

УДК 622.24.057

А.И. Осецкий, докт. техн. наук

*Федеральное государственное унитарное научно-производственное
предприятие «Геологоразведка», г. Санкт-Петербург, Россия*

НОВЫЙ АЛМАЗНЫЙ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

In the article new diamond core bits are described developed in last years. Results of application of diamond core bits and reamers in various – geological conditions are presented.

ФГУНПП «Геологоразведка» является объединенным предприятием, в состав которого вошли Всероссийский научно-исследовательский институт методики и техники разведки (ВИТР), Всероссийский научно-исследовательский институт разведочной геофизики (ВИРГ – Рудгеофизика) и завод «Геологоразведка». В настоящее время Федеральное Государственное Унитарное научно-производственное предприятие «Геологоразведка» продолжает проводить научные исследования в области создания нового и модернизации применяемого породоразрушающего инструмента, которые ведутся одновременно по нескольким направлениям:

совершенствование буровых алмазных коронок для бурения твердых горных пород, в т.ч. со съемным керноприемником;

разработка алмазных коронок нового поколения для бурения пород средней твердости с целью замены ими твердосплавных коронок;

разработка коронок большого диаметра для бурения инженерно-геологических и специальных скважин;

разработка калибрующих расширителей спирального типа с использованием алмазного сырья мелких фракций.

При модернизации алмазного инструмента и разработке новых конструкций коронок для разбуривания твердых горных пород основное внимание уделялось:

поискам более совершенных профилей торца коронок;

улучшению промывочной системы коронки;

подбору оптимального состава матричной композиции и концентрации алмазов в объемном слое;

совершенствованию схемы укрепления подрезных слоев алмазной коронки.

Одновременно разрабатывались коронки для использования с зарубежными комплексами со съемными керноприемниками по стандартам Швеции и США.

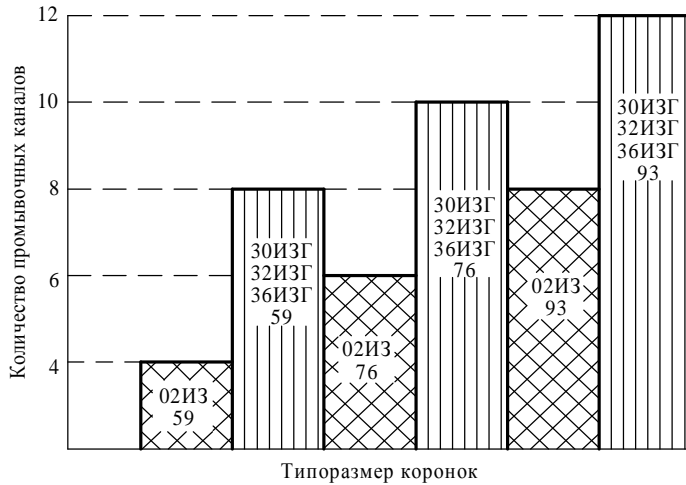


Рис. 1. Изменение количества промывочных каналов в новых коронках «тридцатой серии».

гребенчатой формы получен патент Российской Федерации № 2257458 с приоритетом от 01.09.2003 г.

Большое внимание было уделено совершенствованию промывочной системы алмазной коронки. Увеличение количества секторов коронки позволило улучшить очистку забоя от породного шлама, уменьшить износ алмазов и повысить механическую скорость бурения. В новых конструкциях количество промывочных каналов в коронках диаметром 59 мм увеличено до 8–10 против 4 в стандартных коронках 02 ИЗ-59. Коронки 32 ИЗГ; 33 ИЗГ и 34 ИЗГ также имеют увеличенное количество промывочных каналов (рис. 1).

Как известно, важным элементом алмазной коронки, предназначенной для бурения в весьма крепких горных породах, является концентрация объемных алмазов. Стандартные импрегнированные коронки 02 ИЗ и 02 И4 имеют концентрацию объемных алмазов около 40 %. Исследования ВИТР показали, что при бурении горных пород IX-XI категории буримости использование коронок с повышенной концентрацией алмазов объемного слоя до 70–75 % позволяет увеличить ресурс (S) в 1,5–2 раза, снизить удельный расход алмазов (q) и значительно повысить механическую скорость бурения (рис. 2).

Эти результаты были использованы при разработке новых конструкций коронок, в которых концентрация объемных алмазов увеличена до 70–75 %.

Детальные исследования велись по определению оптимальной и эффективной конструкции коронок с гребенчатой формой торца матрицы. Исследовалось влияние количества гребней, их размеров и величины выступа на величину скорости бурения и ресурса коронки. В результате исследований были определены оптимальные варианты профиля торца, что было использовано при разработке новых коронок 32ИЗГ; 33 ИЗГ и 36 ИЗГ, выпускаемых в настоящее время ФГУ НПП «Геологоразведка». На конструкцию коронок с профилем

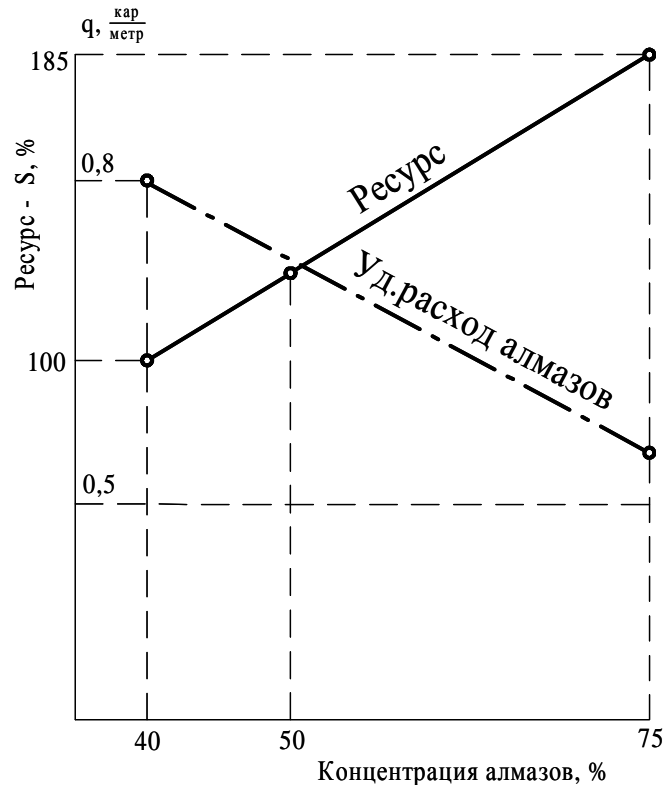


Рис. 2. Влияние концентрации объемных алмазов на работоспособность коронок диаметром 59 мм.

Установлено, что увеличение ресурса алмазной коронки во многом зависит от износа по наружному и внутреннему диаметрам. В связи с этим в новых коронках «тридцатой серии» усилена защита боковых частей коронок от преждевременного износа за счет применения вставок синтетических сверхтвердых материалов марки Sindax и др. Такое усиление обеспечивает более надежную защиту от износа коронок по диаметрам и позволяет увеличить ресурс инструмента.

В новых коронках алмазы объемного слоя подвергаются процессу гранулирования. Это позволяет равномернее разместить алмазное зерно в рабочем слое матрицы, что обеспечивает более высокую механическую скорость бурения.

Одновременно обрабатывались конструкции алмазных коронок для использования их в составе импортных комплексов со съемным керноприемником по стандартам США BQ, NQ и HQ, – коронки 32 ИЗГ; 33 ИЗГ и 34 ИЗГ, а также для комплектации двойных колонковых наборов, изготовляемым по стандартам Швеции – коронки 31 ИЗГ диаметром 56,0; 76,0; 86,0 и 101,0 мм. Эти коронки имеют геометрические размеры и резьбу, полностью соответствующие зарубежным аналогам.

Ряд геологических организаций, закупивших двойные колонковые трубы шведского стандарта, уже в течение нескольких лет отказались от импорта зарубежных коронок и закупают коронки марки 31 ИЗГ у ФГУ НПП «Геологоразведка». В 2006 г. и за 5 месяцев 2007 г. изготовлено более 600 единиц этого инструмента.

В новых конструкциях коронок используется алмазное сырье повышенного качества. Для армирования объемного слоя применяется природное алмазное зерно марки А9К160, или А9К200 размером 0,8–0,63 или 0,63–0,5 мм по классификации АК «Алмазы России Саха» или импортное синтетическое сырье марки SDA 100⁺, или серии SDB 1000 размером 0,8–0,63; 0,63–0,5 мм. Боковые части коронок армируются алмазами типа Drill 1Q и 2Q по классификации De Beers K 47-01, алмазами XV группы, подгруппы А1; А2 или А4 по ТУ 47-12 или алмазным зерном размера –4+3 (-3+2) отобранного в «пробу» по классификации АК Алроса. Кроме того, для увеличения износостойкости коронки по диаметрам боковые части секторов укрепляются вставками синтетических сверхтвердых материалов марки Sindax. Все эти мероприятия обеспечивают более высокий ресурс инструмента и повышение механической скорости бурения.

Перечисленные коронки выпускаются в настоящее время ФГУНПП «Геологоразведка», являющимся правопреемником ВИТР.

Наряду с коронками геологоразведочного стандарта ВИТРОм были разработаны коронки большего диаметра – 172, 218, 302 мм и более. Для бурения специальных скважин ВИТР разработал алмазные коронки диаметром 1020 мм, которые с успехом использовались для бурения технологических скважин глубиной до 25 м при строительстве плотины Бурейской ГЭС. В этих коронках в качестве породоразрушающих элементов использовались импрегнированные съемные элементы различной формы, которые закреплялись механическим способом на корпусе коронки либо впаивались в него (Патент Российской Федерации № 2257459 с приоритетом от 01.09.2003 г.). Такая конструкция позволяет многократно использовать короночное кольцо с заменой изношенных алмазных элементов на новые. Большое распространение получили алмазные коронки штабикового типа диаметром 218 и 302 мм, применяемые при бурении инженерно-геологических, инъекционных и эксплуатационных скважин, где они обеспечивают высокие технико-экономические показатели.

В связи с тем, что российские заводы в 90-х годах практически полностью прекратили изготовление твердосплавных буровых коронок, ВИТР разработал комбинированную алмазную коронку врубного типа КРК. В качестве режущих элементов в этой коронке использованы резцы из сверхтвердых синтетических материалов – эльбор или алмазные поликристаллические спеки. Диаметр резцов – 3–3,5 мм, а длина около 4 мм. Резцы установлены таким образом, чтобы достигалось многократное перекрытие площади разрушаемого забоя. Величина их выпуска из тела матрицы от 0,5 до 2,0 мм, что обеспечивает ступенчатое разрушение забоя и

высокую механическую скорость при бурении. Боковые поверхности армируются природными или синтетическими алмазами размером – 1,6 + 1,0 мм. Широкие промывочные каналы обеспечивают полный вынос природного шлама с забоя. Ресурс этих коронок в 10 – 20 раз больше, чем ресурс твердосплавных коронок типа СМ или СА при бурении пород V–VII категории буримости при механической скорости бурения на уровне твердосплавных коронок. Конструкция коронок защищена патентом Российской Федерации № 2257458 от 01.09.2003 г.

В течение 2001–2005 г.г. нами проводилась разработка новых алмазных калибровочных расширителей спирального типа. Цель разработки такой конструкции – использование мелкого алмазного сырья, размером 1,0 – 0,6 мм, в т.ч. поликристаллического, а также ускоренный вынос шлама разбуренной породы с забоя. В расширителях РСА или РСА-1 шлам, выносимый с забоя, скапливается в районе размещения штабиков, образуя при этом некоторое подобие сальника. При этом штабики и корпус расширителя интенсивно изнашиваются, вследствие чего ресурс расширителя снижается. Спиральное расположение штабиков с алмазами и увеличенная (до 70 мм) длина позволяет существенно увеличить ресурс расширителя.

Приемочные испытания расширителей РВК-76 спирального типа проводились в Центрально-Кольской ГРЭ (г. Мончегорск) при бурении скважин глубиной до 300 м в сравнении со стандартными расширителями РСА-76, изготовленными ФГУП «ТулНИГП», в породах VIII–IX категории по буримости на оптимальных режимах бурения с использованием легкосплавных бурильных труб ЛБТН-54 и антивибрационной смазки КАВС-45. Расширители РВК были армированы рекуперированными синтетическими алмазами размером 1,00+ 0,8 мм, расширители РСА-76 – природными алмазами размером – 1,6 + 1,25 мм.

В табл. 1 приведены результаты приемочных испытаний расширителей спирального типа РВК-76.

Таблица 1. Средний ресурс расширителей.

Наименование расширителей	Количество, шт.	Объем бурения, м	Категория пород по буримости	Средний ресурс, м
РСА-76	21	920	9,5	43,8
РВК-76	27	3079	9,5	114,0

Как следует из приведенных данных, средний ресурс расширителя РВК-76 составил 114 м, что в 2,6 раза больше ресурса серийного расширителя РСА-76, при этом удельные затраты на 1 м бурения снижаются в 2 раза (рис. 3).

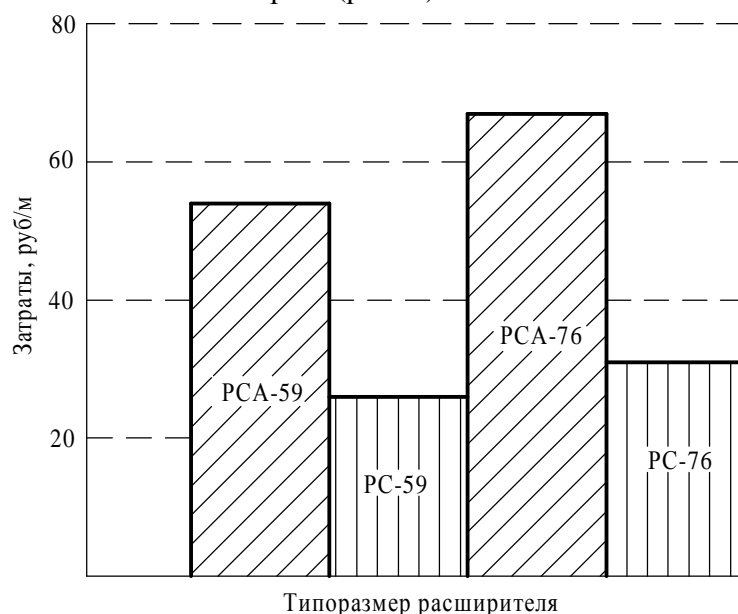


Рис. 3. Сравнение удельных затрат по статье «Истирающие материалы».

Приемочная комиссия рекомендовала расширители РВК к выпуску и с 2004 г. они выпускаются под маркой РС для бурения одинарными колонковыми снарядами и РС-1 – для бурения с комплексами ССК-59 и ССК-76. Конструкция расширителей защищена патентом Российской Федерации № 2293170 с приоритетом от 14.12.2004 г.

В 2004 г. были изготовлены и проведены производственные испытания 6 опытных коронок ВИТР – с использованием в составе двойных колонковых труб Т2 76 фирмы «Атлас Копко» (Швеция) на участках буровых работ ООО «Мамская ГРП». В процессе испытаний были определены наиболее перспективные направления по разработке нового породоразрушающего алмазного инструмента при проведении разведочных работ на рудное золото. По результатам испытаний были внесены коррективы в конструкции коронок и технологию их производства, а также изготовлена большая партия алмазных коронок из синтетического алмазного сырья высокого качества по чертежам заказчика. В 2005 г. под наблюдением инженеров–технологов ООО «Мамская ГРП» было отработано 10 коронок с твердостью матрицы 30 HRC на рудном поле участка «Невский». 120 шт. алмазных коронок с твердостью матрицы 20–25 HRC, 50 шт. коронок с твердостью матрицы 30–35 HRC и 5 шт. с твердостью матрицы в пределах 30 HRC на участке «Чертово Корято».

Ранее в 2002–2003 гг. на участке «Чертово Корято» с использованием шведского алмазного инструмента и двойных колонковых труб Т2-76 фирмы «Атлас Копко» было пробурено 7600 п.м. скважин. Использовались алмазные коронки марки KS(++), считающиеся наиболее соответствующими для бурения горных пород участка «Чертово Корято».

Геологический разрез участка представлен верхне-протерозойскими осадочными породами, вмещающими в себя кварцево–жильные образования и состоящие из песчаников кварц-полевошпат-хлорит серицитовых, окварцованных алевролитовых сланцев, сланцев филлитовых, часто окварцованных; прослоев темно-серых (углистых сланцев); кварцево жильных зон метаморфизованных, с содержанием кварца до 10 %. Все скважины бурились в зоне многолетней мерзлоты. Категория пород по буримости от 7 до 10.

Параметры режима бурения составили:

осевая нагрузка – от 1300 до 1800 кгс;

скорость вращения – от 600 до 1000 об/мин;

расход промывочной жидкости (вода с добавкой поваренной соли) – 50 л/мин.

В табл. 2 приведены результаты отработки алмазных коронок.

Таблица 2. Результаты отработки коронок 31ИЗГ-76.

Тип коронок	Твердость матрицы	Количество коронок, шт.	Средний ресурс, м	Средняя механическая скорость бурения. м/час
«Атлас Копко» KS ⁺⁺	-	90	25–120	8–14
31ИЗГ-76	до 30 HRC	10	28–89	6–12
то же	20–25 HRC	120	38–142	9–16
то же	30–35 HRC	50	29–84	7,5–14
то же	30 HRC	5	50–80	8–16

При бурении часть коронок снималась с работы из-за появления аномального износа. При отработке партии из 120 коронок зафиксированы следующие виды аномального износа:

появление фаски по внутреннему диаметру – 4,1 %;

образование фаски по наружному диаметру – 6,6 %.

При этом более 80 % коронок были отработаны до полного износа матрицы.

При отработке партии из 50 коронок отмечено:

появление фаски по внутреннему диаметру – 12 %;

образование фаски по наружному диаметру – 12 %.

76 % коронок отработано до полного износа матрицы.

В среднем ресурс коронок конструкции ВИТР составил 62,2 м, которыми было пробурено за летний период времени 11500 пог. м. скважин с высокой коммерческой скоростью.

Всего ФГУ НПП «Геологоразведка» произведено более 2000 шт. коронок по стандартам США и Швеции, тем самым осуществляя противодействие экспансии западных фирм на российском рынке.

Поступила 21.06.07.