

- металлообработка», «Инженерная механика», «Металлургия та матеріалознавство». — Луцьк: ЛНТУ, – 2016. – Вип. 53.
10. Виноградова О. П. Дослідження інтенсивності зношування матриці композиційного алмазовмісного матеріалу при зміні конструкції бурових коронок // Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції «ЕНЕРГЕТИКА. ЕКОЛОГІЯ. ЛЮДИНА» (секція «Перспективи розвитку гірничої справи та підземного будівництва»).
 11. Пат. на к. м. 47724 України, МПК E21B 10/48 Алмазна бурова коронка / А. Л. Майстренко, І. А. Свешніков, Р. К. Богданов – Заявл. 17.07.09; опубл. 25.02.10; Бюл. № 4
 12. Шмегера Р. С., Сердюк В. М., Супрун М. В. Інтенсивне електроспінання алмазних бурових коронок та результати їх стендових випробувань // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2015. – Вып. 18. – С. 109–113.
 13. Jacobson S., Hogmark S. Tribology Friction, Lubrication, Wear, 2nd ed. – Uppsala University, 2005.
 14. Bhushan B. Principles and Application of Tribology. – John Wiley and Sons, 1999.
 15. Konstanty J. Diamond bonding and matrix wear mechanisms involved in circular sawing of stone // Industrial Diamond Review. – 2000. – P. 55–65.

Надійшла 01.07.16

УДК 622.24.051

А. А. Кожевников¹, Е. Т. Бесимбаев², Б. Т. Ратов², доктора технических наук;
В. Л. Хоменко, канд. техн. наук¹, **А. Р. Байбоз**, докторант

¹Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина

²НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева», г. Алматы, Республика Казахстан

ТВЕРДОСПЛАВНЫЙ БУРОВОЙ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ НОВОГО ТИПА

В статье рассмотрены основные типы существующих твердосплавных коронок. Подробно проанализирована конструкция коронки СТК. Описана конструкция твердосплавной коронки нового типа, в которой твердосплавные пластины выполнены с неравновеликими размерами по радиусу, причем эти пластины расположены с чередованием по наружному и внутреннему диаметрам коронки.

Ключевые слова: твердосплавная коронка, резец, расположение режущих элементов.

Твердосплавные коронки предназначены для колонкового вращательно-ударного и вращательного способов проходки скважин в мягких и средней твердости породах I–VIII и частично IX категорий по буримости.

Твердосплавные коронки геологоразведочного назначения подразделяются на три основные группы: I группа – для бурения мягких пород (ребристые, крупнорезцовые) типа М; II группа – для бурения малоабразивных пород средней твердости (гладкостенные, резцовые) типов СМ и СТ; III группа – для бурения абразивных пород средней твердости (гладкостенные, микрорезцовые или самозатачивающиеся) типа СА.

Целью статьи является разработка конструкции твердосплавного породоразрушающего инструмента новой формы для колонкового бурения разведочных скважин в породах средней твердости.

Различные области применения коронок наложили свой отпечаток на их конструктивные особенности. Коронки типа СМ предназначены для бурения преимущественно малоабразивных, монолитных и перемежающихся горных пород средней твердости. По форме и схеме размещения резцов коронки подразделяются на две группы: с раздельным (СМ4) и групповым (СМ5 и СМ6) расположением резцов. При этом резцы размещаются по торцу по двум или трем концентрическим окружностям. По этому признаку коронки могут быть двух- и трехрядные (СМ4, СМ5 и СМ6).

Коронки СМ9 [1] предназначены для вращательного и вращательно-ударного колонкового бурения в однородных и перемещающихся малоабразивных монолитных и трещиноватых породах V–VII и частично VIII, категорий по буримости, базовая модель предназначена для бурения преимущественно однородных монолитных пород V–VI категорий, а усиленная (с большим числом резцов) для более твердых перемежающихся пород; модификация с расположением резцов под отрицательным углом к забою – для бурения трещиноватых разновидностей указанных групп горных пород.

Коронка СМ8 предназначена для бурения геологоразведочных и инженерно-геологических скважин в породах III–IX категорий и позволяет вести бурение как с применением промывочной жидкости, так и «всухую» для получения проб (образцов керна) с естественной влажностью [1].

Коронки СТ2 используют для бурения малоабразивных трещиноватых и перемежающихся пород IV–VI категории по буримости. Режущая часть ее армируется резцами из сплава ВК формы Г5107. В качестве дополнительных подрезных резцов используются резцы Г5108. В связи с небольшим выступом резцов относительно торца коронка успешно используется при бурении трещиноватых пород.

Коронки типа СА предназначены для бурения преимущественно абразивных, монолитных, слаботрещиноватых и перемежающихся пород. В отличие от коронок, описанных выше, в самозатачивающихся используются резцы с небольшой площадью сечения 1,8×1,8 мм (микрорезцовые) и 0,7×7,5 мм (тонкопластинчатые). Коронки СА5 и СА6 разработаны взамен коронок СА1, СА2 и СА3. Эти коронки армируются режущими вставками двух типов: во вставках типа I расположены три основных резца и два подрезных, во вставках типа II – два основных и один подрезной.

В конце 60-х годов прошлого века в Днепропетровском горном институте Е. Ф. Эпштейном, А. А. Кожевниковым, С. Я. Сологубом и другими был разработан новый породоразрушающий инструмент для колонкового бурения глубоких разведочных скважин. Это твердосплавные коронки ТКД диаметром 112, 93 и 76 мм и самозатачивающиеся коронки СТК диаметром 93 и 76 мм, разработанные совместно с ВНИИТС и ИГТМ АН УССР [2].

Принципиальное отличие коронок ТКД и СТК от рассмотренных выше состоит в особой форме и расположении твердосплавных вставок. Твердосплавные вставки – это пластинки со следующими размерами: передний угол от минус 15° до 0°, задний угол 25–30°, размеры 4×12×20 мм, 3,5×8×15 мм, 3×4×20 мм. Вставки располагаются длинной стороной по хорде попарно с зазором порядка 2–3 мм. Зазор между вставками остается неперекрытым по всему кольцу резания, что обеспечивает свободную поверхность забоя, с тем, чтобы создавались более благоприятные условия для развития касательных напряжений не только впереди режущих кромок, но и между ними, а также уменьшает поверхность контакта режущих кромок с породой. Кольцевой челичок породы, образующийся на забое, разрушается скалыванием за счет напряжений, развивающихся между вставками. Расположение твердосплавных вставок по хорде длинной стороной и наличие переднего отрицательного угла повышает момент сопротивления пластин изгибу, прочность и стойкость. Расположение пластин высокой стороной вдоль оси коронки и наличие у

наружных вставок двух (передней и задней) калибрующих кромок способствует сохранению диаметра коронки, следовательно, и скважины, а также обеспечивает возможность перезаточки коронок и неоднократного их использования. В коронках ТКД симметрично располагается 2, 3 или 4 пары вставок, соответственно коронки именуется ТКД-2, ТКД-3, ТКД-4. В коронках СТК располагаются симметрично 4 или 5 пар вставок. Кроме того в коронках СТК опора твердосплавных вставок выполнена в виде пустотелой треугольной стойки, что способствует усилению эффекта самозатачивания за счет уменьшения площади контакта опоры с породой забоя, снижение непроизводительных затрат энергии, подведенной к породоразрушающему инструменту (рис. 1).

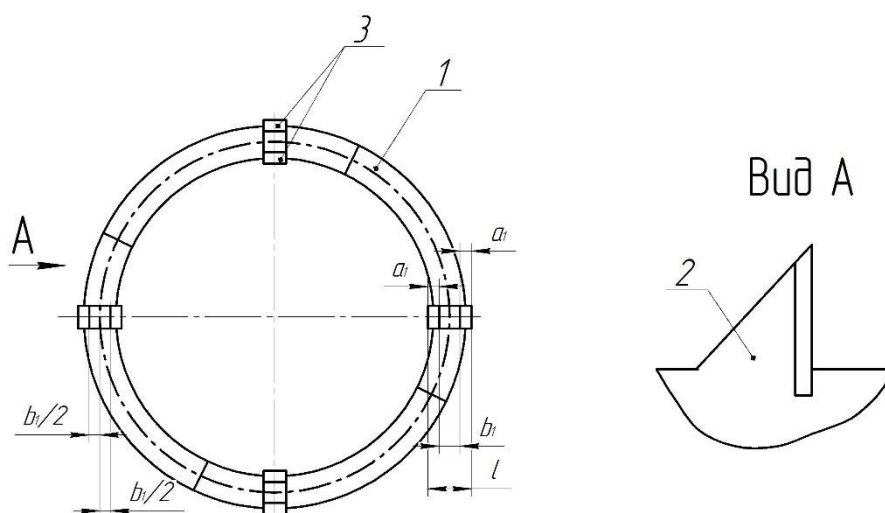


Рис. 1. Твердосплавная буровая коронка СТК

Буровые твердосплавные коронки СТК предназначены для колонкового бурения скважин различного назначения в мало- и среднеабразивных породах средней твердости и твердых. Их можно применять при вращательном и вращательно-ударном способах бурения скважин.

Отличительными особенностями коронок СТК являются:

- равновеликие размеры наружных и внутренних твердосплавных пластин по радиусу,
- симметричное расположение твердосплавных пластин относительно средней окружности коронки,
- равновеликие размеры ширины зазора между твердосплавными пластинами в пакете (рис. 1) и ширины целика горной породы, образующегося на забое при работе коронки СТК (рис. 3).

Недостатком такой конструкции являются недостаточные касательные напряжения для разрушения целика горной породы между твердосплавными резцами. Это приводит к «зависанию» коронки, а, следовательно, к уменьшению механической скорости бурения и проходки на коронку. Это может происходить в следующих случаях:

- при бурении в чередующихся по крепости горных породах при встрече пропластков большой крепости;
- при уменьшении по разным причинам фактической осевой нагрузки;
- при увеличении площади контакта твердосплавных резцов с горной породой вследствие их износа в процессе бурения.

В связи с этим предлагается конструкция твердосплавной буровой коронки нового типа (рис. 2).

Отличительными особенностями коронок нового типа являются следующие признаки:

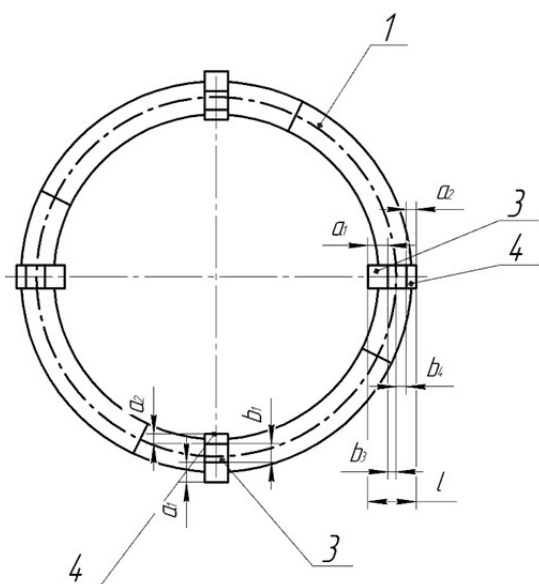


Рис. 2. Твердосплавная буровая коронка нового типа

- твердосплавные пластины выполнены с неравновеликими размерами по радиусу;
- неравновеликие твердосплавные пластины расположены с чередованием по наружному и внутреннему диаметрам коронки;
- неравновеликие твердосплавные пластины расположены асимметрично относительно средней окружности коронки;
- неравновеликие размеры ширины зазора между твердосплавными пластинами в пакете и ширины целика горной породы, образующегося на забое при работе коронки нового типа.

Благодаря этому уменьшаются требуемые касательные напряжения для разрушения целика горной породы. Это приводит к повышению механической скорости бурения и проходки на коронку.

Коронка состоит из короночного кольца 1, в котором выполнены опоры 2 в виде треугольных стоек. К опорам крепятся твердосплавные пластины разного размера 3 и 4, с толщиной соответственно a_1 и a_2 ($a_1 > a_2$). Расстояние между пластинами b_1 . Причем пластины большого размера 3 чередуются с пластинами малого размера 4.

В процессе работы коронки на забое осевая нагрузка через бурильные трубы и колонковую трубу передается на корпус коронки и режущие пластины. Таким же образом передается вращение от шпинделя к коронке. Промывочная жидкость поступает на забой, охлаждает его и коронку, вымывает разрушенную породу из-под торца коронки и выносит его на поверхность.

Как видно из схемы, толщина коронки

$$l = a_1 + a_2 + b_1.$$

Тогда расстояние между пластинами определим как

$$b_1 = l - a_1 - a_2.$$

В свою очередь ширина неразрушаемого режущими пластинами целика горной породы, образующегося при работе коронки на забое,

$$b_2 = l - a_1 - a_1.$$

Как следует, конструктивно имеем следующее соотношение размеров двух различных зазоров, определяющих размер целика,

$$b_1 > b_2.$$

При работе коронки при прохождении первого пакета спаренных пластин образуется целик неразрушенной породы шириною b_1 . Идущий следом пакет уменьшает целик до ширины b_2 . Возникающие при этом касательные напряжения скалывают этот целик.

Сравнительная схема работы коронки СТК и буровой коронки нового типа приведена на рис. 3.

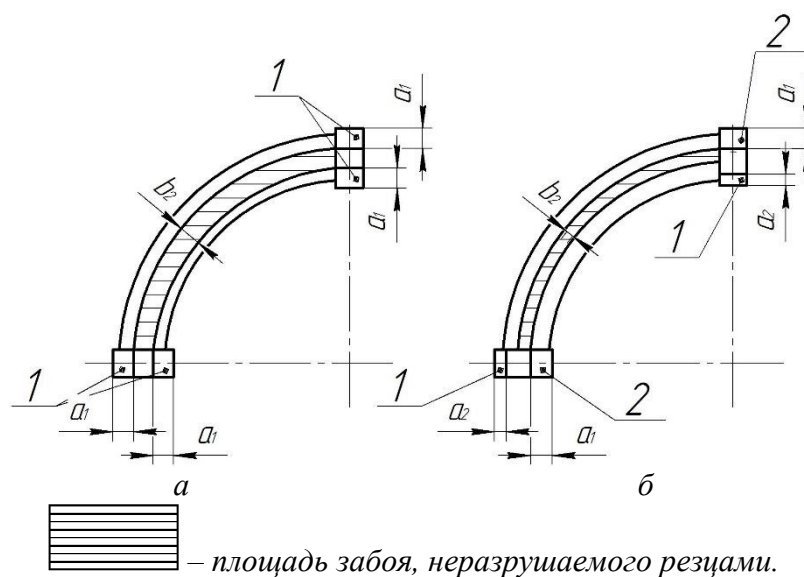


Рис. 3. Сравнительная схема работы твердосплавных коронок: а – коронка СТК; б – буровая коронка нового типа

Благодаря асимметричному расположению неравновеликих режущих пластин относительно среднего диаметра коронки уменьшена ширина целика горной породы, образующегося при работе коронки на забое. При этом не увеличивается контактная площадь режущих пластин и расход твердого сплава. В свою очередь уменьшение целика горной породы уменьшает касательное напряжение, необходимое для его разрушения, и делает невозможным «зависание» коронки.

Выводы

1. Рассмотрены различные конструкции твердосплавных буровых коронок.
2. Предложена принципиально новая конструкция твердосплавных буровых коронок, со следующими свойствами:
 - твердосплавные пластины имеют по радиусу неравновеликие размеры;
 - неравновеликие пластины расположены асимметрично относительно средней окружности коронки;
 - неравновеликие твердосплавные пластины расположены с чередованием по наружному и внутреннему диаметрам коронки.
3. Это позволяет уменьшить:
 - ширину целика горной породы, образующегося на забое;
 - требуемые касательные напряжения для разрушения этого целика.

В статті розглянуто основні типи існуючих твердосплавних коронок. Детально проаналізована конструкція коронки СТК. Описана конструкція твердосплавної коронки нового типу, в якій твердосплавні пластини виконані з нерівновеликими розмірами по радіусу, причому ці пластини розташовані з чергуванням по зовнішньому і внутрішньому діаметрам коронки.

Ключові слова: твердосплавна коронка, різець, розташування ріжучих елементів.

DRILLING CARBIDE ROCK CUTTING TOOL OF A NEW TYPE

The main types of existing carbide crown considered in the article. CTK crown design has been analyzed in detail. Described a new improved design of carbide crown where carbide inserts executed with a different size of radius. Moreover, the size of the plate with a large radius is arranged alternately on the outer and inner diameters crown.

Key words: carbide crown, cutter, location of the cutting elements.

Литература

1. Справочник по бурению геологоразведочных скважин / Под ред. П. П. Пономарева, Г. А. Блинова. – С.-Пб: ООО Недра, 2000. – 712 с.
2. Кожевников А. А., Гошовский С. В., Мартыненко И. И., Вырвинский П. П. Разрушение горных пород при колонковом бурении геологоразведочных скважин: Монография. – К.: УкрГГРИ, 2006. – 146 с.

Поступила 12.05.16

УДК 622. 233.4

Я. С. Коцкулич, д-р техн. наук¹, В. Г. Вітрик, канд. техн. наук², А. М. Лівінський²

ЗАСТОСУВАННЯ РОТОРНО-КЕРОВАНИХ СИСТЕМ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ПОХИЛО-СКЕРОВАНИХ СВЕРДЛОВИН

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

²Науково-технічне підприємство, ТОВ «Бурова техніка», Україна

Розглянуто особливості та технічну характеристику роторно-керованих систем і вибійних двигунів. Висвітлено їх переваги і недоліки. Наведено основні складові систем та схарактеризовано принцип їх роботи. З урахуванням результатів аналізу промислових даних обґрунтовано доцільність використання роторно-керованих систем, описано моторизовані роторно-керовані системи.

Ключові слова: свердловина, похило-скероване буріння, профіль свердловини, роторно-керована система, гвинтовий вибійний двигун, геофізичні дослідження, долото PDC.

Вступ

Буріння свердловин складної траєкторії найближчими роками стане основним в Україні, як і більшості інших країн світу. Практичне впровадження технології буріння свердловин складно і просторової орієнтації потребує попередніх розрахунків, проектування траєкторій свердловин та використання сучасної техніки і новітніх технологій для їх прокладання [1].

За оцінками 23% світового обсягу похило-скерованого буріння здійснюється за допомогою роторно-керованих систем (РКС). А це 3,5 млрд дол. від розрахункового обсягу ринку, що становить 15 млрд дол. І ця частка збільшуватиметься у зв'язку з підвищенням попиту на скероване буріння [2].

Основний матеріал

Застосування РКС забезпечує підвищення швидкості прокладання, зниження звивистості, крутильних і осьових навантажень, а також явища підклинювання-провертання (*Stick&Slip*) порівняно з похило-скерованим бурінням з використанням гвинтових вибійних двигунів (ГВД). Із використанням РКС забезпечується можливість буріння довших інтервалів з рівномірним діаметром стовбура, що полегшує спускання обсадних колон. У практиці буріння поширені РКС таких провідних компаній як «Schlumberger» (рис. 1), «Weatherford», «Cinematx».



Рис. 1. Загальний вигляд (схематичний) РКС, Power Drive фірми «Schlumberger»: 1 – гнучкий патрубков; 2 – калібратор; 3 – модуль системи керування; 4 – відхиляючий модуль