества технологии с ССК.

Поэтому многие мировые фирмы разрабатывают для упомянутых сложных геологических условий алмазные буровые коронки повышенной стойкости. При этом стоимость последних, так же, как и их стойкость у разных производителей значительно отличаются друг от друга.

С целью определения эффективности разработанных буровых коронок для ССК были проведены их сравнительные испытания на Чиганак-Улькенсайском рудном поле Казахстана.

Верхняя часть разреза месторождения представлена щебнем, суглинками, корой выветривания по алевролитам, песчаникам, алевропесчаником, углерод-содержащими алевролитами, аргиллитами и базальтами. Упомянутый интервал разбуривался твердосплавными коронками. В нижней части разреза залегают твердые абразивные породы X-XII категории по буримости, представленные кремнисто-баритовой брекчией, кремнистыми породами, яшмоидами с баритом и массивными кремнями. Испытания алмазных коронок проводились при проходке этого нижнего интервала. Бурение осуществлялось диаметром 76 мм (NQ). Испы-

тывались коронки следующих производителей: Dimatec (США), ALFA - 0,8 (Канада), Ultra Terra (Канада), Boart Longyear (Канада), Терек Алмаз (Россия), Bohwa (Китай).

Все коронки были импрегнированного типа, толщина матрицы – 9 мм. Параметры технологического режима бурения для всех испытываемых коронок поддерживались в интервале следующих величин:

- осевая нагрузка на коронку – 2000 – 2200 дан/см²;
- частота вращения коронки – 640 – 710 об/мм;
- расход промывочной жидкости (полимерный раствор) – 25 – 40 л/мин.

Следует отметить, что применяемый полимерный буровой раствор хорошо зарекомендовал себя в таких сложных горно-геологических условиях, как Чиганак-Улькенское рудное поле. Раствор готовился на основе французского реагента Flodrill PAM 1040, произведенного компанией SFA S.A и представляет из себя анионный сополимер акриламида и акрилата натрия. Такие полимеры обеспечивают тиксотропное поведение бурового раствора и соответствующую вязкость, что позволило безаварийно пробурить скважины на данном месторождении.

Результаты сравнительных испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты сравнительных испытаний алмазных буровых коронок NQ

п/п	Производитель буровых коронок	Продолжительность, м	Асход коронок шт.	Средняя проходка на коронку (стоимость) S, м	Среднеквадратичное отклонение проходки, δ, см	Коэффициент вариации V = δ / S	Стоимость коронки C тенге доллар Т/дол.	Эффективность использования коронок F = C/S
	2	3		5	6	7	8	9
	Dimatec (США)	5 60 м	4	40	1,3	0,032	$\frac{70000}{467}$	$\frac{1750 \frac{\text{Т}}{\text{М}}}{11,68 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{М}}}$
	ALFA - 0,8 (Канада)	1 75		35	1,35	0,039	$\frac{80000}{533}$	$\frac{2286 \frac{\text{Т}}{\text{М}}}{15,2 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{М}}}$
	Ultra Terra (Канада)	1 75		35	1,36	0,039	$\frac{85000}{567}$	$\frac{2429 \frac{\text{Т}}{\text{М}}}{16,2 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{М}}}$
	Boart Longyear (Канада),	3 55		50	1,42	0,028	$\frac{90000}{600}$	$\frac{1800 \frac{\text{Т}}{\text{М}}}{12}$
	Терек-Алмаз (Россия)	3 15		45	1,45	0,032	$\frac{65000}{433}$	$\frac{1444 \frac{\text{Т}}{\text{СМ}}}{9,62 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{М}}}$
	Bohwa (Китай)	1 50		30	1,33	0,044	$\frac{50000}{333}$	$\frac{166 \frac{\text{Т}}{\text{М}}}{11,1 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{М}}}$
	КСБ -2 (Терек-Алмаз по патенту РК)	6 30	0	63	1,45	0,023	$\frac{65000}{433}$	$\frac{1032 \frac{\text{Т}}{\text{М}}}{6,87 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{М}}}$

Анализ таблицы по позициям 1 – 6 показывает, что средняя проходка S на коронку варьирует от 30 м (Китай) до 50 м (Boart Longyear). Величины выполненных среднеквадратичных отклонений δ и коэффициентов вариации $V = \delta/S$ свидетельствует о достоверности полученных результатов.

За критерий эффективности F различных коронок принята доля их цены C , приходящая на 1 м бурения:

$$F = \frac{C}{S}, \quad (1)$$

причем наиболее эффективной будет применение той коронки, у которой упомянутый критерий будет минимален. В столбце 8 таблицы приведены цены алмазных импрегнированных коронок различных фирм-производителей (в тенге и долларах США), а в столбце 9 – критерий F эффективности их применения. Анализ данных последнего столбца показывает, что минимальную величину имеет критерий F при использовании импрегнированных коронок, выпускаемых фирмой «Терек-Алмаз» ($F_{min} \frac{1444 \text{ тенге/м}}{9,62 \text{ дол/м}}$).

Отдельно следует остановиться на результатах испытаний алмазных коронок КСБ-2 (7-я позиция таблицы), изготовленных фирмой «Терек-Алмаз» по патенту Республики Казахстан [2].

Конструкция данной коронки представлена на рис.1 и отмечается тем, что ее матрица содержит по высоте несколько алмазосодержащих слоев с гребенчатым равнонагруженным профилем, разделенных безалмазными слоями меньшей износостойкости. Равнонагруженность в процессе бурения профилей обеспечивается тем, что последние представляют примыкающие друг к другу треугольники с равными основаниями t , но с различной высотой h_i , убывающей от периферийного выступа алмазосодержащего слоя и оси коронки в соответствии с зависимостью:

$$h_i \frac{(2R_b + 0,5t)}{2R_b + (2m_i - 1) \cdot 0,5t} h_{max}, \quad (2)$$

где h_i – высота i -го клинообразного выступа, начиная с выступа, примыкающего к внутренней поверхности коронки, R_b – внутренний радиус коронки; m – число боковых поверхностей треугольных выступов, отсчитываемое от поверхности первого от оси коронки выступа до i -го выступа; h_{max} – высота периферийного выступа алмазосодержащих слоев.

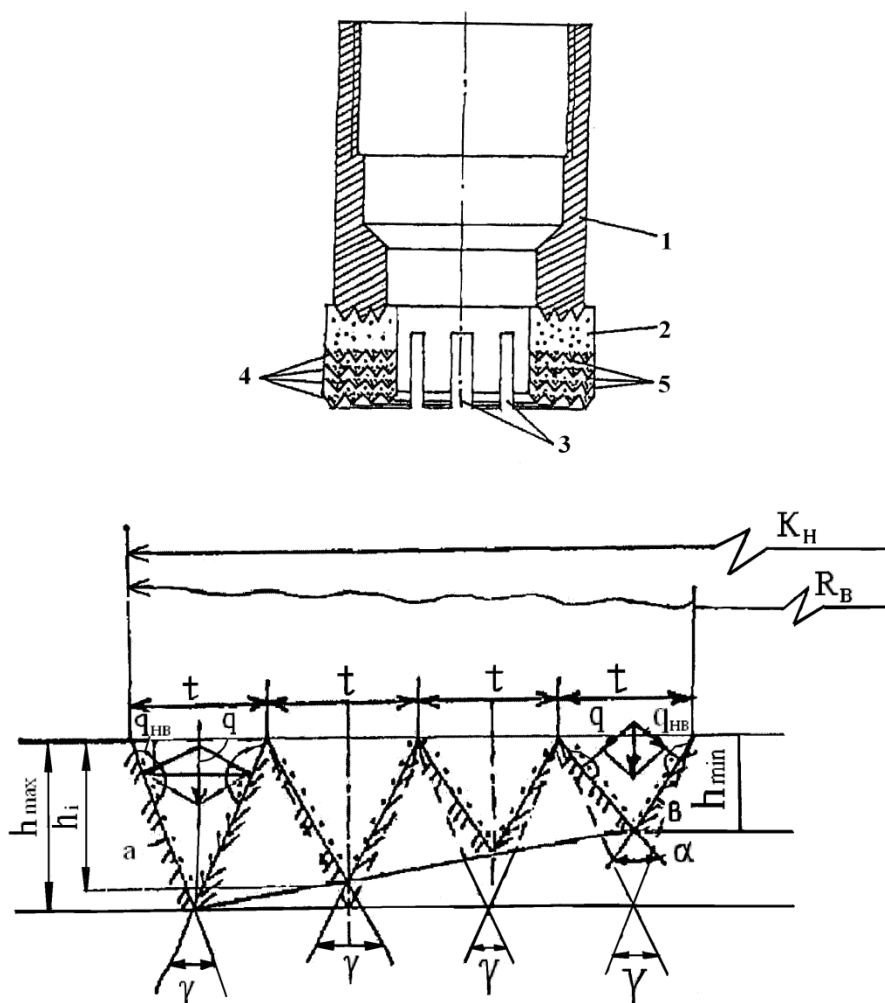
Коронка КСБ-2 прошла ранее сравнительные испытания совместно с коронкой фирмы Boart Longyear на месторождении Мизек в породах, аналогичных по буримости Чиганакскому месторождению (туфы андезитового состава интенсивно окварцованные, кварциты, относящиеся к XI категории).

Как следует из практических результатов (7-ая позиция таблицы) стойкость коронки КСБ-2 повысилась на 25 % по сравнению с коронкой Boart Longyear и составляет 63 м. А критерий эффективности показал минимум затрат, составив:

$$F_{min} \frac{1032 \text{ Т/М}}{687 \text{ дол/м}}$$

Таким образом, можно сделать следующий вывод:

При бурении твердых абразивных пород для повышения стойкости и эффективности следует создавать буровые коронки, матрица которых содержит по высоте несколько алмазосодержащих импрегнированных слоев гребешкового профиля, разделенных безалмазными слоями меньшей твердости. Это позволит в полной мере реализовать эффект самозатачивания по мере износа одного алмазосодержащего слоя и вступления в работу последующего при сохранении преимуществ гребешковой формы профиля, а равнонагруженность последнего позволит экономить алмазное сырье при изготовлении алмазных инструментов.



а – общий вид; б – профиль алмазосодержащего слоя в продольном сечении. 1 – корпус; 2 – матрица; 3 – промывочные окна; 4 – алмазосодержащие слои; 5 – безалмазные слои.

Рис. 1. Многослойная буровая коронка с равномерно нагруженными алмазосодержащими слоями

Список литературы

1. Кудайкулов С.К. Бурение скважин в сложных условиях снарядами со съёмными керноприемниками (ССК). – Алматы.: КазНТУ, 2010. – 248 с.
2. Кудайкулов С.К., Федоров Б.В., Касенов А.К. Алмазная буровая коронка. Предварительный патент №17379 Республики Казахстан. кл. E21B 10/46, E21B10/98. Оpubл.15.05.2006, бюл.№5.