



Специальная буровая головка «DRILLING HEAD»

(для скального и мерзлого грунта)

Изготовлена из стали, устойчивой к износу. Корпус головки оснащен твердосплавными вставками и тремя коническими твердосплавными зубьями. Такая конструкция головки позволяет осуществлять проходку в скальных и мерзлых грунтах.

Технику и технологию горизонтально направленного бурения успешно применяют при строительстве следующих коммуникаций: под автомагистралями, железными дорогами, взлетно-посадочными полосами и рулежными дорожками аэропортов, на территории предприятий, включая введение коммуникаций в производственные корпуса в условиях действующего производства, через лесные массивы и городские парки, водные преграды без необходимости их обшивания и отведения русел рек.

Розглянуто типи бурових лопаток, що застосовуються в горизонтально направленому бурінні.

Ключові слова: горизонтальнонаправлене буріння, бурова лопатка, бурова головка.

The types of blades used in the drilling of horizontal directional drilling.

Key words: horizontal directional drilling, drill blade, drill bit.

Поступила 11.06.12

УДК 622. 24.051.01.5

В. И. Власюк, Ю. Е. Будюков, В. И. Спирин, доктора технических наук

ОАО «Тульское научно-исследовательское геологическое предприятие», Россия

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСОВ АЛМАЗНОГО ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ АВТОРСКИХ СВИДЕТЕЛЬСТВ И ПАТЕНТОВ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ МОДЕЛИ

Приведены результаты исследований по разработке комплексов алмазного породоразрушающего инструмента и технологии его изготовления на основе авторских свидетельств и патентов на изобретения и полезные модели.

Ключевые слова: алмазный инструмент, бурение, технология изготовления, патент.

Начиная с 1968 года в ОАО «Тульское НИГП» создают и производят алмазный породоразрушающий инструмент (АПРИ) различного назначения. В настоящее время предприятие занимает ведущее положение среди производителей и поставщиков алмазного породоразрушающего инструмента России. При этом выполняют законченный цикл работ по созданию эффективного АПРИ, начиная с модернизации выпускаемого инструмента и завершая разработкой нового, его изготовлением, поставкой и технологическим сопровождением на производственных объектах.

При создании АПРИ и совершенствовании технологии его изготовления используют технические решения по авторским свидетельствам и патентам на изобретения и полезные модели, благодаря чему инструмент отличается повышенной работоспособностью и

обеспечивает высокое качество работ. В ОАО «Гульское НИГП» создано около 150 технических решений в виде авторских свидетельств и патентов на изобретения и полезные модели.

Одним из перспективных способов сооружения скважин является их проходка с применением алмазного породоразрушающего инструмента, в том числе специального для бурения с отбором керна прогрессивными техническими средствами в сложных горно-геологических условиях: снарядами со съёмными керноприёмниками (КССК, ССК); снарядами для бурения с гидротранспортом керна (КГК); эжекторными снарядами; одинарными колонковыми снарядами с применением сжатого воздуха и пен; бескернового и направленного бурения бесклиновыми снарядами. Существенное повышение геологической информативности бурения и эффективности технологии сооружения буровых скважин различного назначения в сложных геолого-технических условиях зависит от уровня научного обоснования основных конструктивных параметров специального алмазного породоразрушающего инструмента (САПРИ) и технологии его применения.

Вопросы повышения производительности, качества и экономичности бурения путём создания, внедрения и совершенствования САПРИ всегда актуальны [1–3].

Начиная с 70-х годов прошлого века повышение эффективности колонкового бурения связано с освоением и широким внедрением способа бурения снарядами со съёмными керноприёмниками (КССК, ССК), что позволяет существенно сократить продолжительность спуско-подъёмных операций и повысить механическую, рейсовую, техническую и цикловую скорости бурения.

Отечественные комплексы снарядов со съёмными керноприёмниками внедрены в горно-геологических условиях большинства крупных месторождений полезных ископаемых России и стран СНГ, характеризующихся частым переслаиванием горных пород по твёрдости и абразивности. В связи с этим создание породоразрушающего инструмента для бурения КССК-76 создавали в направлении разработки следующих типов алмазных коронок: основного – для бурения в перемежающихся по твёрдости горных породах VI–VIII категорий по буримости; вспомогательных – для бурения мягких пород V–VI категорий; трещиноватых пород VIII–IX категорий и твёрдых окварцованных пород IX–XI категорий. Аналогично был создан инструмент для бурения КССК-59.

Для бурения инструментом КССК-76 в породах первой группы наиболее эффективными оказались коронки с многоступенчатой формой торца (17А4, К-16, К-18, К-70, К-27, К-27С), в мягких породах – с зубчатой формой торца и развитой геометрией промывочной системы (К-30, К-30-0, К-31), в твёрдых окварцованных породах – импрегнированные коронки с плоской и гребенчатой формами рабочего торца (К-41, К-45, КТ-76).

В целях разработки комплекса АПРИ для снарядов со съёмными керноприёмниками использовали технические решения наиболее значимых изобретений и полезных моделей (№№ 597807, 596709, 1011339, 1222811, 10767, 1317771, 2175549).

Конструктивные параметры САПРИ для КССК и ССК выбирались на основании проведённых исследований и технических решений по авторским свидетельствам на изобретения и полезные модели.

Специальный алмазный породоразрушающий инструмент широко применяют геологических организациях России, стран СНГ, Болгарии. Обобщённые результаты его применения в производственных условиях приведены в табл. 1.

Результаты анализа данных табл. 1 показывают, что использование разработанного инструмента позволяет уменьшить удельный расход алмазов в 1,3–2,0 раза, повысить механическую скорость бурения на 25–60 % и улучшить представительность керновых проб за счет увеличения линейного выхода керна на 6–22 % при бурении КССК, на 17–42 % при использовании эжекторных снарядов.

Таблица 1. Техничко-экономические показатели бурения специальным алмазным инструментом

Типо размер инструмента	Категория пород по буримости	Проходка на коронку, м	Механическая скорость бурения, м/ч	Расход алмазов, карат/м	Линейный выход керна, %
1	2	3	4	5	6
Инструмент для бурения КССК-76					
1	2	3	4	5	6
17А4	VI–VIII	95	1,9/1,4*	0,17/0,25*	90/85*
К-16	VIII–IX	71	1,7/1,2	0,33/0,46	92/81
К-18	VI–VIII	82	1,8/1,1	0,18/0,26	93/84
К-30	V–VII	105	2,4/1,8	0,09/0,16	91/87
К-31	V–VI	84	2,2/1,7	0,11/0,15	91/82
К-70	VIII–X	61	1,4/1,1	0,32/0,48	96/87
К-41	IX–XI	64	1,2/0,9	0,41/0,61	94/85
К-45	IX–XI	58	1,3/0,9	0,43/0,65	93/84
РКЦ-1	VI–XI	810	–	0,010/0,015	–
РКЦ-3	V–IX	600	–	0,012/0,018	–
Инструмент для бурения КССК-59					
К-61	VII–IX	67	2,4/1,8	0,22/0,33	95/83
К-62	V–VI	91	2,9/1,9	0,08/0,12	93/80
К-63	IX–X	59	1,8/1,3	0,29/0,44	97/85
РКЦ-7	VI–XI	510	–	0,008/0,12	–
Коронки для бурения эжекторными снарядами					
16И4-59 М	X–XI	14	1,2/0,8	0,91/1,3	82/45
16И4-76 М	X–XI	16	1,2/0,9	0,99/1,39	80/50
ДЭА-76 М	VIII–IX	22	1,3/0,8	0,83/1,16	75/33
ДЭИ-76 М	X–XI	21	1,1/0,7	0,91/1,18	78/40
ДЭА-93 М	VIII–IX	27	1,2/0,8	0,8/1,42	87/83
ДЭИ-93 М	X–XI	25	1,0/0,7	0,98/1,56	80/63
Коронки для бурения с продувкой и пенами					
МЦП1-76	VI–VIII	12	1,2/0,8	0,95/1,52	80/71
МЦП1-76	VIII–IX	15	1,1/0,7	0,98/1,96	75/68
МЦПИМ-76	VIII–X	19	1,5/1,1	0,85/1,28	83/75
01АЗЖМ-59	VII–VIII	10	1,3/0,8	0,94/1,32	79/73
01АЗЖМ-76	VII–VIII	13	1,3/0,9	0,96/1,44	81/75
Долота для бескернового, направленного и многозабойного бурения					
1	2	3	4	5	6
09А3-59 М	IX–X	51	1,6/1,1	0,40/0,68	–
АДН-08 М	VIII–IX	17	0,60/0,39	–	–
ИДН-08 М	IX–X	15	0,51/0,32	–	–
АДН-22 М	VIII–IX	18	0,65/0,43	–	–
ИДН-12 М	IX–X	14	0,49/0,31	–	–
Коронки для бурения с гидротранспортом керна (КГК-84)					
В9	III–VIII	179	34,6/24,5	0,11	98/98
В9С	III–VIII	166	31,5/24,5	0,13	98/98
В14	IV–IX	98	14,2/9,3	0,17	98/98

* В числителе приведены данные для специального инструмента, в знаменателе – для базы сравнения.

Алмазные коронки для бурения с гидротранспортом керна

Для поискового, картировочного и разведочного бурения скважин на различные виды полезных ископаемых применяют комплексы технических средств для бурения скважин с гидротранспортом керна КГК-100 и КГК-300.

Проанализировав опыт бурения, сформулировали следующие основные требования к алмазным буровым коронкам для этих комплексов:

- форма торца коронок и материал режущих элементов должны обеспечивать эффективное разрушение пород II–IX категорий по буримости;
- промывочная система коронок должна способствовать удалению выбуренной породы в процессе бурения от периферии к центральному каналу при высоком качестве гидровыноса керна и охлаждении коронки;
- ресурс коронки должен обеспечивать бурение скважин до проектной глубины.

При бурении КГК сложность характера движения промывочного агента на забое предопределяет особые требования к очистке забоя скважины. Так, направление режущих секторов должно обеспечивать транспортировку выбуренного материала от периферии к центру. Поэтому профиль набегающей кромки рабочего сектора выполняют по спирали. Остальные конструктивные параметры коронок при бурении с КГК выбирали [2] на основе изобретений по авторским свидетельствам №№ 1139170, 825833, 1452920, 1668618, 2386005.

Алмазные коронки для бурения с продувкой

Наиболее сложными в температурном отношении являются условия бурения разведочных скважин с использованием в качестве очистных агентов сжатого воздуха и пен. В результате исследований, проведённых в ОАО «Тульское НИГП», установлено, что уменьшение теплонапряжённости в зоне контакта алмазных зёрен коронки и горной породы обеспечивается путём применения в коронках корпуса из биметаллического материала, пластификатор которого входит в состав материала, тепловых труб с внутренним испарительным охлаждением, рациональной насыщенности торца алмазами и снижением контактной температуры от термодеструкции нетермостабильных компонентов алмазосодержащей матрицы коронок.

С использованием результатов проведённых исследований и наиболее значимых изобретений по авторским свидетельствам и патентам (№№ 424959, 1641974, 2167260, 2270320, 23737) разработали алмазные коронки для бурения с продувкой сжатым воздухом и пенами типов МЦП1, МЦП2, МЦПМ, П-01, П-02, П-82-ИТ, П-82-ИС, П-98-ИТ, П-98-ИС, П-118ИС-4СВ, П-118-ИС-3СВ, 01А3ЖМ, применение которых позволило повысить механическую скорость бурения и стойкость инструмента.

Алмазные коронки для эжекторных снарядов

На основе проведённых исследований с использованием наиболее значимых изобретений (№№ 281323, 1136514, 825833, 2099655) разработаны алмазные коронки для бурения одинарными и двойными эжекторными снарядами типов 16И4, ДЭА соответственно. Эти коронки были внедрены при бурении плановых скважин в бывших ПГО «Дальгеология», «Ташкентгеология» и «Данбассгеология».

Алмазный стабилизирующий породоразрушающий инструмент

В настоящее время для корректировки трасс скважин, отклоняющихся от проектных, применяют отклонители различных типов. Однако эта технология не конструктивна, поскольку предусматривает исправление допущенного брака при сооружении скважины.

Более рациональным принципом является применение коронок специальной конструкции, стабилизирующих направление ствола скважины.

С учётом исследований и использованием наиболее значимых изобретений и полезных моделей (патенты на полезные модели № 49563 и 42851, авторское свидетельство на изобретение № 2152504) разработали стабилизирующие алмазные коронки 02ИЗСТ и алмазные расширители РСА-СТ. Применение этих инструментов при бурении плановых скважин в Кольской ГРЭ позволило снизить интенсивность искривления в 4,8–4,9 раза.

Алмазные расширители

Для калибровки скважин в процессе бурения их одинарными и двойными колонковыми снарядами в ОАО «Тульское НИГП» разработали алмазные расширители с использованием технических решений по наиболее существенным изобретениям по авторским свидетельствам №№ 784399, 901547, 2152504, использование которых позволило повысить эффективность применения алмазных коронок.

Алмазные долота для бескернового направленного и многозабойного бурения

В разные годы нами разработан и поставлен на серийное производство комплекс алмазных долот для бескернового бурения, включающий следующие его типоразмеры: 08АЗ-46, 08ИЗ-46, 09АЗ-59 и 09АЗ-76. Эти долота имеют вогнутую форму рабочего торца с центральным отверстием, позволяющим повысить их работоспособность. Разработка этих долот осуществлялась с использованием технических решений по наиболее значимым авторским свидетельствам №№ 1139179, 1317771, 2202440. Алмазные долота для бескернового бурения используются в геологоразведочных организациях и на горнорудных предприятиях.

На основании исследований и с учётом наиболее существенных изобретений по авторским свидетельствам № 585270, 623954, 791901, 825833 разработали алмазные долота для направленного и многозабойного бурения типов АДН и ИДН, которые отработали при искусственном искривлении скважин в ПГО «Иркутскгеология», «Центрказгеология», «Бурятгеология», «Дальгеология», при бурении в твёрдых породах, когда шарошечные долота не пригодны.

Совершенствование технологии изготовления алмазного породоразрушающего инструмента

Специфика алмазного породоразрушающего инструмента заключается в том, что показатели его применения существенно зависят от технологии изготовления, определяющей не только физико-механические свойства алмазосодержащей матрицы, но и конечную стоимость инструмента.

Совершенствовали технологию изготовления алмазного инструмента по нескольким направлениям.

Определение рационального состава шихты графитовых пресс-форм для изготовления инструмента производилось с целью увеличения прочности пресс-форм путём установления оптимального объёмного соотношения компонентов шихты (изобретение по авторскому свидетельству № 1350164). Увеличение производительности процесса прессования графитовых пресс-форм достигалось путём изменения режима термообработки стальной формы (авторское свидетельство № 1158293), эффективность горячего прессования при изготовлении алмазного инструмента достигалось применением пуансона специальной конструкции и изменением режима термообработки инструмента (авторские свидетельства № 1637932 и 1317771). Для повышения качества за счёт улучшения закрепления алмазов в матрице применяли новый активатор и пропиточный сплав на основе меди (авторские свидетельства № 1011339 и 1327558, патент № 2175590).

Криогенная обработка алмазного инструмента

Разработали также новую технологию изготовления алмазного пороодо-разрушающего инструмента отличающаяся тем, что после нагревания до температуры пропитки производят горячее прессование инструмента, а затем охлаждают до отрицательных температур с изотермической выдержкой (патент на изобретение № 2202444). Этот способ (криогенная обработка коронок) повышает износостойкость матрицы и надёжность закрепления алмазных зёрен. Большие объёмы производственных экспериментальных работ по применению криогенной обработки алмазного породоразрушающего инструмента были выполнены в Кайраккумской ГРЭ, Томском политехническом университете. ВИТР, ПГО «Востказгеология». Испытания проводили путём сопоставления фактического расхода коронок на 1 м бурения в базовой (без криогенной обработки) в экспериментальные периоды, которые длились по году. Для бурения использовали в основном снаряды ССК-59 и

КССК-76. Результаты этих испытаний показали, что криогенная обработка позволила существенно (от 11,3 до 95,3 %) повысить износостойкость 16 типов коронок.

Дальнейшим развитием технологий повышения качества алмазного инструмента явилось создание новых матричных композиций с пониженной температурой пропитки, рациональной насыщенностью и расположением алмазов повышенного качества, в том числе синтетических зарубежного производства (фирмы «Элемент Сикс»).

Были разработаны с применением синтетических алмазов и на основе патентов на изобретения № 2373370, 2373371, 2386005 и полезную модель № 103838 алмазные коронки для ССК типов К-2СВМ, К-3СВМ, К-4СВМ, К-5СВМ диаметром 59 и 75 мм, типов 02И2СВМ, 02И3СВМ, 02И4СВМ диаметром 46, 59, 76 мм.

Впервые в отечественной практике алмазного бурения на двух геологических объектах (Самартинской и Тулуинской ГРП), ГРЭ «Бурятзолоторазведка» удалось провести производственные испытания инструмента ОАО «Тульское НИГП», «ЭЗТАБ», «Геогидротехники» и фирм «Борт-Лонгир» и «Аталас-Копко» в идентичных условиях и сопоставить их результаты. Было установлено [3], что инструмент ОАО «Тульское НИГП» по эффективности существенно превосходит инструмент других отечественных производителей, а также инструмент известных зарубежных фирм.

Это не случайный результат, так как анализ отработки алмазных коронок ОАО «Тульское НИГП» в других районах показывает, что эффективность их применения в сравнении с инструментом других производителей существенно увеличивается в более или менее осложнённых условиях.

Таким образом, результаты производственных испытаний алмазных коронок ОАО «Тульское НИГП», изготовленных по новым технологиям показали, что на многих объектах с осложнёнными горно-геологическими условиями их эффективность существенно превышает эффективность инструмента других отечественных производителей, а также известных зарубежных фирм.

Наведені результати досліджень по розробці комплексів алмазного породоруйнівного інструменту і технології його виготовлення на основі авторських свідоцтв і патентів на винаходи і корисні моделі.

Ключові слова: алмазний інструмент, буріння, технологія виготовлення, патент.

Summaries research on the development and improvement and improvement of systems of drilling diamond tool and technology of manufacture on the basis of copyright certificates and patents for inventions and utility models.

Key words: diamond tool, drilling, technology of manufacture, patent.

Литература

1. Новые технологии в создании и использовании алмазного породоразрушающего инструмента / В. И. Власюк, Ю. Е. Будюков, Л. К. Горшков и др. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. – С. 140.
2. Будюков Ю. Е., Власюк В. И., Спиринов В. И. Алмазный породоразрушающий инструмент. – Тула: ИПП «Гриф и К», 2005. – 288 с.
3. Будюков Ю. Е., Власюк В. И., Спиринов В. И. Алмазный инструмент для бурения направленных и многоствольных скважин. – Тула: ИПП «Гриф и К», 2007. – С. 176 с.

Поступила 07.06.12