В.А.КАУЛИН, П.П.ПОНОМАРЕВ
Всероссийский НИИ методики и техники разведки, Санкт-Петербург, Россия

НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТАННОЙ ВИТРОМ КЕРНОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

Основной задачей колонкового геолого-разведочного бурения является получение достоверной геологической информации о разведуемом месторождении. Наиболее важной ее составляющей является керновая проба, так как натуральный образец горной породы, поднятый с различных, часто весьма значительных, глубин, позволяет оценить целый ряд характеристик конкретного геологического разреза, в частности таких, как его строение и минералогический состав, петрографические особенности и др.

Большинство научно-исследовательских и производственных организаций решали теоретические и практические вопросы получения кондиционного керна в отрыве друг от друга. Теории собственно процесса кернообразования практически не существовало, а оценка получаемого кернового материала базировалась в основном на субъективных качественных характеристиках. Поэтому возникла необходимость упорядочения всех сведений по вопросу получения керновой пробы в различных горно-геологических условиях разведуемых месторождений.

Для решения поставленной задачи в лаборатории технологии алмазного бурения ВИТР начиная с 1975 г. выполнялся комплекс теоретических, экспериментальных и производственных исследований процесса кернообразования, в результате которых была создана единая научно обоснованная теория, позволившая свести воедино разрозненные исследования по данному вопросу и перевести все субъективные оценки деталей и признаков процесса кернообразования на уровень точных количественных оценок. Результаты работ по исследованию процесса кернообразования достаточно полно изложены в изданной авторами монографии [5], а также в серии научных статей последних лет [1-4]. Следует также отметить, что огромный вклад в развитие теории и практики процесса кернообразования помимо авторов статьи внесли старшие научные сотрудники ВИТРа В.В.Васильев, М.А.Денисов, В.А.Горбаченков, Г.Ф.Цапаев, В.Н.Зорин, В.А.Каценельсон и др.

Разработка основ процесса кернообразования осуществлялась по нескольким направлениям.

Классификация горных пород по трудности отбора керна. Попытки таких классификаций предпринимались многими исследователями. Достаточно назвать таких корифеев отечественной буровой науки, как С.А.Волков, С.С.Сулакшин и др. Не оставили без внимания вопросы разработки классификации пород по их способности к кернообразованию также и зарубежные исследователи. В качестве примера можно назвать классификацию П.Роулишека (б.ВУГИ ЧССР).

Однако следует отметить, что все классификации оперируют только качественными, т.е. в основном субъективными, признаками горных пород.

Современное состояние развития геолого-разведочного бурения с учетом перспективы внедрения автоматизации и программного управления процессами бурения ставит задачу точ-

ной количественной оценки горных пород по трудности отбора керна, на основе которой и должна быть построена классификация. Впервые в истории геолого-разведочного бурения такая классификация была разработана в 1980-1982 гг. в ВИТРе. Классификация основывалась на генеральном признаке, имеющем точную количественную оценку: линейный выход керна.

Разработанная классификация горных пород по трудности отбора керна включает пять групп горных пород с гарантированным выходом керна при бурении одинарным колонковым снарядом диаметром 59 мм на стандартных технологических параметрах режима.

Классификация факторов кернообразования по степени их влияния на формирование и сохранность керна. При проведении исследований по разработке классификации горных пород по трудности отбора керна детально рассматривались также и теоретические вопросы процесса кернообразования. При этом учитывалось, что,только имея четкое представление об отдельных фазах процесса, можно синтезировать четкую непротиворечивую теорию кернообразования, отвечающую современным требованиям и имеющую прикладное значение.

Путем тщательного анализа данных предыдущих исследований и на основе всесторонних теоретических и экспериментальных исследований впервые были детально изучены и приведены в стройную систему основные факторы кернообразования. Это позволило разработать научно обоснованные рекомендации по способам защиты керна от основных факторов его разрушения при бурении в различных комплексах горных пород.

Конечным результатом этих исследований явилась «Классификация факторов кернообразования», в которой все факторы по степени их влияния на формирование и сохранность керна разделены на три основных класса:

А. Факторы, определяющие выход керна, из которых основными являются: трещиноватость горных пород, диаметр керна, конструкция бурового снаряда, степень вибрации снаряда, осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент и ряд других.

В. Факторы, влияющие на выход керна, в том числе: структура горных пород, угол встречи пластов с осью скважины, тип забойного инструмента, способ заклинивания керна, частота вращения бурового снаряда, углубка за рейс и т.д.

С. Факторы, оказывающие влияние на выход керна в специфических условиях: категория пород по буримости, глубина залегания пород, число секторов в коронке, химический состав промывочной жидкости и ряд других.

Исследования по выявлению степени влияния установленных факторов кернообразования на разрушение керновой пробы сразу же нашли практическое применение при конструировании двойных колонковых наборов для отбора керна в особо сложных и сложных геологических условиях. На основе и с учетом проведенных исследований в ВИТРе было разработано целое семейство двойных колонковых труб нового поколения:

Качество керновых проб. Следует отметить, что ВИТР выступил также пионером в разработке вопросов качества получаемого в процессе бурения кернового материала (в данном случае не рассматривается бурение скважин специального назначения: инженерно-геологических, структурных,для отбора проб газа и т.д).

До недавнего времени при геолого-разведочном бурении буровиков-технологов удовлетворял единственный показатель по керну – его выход: линейный, объемный или весовой. Однако геологов всегда интересовала более полная геологическая информация, которую они хотели бы получать по поднятому из скважины керну. В частности,это не только масса керновой пробы, но и соответствие содержания полезного компонента истинному содержанию его в массиве горных пород, структурные характеристики залегания горных пород конкретного месторождения и другая информация.

В связи с этим выполненный в ВИТРе комплекс исследований процесса кернообразования позволил разработать критерии оценки качества керна и шкалу оценок керна по его качественным показателям. Основными критериями качества керновых проб были приняты следующие: количество кернового материала; вещественный состав кернового материала; структура кернового материала.

Оценка качества керновых проб по предложенным критериям позволяет разбить всю получаемую в виде проб геологическую информацию на четыре группы:

- пробы, представительные по всем критериям;
- пробы, представительные по двум критериям (имеет место нарушение структуры);
- пробы, представительные по одному критерию (нарушена структура керновой пробы и некондиционный выход керна);
- пробы, у которых не выдержан ни один из критериев (полный брак).

На основе разработанных критериев были созданы модели процесса кернообразования, охватившие все типичные комплексы горных пород, от мягких слабосвязанных пород I-IV категорий по буримости до крепких монолитных пород XII категории по буримости включительно.

При создании моделей процесса кернообразования одновременно изучалось влияние каждого из разрушающих факторов непосредственно на процесс образования керна. При этом были выделены практические аспекты этого влияния, которые послужили в дальнейшем основой для разработки единой керносберегающей технологии колонкового геолого-разведочного бурения.

Модели процесса кернообразования позволяют для каждого комплекса определить конкретные технологические параметры, обеспечивающие сохранность керновой пробы при бурении.

Керносберегающая технология охватывает все аспекты формирования керна, обеспечения его сохранности в керноприемной трубе в процессе бурения и при подъеме колонкового снаряда на поверхность. Понятие керносберегающая технология включает весь комплекс технологических методов и приемов, обеспечивающих получение кондиционной керновой пробы высокого качества в широком спектре горно-геологических условий. Сюда относятся постановка задачи по отбору керна, выбор специальных технических средств и породоразрушающего инструмента, выбор технологических параметров режима бурения, обеспечивающих сохранность керна в процессе бурения и при подъеме его на поверхность и, в конечном итоге, оценку качества керновых проб.

Существенно важно, что все разработки ВИТРа в области керносберегающей технологии и созданных на их основе технологических рекомендаций и технических средств для отбора керна непременно находят широкое применение в практике геолого-разведочного бурения. В 1980-1995 гг., в период расцвета геолого-разведочного бурения в б.СССР, керносберегающая технология применялась практически во всех крупных регионах Союза. В этот же период времени керносберегающая технология ВИТР вышла на международную арену (Болгария, Монголия, Куба и др.).

Во всех случаях грамотного применения керносберегающей технологии на объектах работ были получены более чем хорошие результаты, выход керна повысился в среднем на 30-40 % и во всех случаях был обеспечен заданный геологами кондиционный выход керна.

Особенно эффективно керносберегающая технология была применена при разведке железных руд Кривого Рога и свинцово-цинковых руд Монголии. В Кривбассе геологи впервые увидели ненарушенные контакты так называемых «синек» (слабые горные породы) и вмещающих их очень твердых джеспилитов (породы XI-XII категорий по буримости) и были потрясены таким уникальным результатом. При разведке свинцово-цинковых руд участка «Цав» в Северной Монголии результаты буровых работ оценивались иностранными геологами. При этом все рейсы, пройденные техническими средствами ВИТР со строгим соблюдением рекомендаций керносберегающей технологии, были приняты безоговорочно с высокой оценкой.

Для систематизации сведений о технических средствах, в частности о двойных колонковых трубах, Министерство природных ресурсов РФ поручило ВИТРу разработать государственный стандарт Российской Федерации ГОСТ-Р «Трубы двойные колонковые для геолого-разведочного бурения. Типы и основные параметры». В 2000 г. такой стандарт ВИТРом разработан. Он поможет конструкторам и проектировщикам унифицировать разработки двойных труб, вести их на современном уровне и в соответствии с реалиями сегодняшнего дня.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных ВИТРом исследований впервые в истории геолого-разведочного бурения разработана научно обоснованная теория процесса кернообразования, что позволило создать новое направление в буровой науке.

На основании целостной теории были разработаны классификация факторов кернообразования и классификация горных пород по трудности отбора керна, определены необходимые степени защиты керна от воздействия разрушающих факторов непосредственно в процессе бурения и при подъеме кернового материала на поверхность, разработаны рекомендации по применению специальных технических средств для отбора керна при бурении в различных комплексах горных пород и определены основные принципы проектирования технических средств.

Впервые характеристики процесса кернообразования получили точные количественные оценки, что позволяет перейти к технологиям завтрашнего дня – полной компьютеризации процессов выбора специальных технических средств и автоматизации процесса получения керновой пробы максимально высокого качества с соблюдением всех мер защиты керна в процессе бурения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Васильев В.В.* Экспериментальные исследования процесса разрушения керна при его самозаклинивании в колонковом снаряде / В.В.Васильев, В.А.Каулин, П.П.Пономарев // Методика и техника разведки / ВИТР. Л., 1980. № 133. С.14-19.

2. *Каулин В.А.* Инструктивные указания по отбору керна при вращательном колонковом бурении геолого-разведочных скважин / В.А.Каулин, П.П.Пономарев, В.В.Васильев, М.А.Денисов. ВИТР. Л., 1985. 42 с.

3. *Каулин В.А.* Исследование процесса износа керна при алмазном бурении / В.А.Каулин, П.П.Пономарев, М.А.Денисов, В.В.Васильев / ВИЭМС. М., 1986. 57 с. (Экспресс-информация ВИЭМС. Техника и технология геолого-разведочных работ; организация производства).

4. *Пономарев П.П.* Алмазное бурение трещиноватых пород. Л.: Недра, 1985. 144 с.

5. *Пономарев П.П.* Отбор керна при колонковом геолого-разведочном бурении / П.П.Пономарев, В.А.Каулин. Л.: Недра, 1989. 256 с.