

Приведена характеристика показателей работы породоразрушающего инструмента с поликристаллическими алмазными резцами. Показаны преимущества применения породоразрушающего инструмента конструкции ИСМ. Изложены рекомендации и технология обработки буровых долот с ПАР, а также обращено внимание на необходимость более широкого их применения при бурении скважин на нефтегазовых месторождениях Украины.

Ключевые слова: породоразрушающий инструмент, скважина, режимные параметры, проходка, поликристаллические алмазы.

The characteristics of working parameters of rock-cutting tool with polycrystalline diamond cutters have been introduced. The advantages of use of rock-cutting tool, designed by Institute for Superhard Materials have been shown. Recommendations and technology of PDC drill bits processing and need for their broader use in the course of wells drilling on Ukrainian oil and gas fields have been outlined.

Key words: rock-cutting tool, well, operating parameters, footage, polycrystalline diamonds.

Література

1. Коцкулич Я. С., Мрозек Є. Р., Яремійчук Я. С. Аналіз результатів відпрацювання породоруйнівного інструменту при бурінні свердловин на нафтогазових родовищах України // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника, технология его изготовления и применения. Сб. научн. тр. – К.: 2011. – Вып. 14. – С. 22–28.
2. Пригоровська Т. О., Драганчук О. Т. Аналіз відпрацювання доліт PDC на родовищах України і світу // Нафтогазова енергетика. – 2008. – № 4(9). – С. 33–39.
3. Мислюк М. А., Рибчич І. Й., Яремійчук Р. С. Буріння свердловин: довідник: у 5 т., Т. 2: Промивання свердловин. Відробка доліт. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – 303 с.

Надійшла 04.06.13

УДК 622.24 (085), (477.62)

В. И. Спирин, д-р техн. наук, **И. А. Ососов**, **В. И. Власюк**, д-р техн. наук,
Ю. Е. Будюков, д-р. техн. наук¹; **В. В. Кубасов**²

¹ОАО «Тульское научно-исследовательское геологическое предприятие», Россия

²«Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе», г. Москва

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОСОРТНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО АЛМАЗНОГО СЫРЬЯ

Предложен и внедрён новый метод повышения качества низкосортных технических алмазов и показаны результаты комплексного их использования.

Ключевые слова: алмаз, обработка, качество, магнитное поле.

Ранее в буровом породоразрушающем инструменте использовались природные технические алмазы в соответствии с ТУ 42-2-73. В качестве объёмных алмазов использовали целые кристаллы с незначительными дефектами XV группы, дроблёные алмазы XXXV группы и полированные алмазы XXXVI группы. В подрезном слое и для армирования расширителей использовали овализованные алмазы XXXIV группы. Затем

предварительную подготовку алмазов в соответствии с указанными техническими условиями прекратили и поставщик природных технических алмазов размером более 1 мм ЗАО «Коммерал» АК «Алроса» стал продавать необработанное алмазное сырьё категории “Drilling and Boart” по системе классификации стандарта “Sity”, невысокого качества, но по относительно низкой цене. Поставляемое алмазное сырьё по ситовому классу –4+3 системы “Sity” соответствует ситовому классу от –1,6 до +1,2 согласно ГОСТ 9206-88 или от 30–20 до 50–30 шт./кар. Для выделения из общей массы качественного природного алмазного сырья требуется сортировка по визуальным характеристикам.

По принятой классификации согласно ТУ 47-12-88 «Сырьё алмазное для многокристального инструмента» техническое алмазное сырьё сортируют на три группы.

1. Целые кристаллы октаэдров плоскогранных, осторребренных, а также поврежденные кристаллы алмазов с небольшими видимыми невооруженным глазом сколами, трещинами и раковинамиразличные по цвету и степени прозрачности.

2. Целые кристаллы искаженной формы, а также их обломки с видимыми невооруженным глазом поверхностной трещиноватостью, раковинами и сколами, различные по цвету и степени прозрачности.

3. Обломки целых кристаллов и их агрегатов, графитизированные, пористые, рыхлые и сильно трещиноватые.

Согласно первая группа составляет 3–10% общей массы алмазного сырья и предназначена для оснащения объемного слоя матрицы при изготовлении однослойных и ступенчатых алмазных коронок. Вторая группа составляет 30–60% общей массы алмазного сырья и предназначена для оснащения подрезного слоя матрицы при изготовлении импрегнированных алмазных коронок и расширителей. Третью группу – 30–60% общей массы алмазного сырья – согласно характеристикам не лезья использовать без предварительной обработки.

Для повышения качества отсортированного алмазного сырья третьей группы в отечественной практике применяют технологические процессы избирательного дробления и овализации низкосортных алмазов.

В начале 2000-х годов алмазное сырьё третьей группы производства ТулНИГП направляли в ВИТР (г. Санкт-Петербург) для обработки методом овализации на установке УДА-3М, где в качестве рабочей энергии использовали сжатый воздух, подаваемый под давлением ($P = 0,6$ МПа) на вход инжектора.

Затем в ОАО «Тульское НИГП» разработали способ избирательного дробления алмазов в вихревом слое магнитных полей [1]. Этот способ заключается в обработке в цилиндрической ёмкости алмазов в вихревом слое магнитных полей вместе с ферромагнитными частицами. При этом смесь, состоящая из ферромагнитных зёрен, занимает цилиндрическую ёмкость на 0,25–0,35 её объёма, а магнитная восприимчивость алмазов определяется по зависимости от радиусов алмазного зерна и ферромагнитной частицы, магнитной проницаемости вакуума, плотности ферромагнитной частицы, напряжённости магнитного поля и ускорением свободного падения.

Цилиндрическую ёмкость с алмазными зёрнами устанавливают во вращающемся магнитном поле аппарата вихревого слоя (АВСП). В неё погружают также рабочее тело – ферромагнитные цилиндрические элементы. При работе АВСП цилиндрическая ёмкость совершает возвратно-поступательные движения вдоль своей оси. Находящиеся в цилиндрической ёмкости рабочие тела во взвешенном состоянии образуют большое количество встречных потоков [2]. Под действием магнитного поля ферромагнитные элементы приходят во вращение и с высокой интенсивностью взаимодействуют с алмазными зёрнами, дробля их, и в первую очередь наиболее ослабленные деформациями.

В результате исследования закономерностей обработки алмазов в вихревом слое магнитных полей были определены оптимальные режимы процесса и продолжительность обработки, а также принята следующая схема технологического процесса: сортировка по

форме, наличию дефектов и степени трещиноватости; обработка в АВСП; ситовая классификация; очистка от магнитной пыли; промывание и просушивание, взвешивание и упаковывание. При обработке исходного сырья оптимальная длительность цикла обработки составляла 15 мин, минимальное количество алмазного сырья 100 кар.

Распределение природных алмазов по размерам до и после обработки в АВСП и на установке УДА-3М приведено в табл. 1.

Таблица 1. Распределение алмазов по размерам до и после обработки

Ситовой класс	Распределение алмазов по размерам, шт./кар, %			
	50–30	60–40	150–90	600–200
<i>до обработки</i>				
–4+3	68,0	26,0	3,0	3,0
<i>после обработки на установке АВСП</i>				
–4+3	25,0	58,0	9,0	8,0
<i>после обработки на установке УДА-3М</i>				
–4+3	48,0	44,0	4,0	4,0

Из данных табл. 1 следует, что после обработки в АВСП выход более прочных алмазов мелкого размера (60–40) увеличился на 32% по сравнению с обработкой на установке УДА-3М. При этом возросла также степень овализации алмазов.

Средняя прочность природных алмазных зёрен различного размера до и после обработки в АВСП, приведена в табл. 2.

Таблица 2. Средняя прочность алмазных зёрен до и после обработки АВСП

Характеристика крупности, шт./кар	Прочность до обработки в магнитном поле, кгс	Прочность после обработки в магнитном поле, кгс
50–30	1,25	2,12
60–40	1,39	2,05
150–90	1,18	1,43
600–200	1,09	1,31

Результаты анализ данных табл. 2 свидетельствуют, что прочность зёрен природных алмазов, обработанных в вихревом слое магнитного поля, превышает прочность необработанных зерен.

Производительность обработки алмазов в АВСП может достигать 2000 кар/ч, а на установке УДА-3М – 900 кар/ч.

Таким образом, обработка низкокачественных природных алмазов в вихревом магнитном поле по предлагаемому техническому решению позволяет существенно повысить их качество, интенсифицировать процесс избирательного дробления и повысить его производительность по сравнению с применением установки УДА-3М.

Выход алмазного сырья по фракциям после обработки в АВСП 13 партий алмазного сырья приведены в табл. 3.

Из данных табл. 3 следует, что безвозвратные потери алмазного сырья после обработки в АВСП составили 3,9% при установленном нормативе 5%.

Предложенные метод и технологический процесс обработки низкосортного алмазного сырья приняты к производству на предприятии для повышения качества алмазов. Рекомендации по использованию алмазного сырья после обработки обеспечивают увеличение полноты его использования.

Фракции ситового размера –1600+1000 мм разделяют по ситовым классам 50–30 и 60–40 шт./кар и используют в подрезном слое матрицы при изготовлении алмазных коронок.

Фракции ситового размера –1000+500 мм разделяют по ситовым классам 120–90, 200–150 и 400/200 шт./кар и используют в импрегнированном объёмном слое матрицы при изготовлении алмазных коронок.

Фракции ситового размера –0,500+0,125 представлены обломочным материалом изометрической формы, их используют в качестве наполнителя в подрезном и объёмном слоях матриц [3].

Фракции ситового размера менее 0,125 мм состоят из мелких алмазных частиц, полученных в результате скола краев более крупных алмазов, их также используют в качестве наполнителя в подрезном и объёмном слоях матриц [4].

Дополнительное армирование подрезного и объёмного слоев матриц алмазных коронок мелкими алмазами способствуют повышению их износостойкости.

Технологии изготовления алмазного породоразрушающего инструмента с применением алмазов с улучшенными буровыми свойствами и комплексным использованием мелких алмазных порошков в объёмном и подрезных слоях были проверены в 2006 г. при испытании большого количества инструмента (182 коронки) на семи месторождениях со сложными горногеологическими условиями в Республике Узбекистан [5].

Представители ТулНИГП вместе со специалистами на местах провели производственные испытания модернизированного алмазного инструмента на двух объектах работ ГПП «Шаркий Узбекистон» (Сюрената и Карасай), двух объектах работ ГПП «Самаркандгеология» (Янгибулок и Каракутан) и трех объектах работ Навоийского горно-металлургического комбината (Джамансай, Мурунтау и Каракутан).

Как показали результаты испытаний на месторождении Сюрената (Красногорская ГРЭ) средняя проходка на коронку КГА-76 производства ОАО «Тульское НИГП» в 2 раза превысила среднюю проходку на коронку 02ИЗД250Р60 производства ООО «Корростех» (19,5 и 9,7 м соответственно). На участке Карасай (Алмалыкская ГРЭ) средняя проходка на усовершенствованные коронки типа КГО-59-ЗСВМ ССК-59 производства ОАО «Тульское НИГП» в 2,1 раза превысила среднюю проходку на ранее поставляемые коронки КГ-59-ЗСВМ (соответственно 122,5 и 57,4 м).

На месторождении Янгибулок (Зармитанская ПГРЭ) средняя проходка на опытные коронки 02ИЗ-76СВМ производства ОАО «Тульское НИГП» составила 16,5 м, ООО «Корростех» 02ИЗ-76 – 7,3 м, ОАО «Терекалмаз» 02ИЗГ-76 – 9,5 м и 28ИЗ-76 – 11,01 м, ЭЗТАБ 10.64ЭКИЗТ-76 – 10,53 м. Максимальная проходка на коронку ООО «Корростех» составила 8,77 м, ОАО «Терекалмаз» – 17,4 и ЭЗТАБ – 19,7 м, ОАО «ТулНИГП» – 34,1 м.

В Зияутдинской партии на месторождении Каракутан были отработаны коронки для ССК-59 КГ-59-3. Средняя проходка на коронку составила 106,5 м. На месторождении Джамансай использовались комплексы ССК-59 со средней глубиной скважин 150 м. На этом месторождении обрабатывали коронки КГО-59СВМ и К-01-3М производства ОАО «Тулского НИГП». Средняя проходка на коронку составила 114 и 40 м соответственно. В качестве базы для сравнения принимали применяемые на этом месторождении коронки К-01-1, К-01-2, К-01-3 и КАСК-ОЦ производства ФГУНПП «Геологоразведка» (ВИТР). Результаты испытаний показали, что средняя проходка на коронки производства ОАО «Тульское НИГП» превышает базовые в 3,4 раза, механическая скорость – в 1,2 раза. Наиболее высокие показатели бурения достигнуты при использовании коронок КГО-59СВМ, их ресурс в 5 раз превышает ресурс базовых. Ресурс коронок К-01-3М в 2 раза превышает ресурс базовых.

Таблица 3. Выход алмазного сырья по фракциям после обработки в АВСП

№ ш/п	Исходный вес, карат	Исходный размер	Распределение исходного сырья по фракциям после обработки, карат						Выход, карат	Потери, карат/%	
			50–0	60–40	90–60	90–150	400–200	< 400			
1	2000,00	-4+3	200,30	1211,20	-	201,90	71,60	229,00	1914,00	86,00/4,30	
2	1000,00	-4+3	101,70	549,80	-	97,50	22,00	181,00	952,00	48,00/4,80	
3	1700,06	-4+3	153,50	1101,80	-	186,00	34,00	148,00	1623,30	76,76/4,50	
4	1800,00	-4+3	371,50	1023,50	-	160,00	63,00	134,00	1752,00	48,00/2,70	
5	1300,27	-4+3	167,00	843,20	-	127,30	48,00	72,00	1257,50	42,77/3,29	
6	1000,00	-4+3	80,70	697,60	-	111,70	32,00	46,00	968,00	32,00/3,20	
7	1000,00	-4+3	80,50	702,60	-	103,60	33,00	44,00	963,70	36,30/3,63	
8	600,26	-4+3	98,90	390,10	-	58,00	13,00	18,00	578,00	22,26/3,70	
9	850,00	-4+3	57,10	641,70	-	105,20	13,00	12,00	829,00	21,00/2,47	
10	1135,01	-4+3	246,20	640,60	17,90	109,70	71,60	64,90	1 079,30	55,71/4,90	
11	452,20	-4+3	48,90	285,10	13,90	43,50	22,00	38,20	429,60	22,60/4,99	
12	554,90	-4+3	82,30	310,70	22,10	60,80	34,00	52,00	527,90	27,00/4,86	
13	615,25	-4+3	63,00	377,20	33,40	73,50	63,00	40,90	588,00	27,25/4,40	
			Итого по фракциям								
	14007,95	-4+3	1751,60	8774,10	87,30	1438,70	520,20	1080,00	13462,30	545,65/3,90	

На месторождении Мурунтау обрабатывали опытные коронки 02ИЗМ-76 и 02ИЗ-76СВМ. В качестве базы для сравнения принимали применяемые на объекте коронки 02ИЗГ-76 производства ОАО «Герекалмаз». Средняя проходка на опытные коронки производства ОАО «Тулского НИГП» составила 26,0 м, на базовые – 8,6 м, что в 3 раза больше. На золоторудном месторождении Каракутан были отработаны коронки типов КГО-59-ЗСВМ и К-01-ЗМ для ССК-59. В качестве базы для сравнения принимали показатели бурения коронками типов К-01-2, К-01, КАСК-ОЦ, К-08 производства ФГУ НПП «Геологоразведка» (ВИТР). Средняя проходка на коронки производства ОАО «Тулский НИГП» в 5,6 раза превысила среднюю проходку базовых (соответственно 66,8 и 11,9 м).

Выводы

1. Из приведённых материалов испытаний следует, что результаты обработки модернизированного инструмента ТулНИГП существенно превосходят результаты обработки инструментов других фирм.

2. Предложенные метод и технологии были также апробированы при повышении качества синтетического алмазного сырья и алмазных композиционных материалов.

Запропонований і впроваджений новий метод підвищення якості низькосортних технічних алмазів і показані результати комплексного їх використання.

Ключові слова: алмаз, обробка, якість, магнітне поле.

Proposed and implemented a method of improving the quality of technical diamonds.

Key words: method, quality, technical, diamonds.

Литература

1. Положительное решение на выдачу патента на изобретение по заявке № 2012 1183/29104 (027653) «Способ избирательного дробления алмазов» / И. А. Ососов, В. И. Спиринов, В. И. Власюк, Ю. Е. Будюков.
2. Логвиненко Д. Д., Шалякин О. П. Интенсификация технологических процессов в аппарате с вихревым слоем. – К: Техника, 1976. – 142 с.
3. Патент на изобретение РФ № 2373370 «Алмазная буровая коронка» / В. И. Спиринов, В. И. Власюк, Ю. Е. Будюков, И. А. Ососов, Е. Н. Огнев, В. Т. Протасов.
4. Патент на изобретение РФ № 2445438 «Алмазная буровая коронка» / Ю. Е. Будюков, В. И. Спиринов, В. И. Власюк, И. А. Ососов. – Заяв. 09.03.2010; Публ. 20.09.2011.
5. Развитие лучших традиций советской геологоразведочной учебно-производственной школы в новых экономических условиях / Н. В. Соловьёв, Д. Н. Башкатов, В. И. Власюк, В. И. Спиринов // Разведка и охрана недр. – 2007. – № 4. – С. 52–54.

Поступила 04.06.13