

УДК 622.24.082

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНОМ БУРЕНИИ

*И. С. АФАНАСЬЕВ, Б. Б. КУДРЯШОВ,
Ю. М. ПАРИЙСКИЙ, А. М. ЯКОВЛЕВ*

Плодотворная деятельность академика Д. В. Наливкина неразрывно связана с таким этапным событием в истории советской геологической службы, как создание геологической карты СССР. Хотя это и не исчерпало задач геологического картирования, все же проблема стирания «белых пятен» стала терять свою остроту. На первый план выдвинулись задачи повышения эффективности геолого-разведочных работ, в решении которых геологическая карта приобрела роль своеобразного компаса, помогая определять направления поисковых и разведочных работ.

Столетний юбилей Д. В. Наливкина представляется нам достойным поводом для оценки современного состояния и перспектив научно-технического прогресса в такой важнейшей разновидности геолого-разведочных работ, как бурение скважин, во многом определяющее результативность геологического картирования, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

В 1988 г. объем колонкового бурения превысил 25 млн. м, скорость бурения достигла 800 м на станок в месяц. В сравнении с 1970 г. объем бурения возрос в 1,5 раза, скорость — в 2,2 раза. Указанные показатели колонкового бурения достигнуты благодаря интенсивному развитию отечественной буровой техники и технологии.

В технической политике отрасли приоритет отдается таким направлениям развития научно-технического прогресса, как:

разработка и внедрение новых технических средств и прогрессивных технологий;

комплексная механизация и автоматизация геолого-разведочного производства;

повышение надежности геолого-разведочной техники [2].

В результате модернизации буровых станков типа ЗИФ, создания станков типа СКБ расширились возможности внедрения высокоскоростной технологии алмазного бурения с использованием стальных и легкосплавных бурильных труб, снарядов со съёмными керноприемниками. В последние годы наметилась тенденция создания буровых станков с бесступенчатым регулированием частоты вращения бурового снаряда. На станках всех классов типа СКБ эта задача решена за счет применения плавного электропривода. Использование таких станков позволяет увеличить производительность труда на 20—25%, снизить расход алмазов на 10—12%, электроэнергии — на 10—15%. Увеличены объемы алмазного

бурения с применением высокочастотных гидроударников (ГВ-6 и Г-57В). Вибронагрузки, которые создаются при бурении с гидроударниками, ликвидируют или сокращают подклинивание керна в колонковой трубе и предупреждают заполирование алмазов. Применение гидроударников обеспечивает рост механической скорости бурения до 20%, углубки за рейс — до 30%, способствует увеличению выхода керна.

Внедрение новой техники, постоянное совершенствование организации и технологии бурения дало возможность передовым бригадам достигать на алмазном бурении рекордных скоростей (3420 м/станко-месяц при средней глубине скважин 200 м и средней категории пород 7,5 и 2815 м/станко-месяц при средней глубине скважин 600 м и средней категории пород 8,8).

Наряду с широким освоением алмазного бурения важным фактором явился переход с конечного диаметра скважины 76 мм на диаметр 59 мм, что сопровождалось снижением трудоемкости, энергетических и транспортных затрат, ростом производительности буровых работ на 20—30%. Положительно сказывающийся на показателях разведочного бурения процесс снижения диаметров скважин продолжается. В ПГО «Севзап-геология» при разведке медно-никелевых месторождений бурятся глубокие скважины алмазными коронками диаметром 46 мм с применением комплексов ССК-46 или двойных колонковых труб и легкосплавных бурильных колонн диаметром 42 мм, что обеспечивает месячную производительность до 1000 м на один буровой станок и выход керна более 90%. Высокая эффективность перехода на меньшие диаметры подтверждается опытом других организаций Мингео СССР, а также зарубежных фирм, ведущих бурение скважин конечным диаметром 46 и 36 мм, а из подземных выработок — даже 26 мм [5].

Неиспользованные резервы в этом направлении весьма велики. Выполненный в ВИТРе анализ показал, что 60% скважин на твердые полезные ископаемые в нашей стране могут иметь диаметр 46 мм, тогда как в настоящее время доля таких скважин не достигает 5%. Основное препятствие — отсутствие серийного производства приборов для геофизических исследований в скважинах диаметром 46 мм.

Стабилизировались объемы бескернового бурения — это свыше 6 млн. м в год. Скорость бурения в осадочных породах в отдельных бригадах достигает 6 тыс. м/станко-месяц. Такая высокая скорость бескернового бурения достигается благодаря использованию станков ЗИФ-1200МР, применению гидромониторных пикобуров и эффективных промывочных жидкостей.

Пневмоударное бурение весьма эффективно в твердых кристаллических породах, при этом механическая скорость бурения возрастает до 13 м/ч, средняя углубка за рейс — до 12—15 м, а углубка на коронку — до 40 м. Стоимость 1 м скважин в 2—3 раза ниже, чем при колонковом бурении. Однако из-за отсутствия компрессоров высокого давления объемы пневмоударного бурения растут медленно.

Анализ сложившихся тенденций технического прогресса в геолого-разведочном бурении показывает, что ведущую роль в повышении его производительности играют такие направления, как:

интенсификация производственных процессов путем обеспечения непрерывности технологического цикла, совмещения операций во времени, комплексной механизации и автоматизации;

обеспечение устойчивости показателей бурения к воздействию неблагоприятных природных факторов;

разработка новых эффективных способов разрушения горных пород и прогрессивной технологии бурения скважин [6].

В наибольшей мере тенденции перехода на непрерывную технологию и совмещение операций во времени проявились в создании способов бурения снарядами со съёмными керноприемниками (ССК и КССК) и с гидротранспортом керна.

Однако реализация указанных тенденций сопряжена с рядом проблем, приобретающих особую актуальность в условиях перехода геолого-разведочной отрасли на хозрасчет. Наибольшее значение в этих условиях имеет комплекс вопросов, связанных с разработкой и внедрением ресурсосберегающих технологий. В 60—70-е годы в геолого-разведочном бурении отмечался рост средней стоимости 1 м скважины, отражающий ухудшение горно-геологических и природных условий бурения, не сбалансированное соответствующим ростом производительности новой техники и технологии [7]. Хотя и сейчас стоимость 1 м превышает уровень 15-летней давности, с неблагоприятной тенденцией роста этого показателя в последние годы удалось справиться за счет более широкого внедрения прогрессивных способов бурения, в том числе с транспортированием кернового материала потоком очистного агента.

Опыт бурения комплексами с гидротранспортом керна, смонтированными на базе самоходной буровой установки УРБ-2А-2 и оснащенными двойной колонной бурильных труб, показал, что несмотря на довольно высокую стоимость оборудования удельные затраты на 1 м бурения снижаются примерно на 75% за счет роста производительности до 3—4 тыс. м/станко-месяц [1,5].

Благодаря применению двойной колонны бурильных труб обеспечиваются следующие преимущества:

- 1) непрерывный вынос всей разрушенной породы и керна с забоя скважины на поверхность одновременно с процессом ее углубки;
- 2) значительное снижение искривления скважин в связи с уменьшением зазоров между стенками скважины и бурильной колонной;
- 3) упрощение конструкции скважины, так как отпадает необходимость в применении кондуктора для закрепления устья;
- 4) снижение потерь промывочной жидкости при бурении в поглощающих породах ввиду отсутствия циркуляции по затрубному пространству;

- 5) сохранение устойчивости цементированных льдом мерзлых пород.

Улучшение условий очистки забоя скважины от разрушенной породы за счет применения схемы обратной промывки исключает переизмельчение породы, что приводит к существенному (в несколько раз) росту механической скорости бурения и повышению износостойкости породоразрушающего инструмента.

Целесообразно всемерное расширение объемов внедрения этого прогрессивного высокоэкономичного способа. В работе Г. П. Новикова [5] дается обоснованный прогноз расширения в масштабах РСФСР к 2000 г. объемов разведочного бурения с непрерывным выносом кернового материала на основные виды твердых полезных ископаемых до 50%, при структурно-геологическом картировании на эти полезные ископаемые — свыше 80%, а при геохимических поисках — до 100%. Для этого необходима разработка оборудования для бурения этим способом на глубины 500—600 м и более, создание инструмента и двойных бурильных колонн как большого диаметра — для разведки россыпей, вкрапленных руд, гидрогеологических и инженерных изысканий, так и малого диамет-

ра — для геологической съемки и поисков с использованием легких буровых станков.

Опыт эксплуатации комплексов КГК-100 и КГК-300 убедительно показывает, что необходимое условие повышения производительности бурового оборудования, опережающего увеличение его стоимости, — переход к новой технологии, которая отличается более высокой степенью использования непрерывных процессов вместо прерывистых и совмещением операций во времени. Принципы такой интенсивной технологии в наиболее полной мере реализуются при бурении с гидротранспортом кернового материала по двойной колонне бурильных труб. Важным достоинством данной технологии является способность синтезировать практически все имеющиеся достижения и прогрессивные технические решения. Это относится к станкам с подвижным вращателем и плавнорегулируемым приводом, съемному породоразрушающему инструменту для колонкового и бескернового бурения, применение которого, по существу, позволит стереть различие в технико-экономических показателях этих способов проходки скважин, использованию гидро- и пневмоударников для увеличения подводимой к забою мощности при бурении в твердых породах и другим усовершенствованиям. Во многих случаях для обеспечения ресурсосберегающей технологии целесообразно предусмотреть многовариантность технического оснащения буровых установок, что позволит расширить область их рационального применения.

Интенсивная технология выдвигает и новые задачи в области управления качеством буровых работ. Прежде всего это относится к обработке геологического материала, поступающего из скважины с гораздо более высокой скоростью, чем при традиционной технологии. Рутинная методика, основанная на визуальных наблюдениях и ручных операциях, пришла в противоречие с эффективным методом получения геологического материала. Необходимо переход к автоматизированным методам обработки с применением современных экспресс-методов анализа, к комплексному использованию различных способов регистрации и изучения получаемой в процессе бурения информации, включая механический картаж, геофизические, геохимические, гидродинамические и термометрические исследования. Необходимо также резко повысить уровень механизации при обработке и изучении кернового материала, обеспечить базовые кернохранилища необходимыми техническими средствами транспортировки, обработки и хранения керна, хранения и поиска геологической документации.

Для обеспечения высоких показателей буровых работ, особенно при проходке глубоких скважин, насущной необходимостью стала оптимизация управления всеми технологическими процессами, которая также требует применения средств автоматизации и вычислительной техники. Перспективы создания роботизированных буровых комплексов на базе программированного управления выдвигают задачи разработки методов вероятностного математического моделирования, идентификации и классификации объектов применительно к условиям различных технологических процессов при бурении скважин, что позволит правильно распознавать технологические ситуации и оперативно выбирать наилучшие решения по изменению параметров режима бурения. Для решения этих задач полезна была бы целевая программа, объединяющая деятельность отраслевых научно-исследовательских организаций и вузов.

Оптимизация управления технологическими процессами наряду с общим повышением показателей геолого-разведочного бурения предпола-

гает и решение таких задач, как обеспечение устойчивости этих показателей при неблагоприятном влиянии природных факторов (прежде всего, геологических осложнений) и экологизация технологий. Можно полагать, что технология на основе применения двойных колонн бурильных труб и съемного породоразрушающего инструмента существенно облегчит решение этих задач, но не снимет проблемы полностью, поскольку необходимо дальнейшее совершенствование технологии промывки и методов тампонирования скважин.

Усилиями научно-исследовательских и производственных организаций разработаны и внедрены разнообразные новые виды эффективных промывочных жидкостей и реагентов, которые во многих случаях обеспечивают не только безаварийную проходку скважин в сложных геологических условиях, но и повышение механической скорости бурения и износостойкости инструмента [4]. Широкое применение получили полимерные и полимерглинистые растворы, эмульсионные, лигносульфонатные и другие специальные промывочные жидкости. Однако их ассортимент все еще нельзя считать достаточным, что требует разработки новых химических реагентов, особенно флокулянтов селективного действия, реагентов-стабилизаторов, смазывающе-охлаждающих добавок и др. Необходимо исключить из употребления реагенты, не удовлетворяющие требованиям промышленной санитарии и охраны природной среды (хром, асбест, нефтесодержащие и другие токсичные материалы).

Важная задача — преодоление отсталости технологии приготовления и очистки промывочных жидкостей, характеризующейся большими затратами ручного труда, значительными потерями материалов и вредными выбросами в окружающую среду. Необходимы высококачественные исходные материалы для приготовления буровых растворов, в частности, сухие пакетированные смеси для существенного повышения культуры производства.

Накопленный к настоящему времени практический опыт показал, что применение для очистки забоя газожидкостных смесей в виде аэрированных жидкостей и пен сочетает известные при бурении преимущества жидкостной промывки и продувки скважин сжатым воздухом с одновременным устранением их недостатков [4]. Приготовление газожидкостных смесей требует многократно меньших расходов воды и сжатого воздуха, чем при промывке и продувке. Расход бурового раствора снижается в 10 раз, глины и тампонажных материалов — в 5—6 раз, химических реагентов — в 2—3 раза. Расходы на водоснабжение буровых работ сокращаются в 10—15 раз. За счет снижения забойного давления и улучшения условий очистки забоя скорость бурения возрастает в 2,5 раза, а стойкость породоразрушающего инструмента — в 1,5 раза. Все это придает технологии бурения действительно ресурсосберегающий характер и обеспечивает высокую экономическую эффективность (при использовании газожидкостных смесей — до 2,5—5 руб. на 1 м бурения). Увеличение объемов внедрения этого способа очистки скважин, особенно в сочетании с интенсивной технологией бурения (на основе транспортирования керна потоком газожидкостных смесей), позволит существенно повысить технико-экономические показатели геолого-разведочных работ.

Для ускорения внедрения прогрессивной технологии бурения в сложных геологических условиях важную роль могло бы сыграть создание региональных хозрасчетных инженерных центров на межотраслевой основе. Такие центры могут быть организованы на базе опытно-методических партий производственных объединений, ведущих геолого-разведоч-

ные работы в данном регионе, независимо от их ведомственной подчиненности. Самоокупаемость таких центров можно обеспечить за счет отчислений от прибыли, получаемой в результате внедрения разработок по профилактике осложнений при бурении скважин.

В развитии интенсивной технологии бурения скважин в сложных геологических условиях наметилось еще одно перспективное направление, связанное с освоением методов плавления горных пород [3]. Бурение плавлением в принципе обеспечивает одновременное с проходкой скважины крепление ее стенок в слабосвязных, рыхлых, пористых породах за счет уплотнения и остеклования застывающим расплавом, устраняет потребность в дорогостоящих обсадных трубах, улучшает условия геофизических измерений благодаря отсутствию экранирующего действия, позволяет использовать грузонесущий электрокабель или шлангокабель вместо колонны бурильных труб, что в совокупности может привести к резкому повышению непрерывности технологического цикла и улучшению технико-экономических показателей бурения. Накопленный в ЛГИ опыт разработки и результативного применения подобной технологии при бурении скважин в ледовых отложениях Антарктиды [4], а также уже полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса плавления горных пород с помощью высокотемпературных пенетраторов подтверждают перспективность этого направления развития технологии бурения скважин. Установлена и экспериментально подтверждена зависимость скорости бурения горных пород плавлением от основных определяющих этот сложный процесс конструктивных и технологических факторов: активной тепловой мощности пенетратора, его геометрических параметров, осевой нагрузки, теплофизических свойств и температуры горной породы [3]. Разработана надежная и безопасная конструкция пенетратора диаметром 50 мм для бурения без отбора керна, обеспечивающая передачу мощности до 12 кВт. Ближайшей задачей является создание кольцевого пенетратора для бурения плавлением с отбором керна. Дальнейшая технологическая разработка этого нетрадиционного способа бурения скважин потребует еще больших усилий и немалого времени, однако открываемые им перспективы революционных изменений в технологии буровых работ могут служить серьезным стимулом к ускорению темпов его освоения.

Необходимым условием успешного решения всего комплекса задач, связанных с разработкой и освоением ресурсосберегающей интенсивной технологии геолого-разведочного бурения, является повышение уровня профессиональной подготовки инженерных кадров. Развернувшаяся перестройка высшего образования создает благоприятные возможности для решения этой задачи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кардыш В. Г., Мельник Э. Д., Пешков К. Г. Особенности технологии бурения скважин комплексом КГК-100: Экспресс-информ. Вып. 11 / Всесоюз. ин-т экономики минерал. сырья. М., 1982, 10 с.
2. Козловский Е. А. На путях перестройки. М.: Недра, 1988, 221 с.
3. Кудряшов Б. Б., Литвиненко В. С. Закономерности и основы расчета процесса бурения горных пород плавлением. Деп. // Нефтяное хозяйство. 1988. № 5. С. 63.
4. Кудряшов Б. Б., Яковлев А. М. Бурение скважин в осложненных условиях. М.: Недра, 1987, 264 с.
5. Новиков Г. П. Перспективы применения базовых технологий бурения с циклическим

и непрерывным выносом кернового материала. // Разв. и охрана недр. 1988. № 10. С. 21—27.

6. Парийский Ю. М. О роли и основных направлениях технического прогресса в геолого-разведочном бурении. // Зап. Ленингр. горного ин-та. 1976. Т. 41, вып. 2. С. 3—11.

7. Пути повышения эффективности бурения разведочных скважин на твердые полезные ископаемые. / Е. С. Бубнов, В. Н. Волков, С. И. Голиков и др. // Техника и технология геолого-развед. работ, организация производства: Обзор / Всесоюз. ин-т экономики минерал. сырья. М., 1975. С. 5—17.