

На правах рукописи

Баатархуу Гантулга



**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛМАЗНОГО БУРЕНИЯ
НА ОСНОВЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АНОМАЛЬНОГО ИЗНОСА
АЛМАЗНЫХ КОРОНОК**

*Специальность 25.00.14 – Технология и техника
геологоразведочных работ*

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2018

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, старший научный сотрудник

Гореликов Владимир Георгиевич

Официальные оппоненты:

Будюков Юрий Евдокимович

доктор технических наук, старший научный сотрудник, акционерное общество «Тульское научно-исследовательское геологическое предприятие», главный научный сотрудник;

Кубасов Владимир Викторович

кандидат технических наук, Федеральная служба государственной статистики (Росстат), управление развития имущественного комплекса, отдел социально-хозяйственного обеспечения, ведущий специалист 3 разряда.

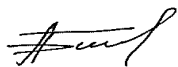
Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».

Защита диссертации состоится 30 ноября 2018 г. в 15 ч 00 мин на заседании диссертационного совета Д 212.224.02 при Санкт-Петербургском горном университете по адресу: 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, дом 2, ауд. № 1163.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского горного университета и на сайте www.spmi.ru.

Автореферат разослан 28 сентября 2018 года.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



Блинов
Павел Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Повышение эффективности алмазного бурения связывается с повышением износостойкости алмазного породоразрушающего инструмента и предупреждением его аномальных форм износа в процессе углубки скважины. Решению данной проблемы посвящены работы многих исследователей: Д.П. Башкатова, Г.А. Блинова, Ю.Е. Будюкова, Е.И. Быченкова, М.Г. Глазова, Л.К. Горшкова, Е.А. Козловского, А.И. Осецкого, П.П. Пономарева, А.В. Сахарова, Н.В. Соловьева, В.И. Спирина и др. К настоящему времени выполнен значительный объем исследований, связанный с изучением механизма разрушения горной породы единичным алмазом и алмазным породоразрушающим инструментом. В результате исследований установлено, что в начальной стадии приработки как однослойных, так и импрегнированных коронок с поверхностью забоя скважины контактирует не более 20 % алмазов от их общего числа. Исходя из этого рекомендуется прирабатывать новую алмазную коронку в течение 15-18 мин, за это время количество контактирующих алмазов увеличивается до 70-100 %. Авторы таких рекомендаций исходят из необходимости предохранять острые углы алмазов от скалывания и разрушения. Однако на практике при такой технологии приработки коронки часто возникает заполирование алмазов. Пытаясь ликвидировать заполирование, бурильщик приступает к заточке коронки в процессе бурения. Эта операция может привести к прижогу алмазного породоразрушающего инструмента. Прижог может возникнуть и при бурении скважин в твердых трещиноватых породах. В связи с этим актуальной задачей является разработка методов распознавания и предупреждения в процессе углубки скважины таких форм аномального износа алмазных коронок как заполирование и предприжог (начало прижога). Данная задача связывается с изучением информативных признаков этих форм аномального износа и их распознаванием и предупреждением с использованием серийной контрольно-измерительной аппаратуры. Не каждый бурильщик способен достаточно быстро оценить сложившуюся технологическую

ситуацию по поступающей к нему информации о забойных процессах. Поэтому довольно часто бурильщик запоздало реагирует на показания контрольно-измерительных приборов и принимает неправильное решение по управлению процессом бурения.

Цель работы: Совершенствование технологии алмазного бурения скважин в твердых горных породах.

Идея работы: Распознавание и предупреждение аномального износа алмазных коронок в процессе углубки скважины.

Основные задачи исследований.

1. Анализ механизма контактирования алмазов с забоем скважины с учетом его криволинейности.

2. Анализ конструктивных особенностей алмазных коронок, механизма их износа и технологии алмазного бурения.

3. Разработка методики исследований, планирование эксперимента и выбор бурового оборудования для выполнения стендовых исследований.

4. Исследование механизма износа алмазных коронок, выбор конструктивных параметров алмазных коронок и схемы циркуляции очистного агента.

5. Определение информационных признаков аномального износа алмазных коронок и разработка методических рекомендаций по технологии бурения скважин в твердых горных породах.

Методы исследований.

Анализ и обобщение литературы; планирование эксперимента; лабораторные и стендовые исследования механизма контактирования алмазных коронок с забоем скважины, температурного режима работы алмазных коронок; анализ экспериментальных данных; проверка на сходимость теоретических и экспериментальных данных.

Основные научные результаты, полученные лично соискателем:

1. Анализ современного состояния технических средств и технологии бурения скважин в твердых горных породах, позволивший сформулировать цель и задачи работ.

2. Методика исследований и определения количества алмазов, контактирующих с криволинейной поверхностью забоя скважины.

3. Аналитические исследования механизма приработки алмазных коронок, классификация и исследование форм аномального износа алмазных коронок, определение информативных признаков заполирования и прижога, методические рекомендации по их распознаванию и предупреждению в процессе углубки скважины.

4. Экспериментальные исследования и опробование методических рекомендаций для бурения скважин в твердых горных породах.

Научная новизна заключается в установлении закономерности изменения механической скорости бурения и мощности на приводе бурового станка при заполировании и предприжоге алмазных коронок, в выявлении механизма заполирования и предприжога алмазных коронок и установлении зависимости для времени ликвидации заполирования от параметров режима бурения и теплофизических характеристик матрицы алмазной коронки.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций определяется современным уровнем теоретических исследований, обоснованным объемом экспериментальных исследований и удовлетворительной сходимостью теоретических и экспериментальных данных.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

– полученное экспериментальное решение задачи о количестве алмазов, контактирующих с забоем скважины применимо при выборе технологии приработки алмазных коронок;

– выявленные информативные признаки аномального износа алмазных коронок позволяют однозначно распознавать заполирование и предприжог алмазных коронок в процессе углубки скважины;

– разработанные рекомендации по технологии бурения твердых горных пород с применением модернизированных алмазных коронок и серийных контрольно-измерительных приборов позволяют существенно повысить технико-экономические показатели бурения скважин в твердых горных породах.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на XVI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы буровой службы Монголии» (г. Улаанбаатар, 2014 г.); на XVII Международной молодежной научной конференции «Севергеозкотех-2016» (г. Ухта, 2016 г.); на Международной научно-практической конференции «Бурение в осложненных условиях» (г. СПб., 2016 г.); на XVIII Международной научно-практической конференции «Бурение-2016» (г. Улаанбаатар, 2016 г.).

Публикации. Автором опубликовано 8 работ. Из них по теме диссертации 4 статьи: 2 – в изданиях, индексированных международной базой данных SCOPUS, 2 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Личный вклад. Заключается в постановке всех задач исследований и разработке методов для их реализации, организации и личного участия в выполнении как теоретических, лабораторных, так и стендовых исследований; в разработке методов распознавания и предупреждения аномального износа в процессе углубки скважины.

Объем и структура диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 134 страницах машинописного текста, включая 31 рисунок, 46 таблиц, список использованной литературы из 94 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дается общая характеристика выполненной работы, обосновывается ее актуальность, приводится научная новизна и защищаемые положения, даются сведения о личном вкладе автора и апробации работы.

Первая глава посвящена анализу методик определения количества алмазов, контактирующих с горной породой, конструкций алмазных коронок, существующих технологий и технических средств для бурения скважин в твердых горных породах. Приведена классификация существующих методов определения количества алмазов, участвующих в контакте и разрушении горной породы. Выделены группа теоретических (расчетных) и группа эмпирических (практических) методов. В свою очередь, в группе расчетных методов выделены подгруппы, в основе которых лежит методика расчетов с использованием как детерминированных, так и вероятностных методов. Как правило, в теоретических методах расчетным путем определяется число алмазов, гипотетически участвующих в разрушении горной породы. При эмпирических методах определяется число алмазов, находящихся в контакте с поверхностью забоя скважины. Среди эмпирических методов выделены лабораторные и стендовые. При лабораторных методах определяется число алмазов, находящихся в контакте с плоскостью, имитирующей забой скважины. В стендовых методах исследование числа контактирующих алмазов осуществляется непосредственно при бурении блоков (например, блоков стекла), имитирующих горную породу.

В зависимости от конструкций матрицы алмазные коронки классифицированы на три основные группы: коронки со стандартной толщиной матрицы; коронки с утолщенной матрицей; коронки с тонкостенной матрицей. Проанализированы основные конструктивные особенности алмазных коронок по каждой группе, рассмотрены различные технологии приработки алмазных коронок. Отмечено, что приработку коронок рекомендуется проводить в течение 15-18 мин. с постепенным увеличением частоты вращения бурового снаряда и осевой нагрузки. Такая технология приработки приводит к заполированию алмазов. Рассмотрены методы и технические средства для распознавания и предупреждения заполирования и предприжога алмазного породоразрушающего инструмента. Определены основные задачи исследований. Показано, что наиболее оптимальным критерием для контроля износа

алмазной коронки является углубка за один оборот: при бурении скважин в плотных твердых она составляет $0,15d$ (d – диаметр объемных алмазов); при бурении по твердым трещиноватым породам – $0,1d$.

Во второй главе приводится методика, принятая для решения поставленных задач, в т.ч. выполнения теоретических и стендовых исследований, методов обработки результатов исследований в лабораторных и натуральных условиях. Определено необходимое число опытов для исследований механизма аномального износа алмазных коронок. Дается техническая характеристика бурового станда, контрольно-измерительных приборов.

В третьей главе выполнены теоретические исследования, направленные на изучение механизма контактирования алмазных коронок с забоем скважины с учетом его криволинейности. Исследован процесс приработки забоя скважины под алмазную коронку и последующей приработки коронки. Выявлены основные факторы, определяющие механизм аномального износа алмазных коронок и исследованы информативные признаки заполирования и прижога.

В четвертой главе изложены методические рекомендации по приработке забоя скважины под новую алмазную коронку, рекомендации по приработке алмазной коронки и распознаванию и предупреждению заполирования и предприжога алмазных коронок в процессе бурения скважин. Отражены результаты опробования методических рекомендаций по бурению скважин как в трещиноватых, так и в плотных твердых горных породах.

В заключение отражены основные результаты выполненной работы.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Заполирование и предприжог алмазных коронок однозначно распознаются по изменению механической скорости бурения и мощности, потребляемой электропривоприводом бурового станка: для заполирования характерно уменьшение

мощности и механической скорости, для предприжога – увеличение мощности и механической скорости бурения.

Ранее проведенными исследованиями установлено, что предприжог алмазных коронок сопровождается увеличением мощности, потребляемой электроприводом бурового станка, а заполирование связано с уменьшением мощности. Вместе с тем при алмазном бурении существует еще ряд технологических ситуаций, в которых имеет место увеличение или снижение мощности. К этим технологическим ситуациям относятся: бурение по трещиноватым породам; повышение категории горных пород по буримости; заполнение колонковой трубы керном; полный износ матрицы по высоте. В связи с этим бурильщик не всегда однозначно распознает заполирование или предприжог. Для установления отличительных признаков заполирования и предприжога проводились дополнительные исследования; при этом фиксировались значения мощности и механической скорости бурения в различных технологических ситуациях. Установлено, что для заполирования наряду с уменьшением мощности имеет место уменьшение механической скорости бурения (рисунок 1).

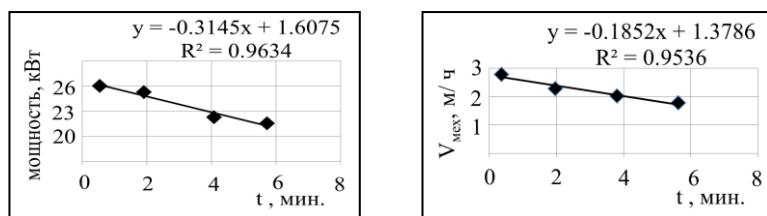


Рисунок 1– Изменение мощности и механической скорости бурения при заполировании

Причем уменьшение мощности и механической скорости во времени происходит постепенно и с высокой степенью точности описывается линейным уравнением. Такое уменьшение исследуемых параметров должно приводить к снижению температуры в зоне контакта алмазной коронки с горной породой.

Предприжог алмазных коронок сопровождается одновременно быстрым увеличением мощности и механической скорости бурения (рисунок 2).

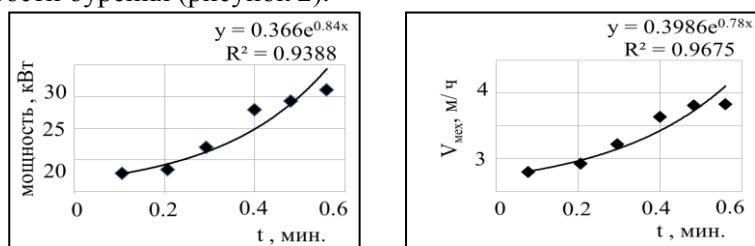


Рисунок 2 – Изменение мощности и механической скорости бурения при предприжоге

Полученные информативные признаки для различных технологических ситуаций отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Информативные признаки технологических ситуаций

Технологическая ситуация	Характер изменения:	
	мощности	механической скорости
Бурение по трещиноватым породам	увеличение	снижение
Повышение категории горных пород по буримости	увеличение	снижение
Заполнение колонковой керном	Постепенное увеличение	Постепенное снижение
Обрыв бурового снаряда	Резкое снижение	отсутствует
Полный износ матрицы по высоте	увеличение	уменьшение
Заполирование	снижение	снижение
Предприжог	увеличение	увеличение

Для теоретического исследования факторов, определяющих износ алмазных коронок при бурении твердых пород использовался метод ранговой корреляции (метод ранжирования факторов). Из литературных источников выявлены следующие факторы, в той или иной мере способствующие возникновению заполирования и предприжога алмазных коронок. Факторы представлены в таблице 2. С использованием анкет было получено мнение 5 экспертов. Эксперты ранжировали факторы по степени убывания их значимости. Анализ обработки данных показывает, что наиболее значимыми факторами являются температура в зоне разрушения горной породы; расход очистного агента; нагрузка на породоразрушающий инструмент; твердость горной породы.

Таблица 2 – Факторы, определяющие износостойкость алмазных коронок

№ п/п	Код фактора	Наименование фактора
1	X ₁	Осевая нагрузка на алмазную коронку
2	X ₂	Частота вращения бурового снаряда
3	X ₃	Расход очистного агента
4	X ₄	Забойная мощность
5	X ₅	Твердость горной породы
6	X ₆	Абразивность горной породы
7	X ₇	Химическое сродство алмаза с горной породой
8	X ₈	Твердость матрицы алмазной коронки
9	X ₉	Зернистость объемных алмазов
10	X ₁₀	Конструкция матрицы
11	X ₁₁	Температура в зоне контакта алмазов с горной породой
12	X ₁₂	Произведение частоты вращения и осевой нагрузки
13	X ₁₃	Время взаимодействия алмаза с горной породой
14	X ₁₄	Вид очистного агента

В свою очередь, высокая твердость горной породы – одно из необходимых условий возникновения заполирования алмазных коронок, а такие факторы как осевая нагрузка и расход очистного агента тесно связаны с температурой в зоне контакта алмазной коронки с забоем скважины.

Исходя из выполненных исследований за основной фактор для дальнейших исследований принимается температура в зоне контакта алмазной коронки с горной породой.

Для измерения температуры в зоне контакта породоразрушающего инструмента с забоем скважины использовались импрегнированные коронки специальной конструкции. Промывочные каналы в матрице коронки были перекрыты сплавом латуни, в котором с торца матрицы высверливались глухие отверстия. В отверстия зачеканивались плавкие вставки: олова (температура плавления 232 °С), свинца (327 °С), алюминия (660 °С), латуни (800 °С). Параметры режима бурения составляли: осевая нагрузка 600-1000 даН, частота вращения бурового снаряда 600 мин⁻¹, расход очистного агента 20 л/мин. Заполирование создавалось за счет уменьшения осевой нагрузки, а предприжог за счет увеличения осевой нагрузки до 1000 даН. При заполировании коронки наблюдалось оплавление только оловянной вставки, что свидетельствует о температуре менее 327 °С. Имело место постепенное снижение мощности. Средняя механическая скорость при заполировании составила 1,5 м/ч. При нормальном износе были оплавлены свинцовые вставки. Оплавление алюминиевой и латунной вставок отсутствовало. Это позволяет сделать вывод, что температура в зоне контакта алмазной коронки с забоем скважины соответствует диапазону 320-660 °С. Средняя механическая скорость при этом составила 2,3 м/ч. При предприжоге алмазной коронки имело место оплавление алюминиевой вставки и потемнение латунной вставки, на торце матрицы видны следы спекания шлама с алмазной коронкой. В этом случае торец матрицы алмазной коронки разогревался до температуры от 660 до 800 °С. Увеличение температуры свыше 800 °С соответствует возникновению прижога

алмазной коронки. Диапазоны температур и соответствующие им виды износа алмазных коронок отражены на рисунке 3. Показаны участки заполирования, нормального износа, предприжога, соответствующие им величины температуры (T °С) в зоне контакта коронки с забоем скважины и величины углубки за один оборот коронки (h мм).

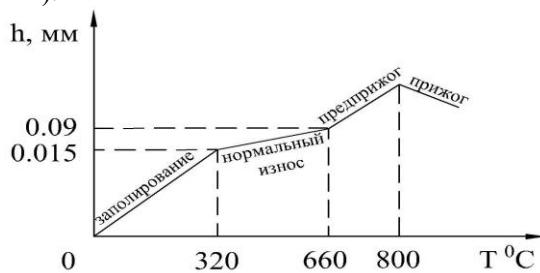


Рисунок 3 – Значения температуры на торце матрицы при различных видах износа коронки

Фрагменты забоя скважины при заполировании и предприжоге показаны на рисунке 4.

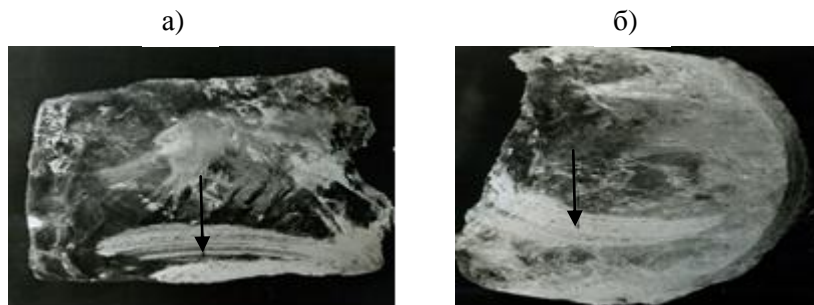


Рисунок 4 – Фрагменты забоя при заполировании (а) и предприжоге (б)

При заполировании алмазной коронки в зоне контакта алмазов с горной породой отмечается гладкая полированная поверхность забоя. Следы разрушения горной породы отсутствуют. При предприжоге поверхность забоя шероховатая, прослеживаются

следы взаимодействия алмазной коронки с горной породой в виде бороздок и микровыворотов.

Из рисунка 3 следует, чтобы из зоны заполирования перейти к зоне нормального износа коронки, температуру на торце матрицы следует повысить (максимально) до 660 °С. На основе метода точечных тепловых источников получено уравнение для расчета времени $\Delta\tau$ предупреждения заполирования (повышения температуры до 660 °С):

$$\Delta\tau = \left(\frac{30F\lambda}{\mu d P n \sqrt{\pi a}} \right)^2 (t_2^2 - t_1^2) \quad (1)$$

где t_1 – средняя температура для зоны заполирования, °С; t_2 – максимальная температура для зоны нормального износа коронки, °С; $\Delta\tau$ – время необходимое для ликвидации заполирования, с; F – площадь торца матрицы, м²; P – осевая нагрузка, Н; n – частота вращения бурового снаряда, мин⁻¹; d – средний диаметр матрицы, м; a – коэффициент температуропроводности материала матрицы, м²/с; λ – коэффициент теплопроводности материала матрицы, Вт/(м²*°С).

На основе выполненных исследований разработаны методические рекомендации по повышению эффективности бурения скважин в твердых горных породах.

1. Для бурения используются серийные алмазные коронки в корпусе которых выполнены дополнительные промывочные каналы.

2. После спуска бурового снаряда в скважину согласно принятым рекомендациям осуществляется приработка забоя скважины под новую коронку.

3. Выполняется операция приработки алмазной коронки. В зависимости от зернистости объемных алмазов выбирается оптимальная величина углубки за 1 оборот.

4. После приработки алмазной коронки в соответствии с геолого-техническим нарядом устанавливается частота вращения бурового снаряда.

5. Для принятой частоты вращения бурового снаряда подбирается осевая нагрузка, обеспечивающая поддержание

выбранной величины углубки за 1 оборот и соответствующей ей механической скорости бурения.

6. По изменению мощности и механической скорости бурения контролируется процесс бурения.

7. Для предупреждения заполирования в течение расчетного времени выполняется заточка коронки в процессе бурения.

2. Разработанные методические рекомендации по предупреждению аномального износа алмазных коронок позволяют получить увеличение механической скорости (на 10-15 %), проходки за рейс и на коронку (на 15-25 %) за счет оперативного распознавания и предупреждения заполирования и прижога.

При исследовании механизма заполирования в процессе приработки алмазной коронки установлено что после приработки забоя скважины под новую однослойную алмазную коронку в контакте с забоем скважины будет находится до 70-100 % объемных алмазов. При этом определяющим фактором будет являться степень соответствия профиля забоя профилю прирабатываемой алмазной коронки, а алмазы, имеющие максимальную высоту выступания из матрицы могут не оказаться в контакте с горной породой. Следовательно, если при приработки коронки в твердых плотных породах осевую нагрузку увеличивать постепенно в течение 15 мин, то это приведет к заполированию. Исходя из этого при приработке алмазной коронки в плотных твердых породах рекомендуется осевую нагрузку сразу выбирать таким образом, чтобы углубка за один оборот составляла $0,15d$. Если же осевая нагрузка окажется повышенной, то это приведет к прижогу (из-за большого числа алмазов, участвующих в разрушении горной породы и повышенного шламообразования). Опробование разработанных методических рекомендаций выполнялась в два этапа: в стендовых условиях и при бурении плановых скважин. На начальном этапе в стендовых условиях определялась работоспособность алмазной коронки с дополнительными каналами, выполненными в ее корпусе. Бурение выполнялось на бетонном блоке, имитирующем трещиноватые горные породы. Блок

представлял собой зацементированные куски крупного гранитного щебня. Для бурения использовались серийные и опытные однослойные алмазные коронки. Опытные коронки от серийных отличались тем, что в корпусе коронки выполнялись дополнительные промывочные каналы (рисунок 5).



Рисунок 5 – Опытная алмазная коронка

Наличие дополнительных промывочных каналов в корпусе алмазных коронки позволит очистному агенту циркулировать через эти каналы при самозаклинования зерна в матричном кольце.

Параметры режимов бурения и результаты опытов отражены на рисунках 6,7.

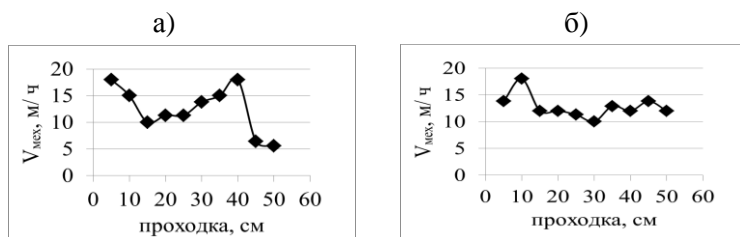


Рисунок 6 – Зависимость механической скорости бурения от параметров режима бурения для серийной коронки (а) и для опытной (б)

(частота вращения 390 об/мин; осевая нагрузка 1000 даН).

Регрессионная модель для серийной коронки имеет вид:

$$V_{\text{мех}} = 11,8 + 1,7n + 1,7P, \quad (2)$$

Для экспериментальной коронки:

$$V_{\text{мех}} = 13,3 + 2,5n + 2,0P, \quad (3)$$

где n – частота вращения бурового снаряда; P – осевая нагрузка.

а)

б)

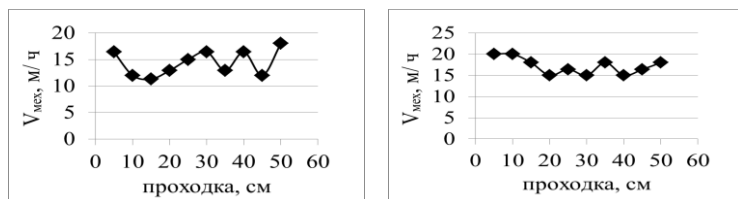


Рисунок 7 – Зависимость механической скорости бурения от параметров режима бурения для серийной коронки (а) и для опытной (б)

(частота вращения 710 об/мин; осевая нагрузка 1000 даН).

Таким образом, установлено увеличение механической скорости при бурении опытной коронкой и разработанные методические рекомендации для бурения твердых горных пород коронками, в корпусе которых выполнены дополнительные промысловые каналы, могут быть применены в практике алмазного бурения.

Опробование в методических рекомендаций при бурении плановых скважин выполнялось при следующих условиях: буровой станок – СКБ-5, горные породы – окварцованные песчаники X-XI категории по буримости. Результаты получены при бурение в интервале 300-350 м алмазными импрегнированными коронками диаметром 76мм. Параметры режима бурения составили: частота вращения бурового снаряда 407 – 715 мин⁻¹; осевая нагрузка – 1000 - 1400 даН; расход очистного агента – 20 л/мин.

На рисунке 8 показан механизм ликвидации заполирования алмазной коронки путем ее заточки в процессе бурения. После углубки на 0,5 м имело место постепенное уменьшение мощности и механической скорости бурения, что свидетельствует о возникновении заполирования алмазной коронки. Бурильщик

выполнил заточку, в результате чего имело место повышение мощности и механической скорости бурения (интервал углубки от 1,5 м и далее).

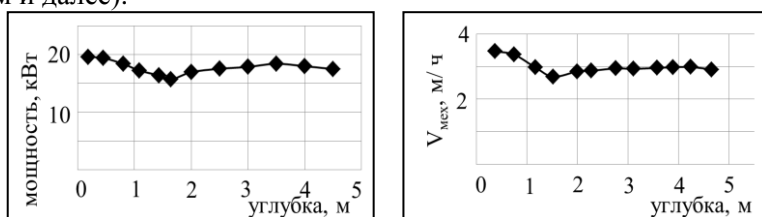


Рисунок 8 – Ликвидация заполирования заточкой алмазной коронки

В результате опробования методических рекомендаций при бурении плановых скважин в твердых горных породах достигнуто повышение механической скорости бурения на 10-15 %, и увеличение проходки за рейс и на коронку 15-25 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные и практические результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Установлены информативные признаки для однозначного распознавания заполирования и предприжога алмазных коронок: (для заполирования – одновременное уменьшение мощности и механической скорости бурения; для предприжога – одновременное увеличение мощности и механической скорости бурения).

2. Определены диапазоны температуры на торце матрицы при заполировании (до 320 °С), при нормальном износе алмазной коронки (320-660 °С), при предприжоге (660-800 °С).

3. С использованием метода мгновенных тепловых источников получено уравнение для расчета времени ликвидации заполирования в зависимости от параметров режима бурения и теплофизических характеристик материала матрицы алмазных коронок.

4. Для алмазных коронок основным фактором, определяющим количество алмазов, контактирующих с забоем скважины, является соответствие профиля матрицы коронки

профилю забоя скважины. После приработки забоя под однослойную алмазную коронку в контакте с горной породой находится до 70-100 %.

5. Выполнение в корпусе серийных коронок дополнительных промывочных каналов способствует беспрепятственному восстановлению циркуляции очистного агента после ликвидации заполирования путем заточки коронки на забое скважины и не приводит к прижогу алмазных коронок.

6. Разработанные методические рекомендации по распознаванию и предупреждению аномального износа алмазных коронок способствуют повышению механической скорости бурения на 10-15 % и увеличению проходки на коронку на 15-25 %.

7. Дальнейшими задачами следует считать: исследование механизма удаления шлама с забоя скважины за счет действия центробежных сил; совершенствование конструкции корпуса алмазных коронок с целью уменьшения абразивного воздействия шлама, удаляемого через промывочные каналы в корпусе; разработку технических средств для автоматизированного распознавания и предупреждения аномального износа алмазных коронок.

По теме диссертации опубликовано 8 работ, основные из них:

В изданиях, индексирующихся в международной базе данных SCOPUS:

1. Gorelikov, V. G. Analytical and experimental study of the mechanisms of diamond bits interaction with rocks in the wellbore during sinking processes / V. G. Gorelikov, Yu. V. Lykov, **Baatarkhuu Gantulga** // International Journal of Applied Engineering Research. – 2016. – Volume 11, Number 10. – P. 7012–7016.

2. Gorelikov, V. G. Analytical research and classification of mechanism of diamond drilling-bits contact with rocks during well sinking / V. G. Gorelikov, Yu. V. Lykov, **Baatarkhuu Gantulga** // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – Volume 87, Issue 2, Number 022012.

В изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России:

3. Гореликов, В. Г. Анализ и исследование механизма аномального износа алмазных коронок / В. Г. Гореликов, Ю. В. Лыков, **Баатархуу Гантулга** // Журнал «Экология и развитие общества». – 2017. – №1(20). – С. 11–15.

4. Гореликов, В. Г. Аналитические исследования механизма углубки скважины при алмазном бурении / В. Г. Гореликов, М. Ю. Насонов, С. И. Протасов, **Баатархуу Гантулга** // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2017. – №5. – С. 24–29.

В прочих изданиях:

5. Гореликов, В. Г. Классификация и анализ методов расчета количества буровых алмазов, участвующих в разрушении горных пород / В. Г. Гореликов, Ю. В. Лыков, **Баатархуу Гантулга** // Магистрант, докторантын эрдэм шинжилгээний битээлийн эмхэтгэл. – Улаанбаатар. : ШУТИС, 2014. – № 9/156. – С. 115–117.

6. Гореликов, В. Г. Классификация методов расчета количества буровых алмазов, контактирующих с горной породой / В. Г. Гореликов, **Баатархуу Гантулга** // XVII международная молодежная научная конференция «севергеоэкотех-2016». – Ухта. : Ухтинский государственный технический университет, 2016. – С. 1–5.

7. Гореликов, В. Г. Классификация износа алмазных коронок / В. Г. Гореликов, **Баатархуу Гантулга** // Международная научно-практическая конференция «Бурение в осложненных условиях». – СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2016. – С. 25–26.