

# БАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИ СООРУЖЕНИИ СКВАЖИН НА ВОДУ



**Д. Н. Башкатов,**  
проф., д-р техн. наук



**Н. И. Сердюк,**  
проф., д-р техн. наук

(РГГРУ)

Принципиальным вопросом при сооружении водозаборных скважин является качество работ, оцениваемое по удельному дебиту водоносного горизонта и степени его защиты от возможного загрязнения. Сегодня многочисленные предприятия, а их только в Москве и Московской области насчитывается более 150, получают лицензии на выполнение этих работ практически без каких-либо ограничений как по кадровому составу предприятия, так и по наличию соответствующего оборудования и технологии. При этом существующие в стране контролирующие органы не в состоянии эффективно наблюдать за качеством выполняемых работ.

Чтобы гарантировать бережное отношение к подземным водам как источнику водоснабжения и их рациональное использование необходимо обеспечить предприятия, осуществляющие проектирование и производство соответствующих работ единым нормативным документом, где были бы четко прописаны основные требования к качеству работ. Имеющиеся нормативные документы не только устарели, но и не дают четкого ответа на многие вопросы. Необходимо в самое ближайшее время создать такой нормативный документ и ввести его в практику деятельности всех предприятий, выполняющих бурение скважин на воду. Не менее важно сегодня обеспечить отечественные предприятия современными высокоэффективной технологией, техническими средствами и кадрами соответствующей квалификации. В противном случае в ближайшем будущем может возникнуть не только необходимость приобретать зарубежные технологии и технику, но и привлекать для выполнения работ зарубежные компании, что в конечном счете приведет к потере государственного контроля за ресурсами подземных вод со всеми вытекающими негативными последствиями.

Объемы бурения разведочных гидрогеологических и эксплуатационных скважин на воду в настоящее время существенно превышают объемы бурения геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые, что в первую очередь связано со все возрастающими потребностями в питьевой воде. Целый ряд городов Центральной России, Дальнего Востока и многих других регионов испытывают острый дефицит в качественной воде главным образом из-за загрязнения поверхностных водных источников и истощения подземных вод. Кроме водозаборных, сооружается большое количество водопонижительных (дренажных), гидрорежимных (наблюдательных) и других скважин. Наконец, в последнее десятилетие

метод скважинного подземного выщелачивания урана стал основным в добыче этого важного полезного ископаемого.

Термин «базовая технология» впервые в практику ввел В. Г. Кардыш [1]. Этот термин наряду с техническими средствами включает в себя методы и режимные параметры проводки скважин, их опробование и освоение. Практика сооружения скважин на воду в России определила лидера среди базовых технологий – *фронтальное бурение с прямой промывкой*. Данная технология бурения стала интенсивно использоваться с конца 1950-х годов и к началу 1990-х на ее долю приходилось уже около 90 % всего выполняемого объема бурения скважин на воду. Главными достоинствами этой технологии были более

низкая по сравнению с ударно-канатным бурением металлоемкость конструкции скважин и высокая производительность бурения. Например, скважина глубиной 250–300 м в породах рыхлого комплекса сооружалась за 8–10 сут.

По мере роста объемов бурения стали выявляться и негативные стороны этой технологии, в частности, в слабонапорных песчаных коллекторах значительно возросло число скважин с крайне низкими удельными дебитами или вообще безводных. На стадии разведочных работ ряд водоносных горизонтов оказывался не только не изученным, но даже и не был зафиксирован. К середине 1960-х годов ВСЕГИНГЕО, ВНИИ ВОДГЕО, Центр геологией, Волга-геологией, Востокбурводом и други-

ми организациями были разработаны и успешно внедрены в практику новые эффективные методы и технические средства, которые существенно улучшили эту технологию. Среди них в первую очередь следует отметить бурение с использованием полимерных промывочных жидкостей, опережающие методы опробования, испытатели пластов, методы скважинной расходомерии и др. [2, 3].

Базовая технология вращательного бурения реализуется как в установках роторного типа, так и в установках с подвижным вращателем. В последнем случае подвижный вращатель используют в качестве механизма принудительного давления на породоразрушающий инструмент и при выполнении спускоподъемных операций. Эта прогрессивная технология реализована сегодня для буровых установок, смонтированных на шасси автомобилей. Отечественными заводами налажен серийный вы-

пуск буровых установок этого типа – УРБ-2А2 [2].

В конце 1990-х годов произошли существенные изменения в структуре и деятельности геологических и водохозяйственных организаций, в результате чего основные объемы работ стали выполнять различные малые предприятия и акционерные общества. Это привело к утере контроля за их деятельностью и, как следствие, к снижению качества работ. Поэтому негативные стороны технологии вращательного бурения сегодня повсеместно проявляются в деятельности производственных предприятий. При этом основным недостатком технологии является недостаточная защита продуктивных водоносных горизонтов от загрязнения. Многочисленные контакты с представителями производственных предприятий показывают, что подавляющая часть этих предприятий вообще не осуществляет затрубный

тампонаж, не имея в своем арсенале ни соответствующих технических средств, ни правил проведения этих работ. Можно не сомневаться, что при развитии событий по существующему сценарию мы лишимся многих водоносных горизонтов, которые сегодня используются для целей водоснабжения. Так, например, достаточно сослаться на все возрастающее содержание железа во многих горизонтах Московского артезианского бассейна.

Таким образом, можно констатировать, что современный уровень использования базовой технологии вращательного бурения с промывкой в практике сооружения скважин на воду не обеспечивает сохранности водоносных горизонтов от загрязнения и преждевременного истощения.

*Базовая технология ударно-канатного бурения используется без каких-либо принципиальных изменений бо-*



лее 50 лет. Многие годы скважины ударного бурения были «эталон» при оценке качества вскрытия продуктивных водоносных горизонтов, однако использование полимерных промывочных жидкостей при вращательном бурении позволяет сооружать скважины с удельными дебитами, находящимися на уровне удельных дебитов скважин ударного бурения, а часто и превышающими последние.

Главными недостатками технологии ударного бурения являются относительно невысокая производительность, большие металлоемкость применяемых конструкций скважин и трудоемкость вспомогательных операций. Специалисты ОАО «Промбурвод» (ранее – трест «Промбур-

вод») и других организаций провели ряд исследований, направленных на совершенствование этой технологии. В частности, были разработаны и успешно реализованы на практике вибротехнические средства, технология посадки обсадных колонн под защитой тиксотропной рубашки и др. Однако эта модернизация не сняла принципиальных недостатков технологии и в настоящее время большинство разработок используется в крайне незначительных объемах для сооружения водозаборных скважин глубиной до 100 м [2].

*Базовая технология ударно-вращательного бурения с использованием погружных гидро- и пневмоударников разработана и используется в России главным образом при разведке твер-*

дых полезных ископаемых. Созданный СКБ «Геотехника» погружной гидроударник Г-151 по своим параметрам имеет весьма узкую область применения и к тому же не прошел достаточной производственной проверки. Погружные пневмоударники, применяемые в настоящее время главным образом при разведке твердых полезных ископаемых, невозможно использовать в скважинах диаметром более 130–140 мм и при глубинах более 100–150 м в обводненных разрезах. Использование различных дожимных устройств лишь частично решает эту проблему.

*Базовая технология с гидротранспортом керна* получила широкое применение на стадии разведочных гидрогеологических работ в породах рыхлого комплекса до глубин 100–300 м. Принципиальными преимуществами этой технологии являются: высокие механические и коммерческие скорости бурения – до 11000 м/станкомес; успешное бурение в породах, склонных к поглощению промывочной жидкости; высокая гидрогеологическая информативность. Вместе с тем данная базовая технология не может быть рекомендована для практического использования в водоснабжении, так как не позволяет сооружать скважины диаметром более 160–170 мм и глубиной более 300 м. Попытку расширить область применения технологии сделало СКБ «Геотехника», создав опытный образец комплекса КПКШ, рассчитанного на пневмотранспорт керна в породах средней твердости и твердых. Использование в комплексе малопроизводительного компрессора не позволяет бурить эксплуатационные водозаборные скважины.

Щигровский механический завод серийно изготавливает разработанные ОАО «Геомаш» передвижные буровые установки с подвижным гидравлическим вращателем УВБ-000 грузоподъемностью до 120 кН. Их отличительной особенностью является возможность использования двойной бурильной колонны и газожидкостных систем за счет применения промывочных насосов и компрессоров с подачей до 5 м<sup>3</sup>/мин и давлением до 0,6



МПа. Такие установки могут использоваться для бурения разведочных скважин глубиной до 500 м и эксплуатационных глубиной до 200–300 м. Однако для бурения более глубоких эксплуатационных скважин установки УВБ-000 неприменимы: требуется разработка их более мощного варианта и создание двойной бурильной колонны диаметром не менее 110 мм. К сожалению, приходится констатировать отсутствие в стране мобильных компрессоров с подачей до 20–25 м<sup>3</sup>/мин и рабочим давлением до 2,5–3 МПа.

*Ведущие зарубежные фирмы для сооружения глубоких гидрогеологических и эксплуатационных скважин на воду используют буровые установки с подвижным вращателем, реализующие технологию ударно-вращательного бурения погружными пневмоударниками.* В качестве рабочего агента используют различные газожидкостные системы, которые подают на забой через двойную колонну бурильных труб от мощных компрессоров. В случае необходимости можно использовать эти установки для вращательного бурения с промывкой. Отличительные особенности таких буровых установок – высокие мобильность и степень механизации всех вспомогательных и спускоподъемных операций. Использование мощных компрессоров и погружных пневмоударников позволяет получать высокие механические скорости бурения, превышающие аналогичные показатели роторного бурения в 1,5–3 раза. Так, установки RD 20 III фирмы Atlas Copco в породах до VII категории по буримости гарантируют механические скорости не ниже 70 м/ч. Нарращивание труб занимает от 40 до 60 с. Эта технология сегодня применяется во многих странах мира. Водозаборная скважина глубиной до 900 м и диаметром 222 мм, включая все вспомогательные операции, сооружается такой установкой всего за 4–5 сут. Высокая унификация узлов позволяет оперативно осуществлять ремонт установок на местах.

Из числа буровых установок, реализующих эту базовую технологию, для отечественных предприятий

наибольший интерес представляют установки RD 20 II, RD 20 III и RD 10 фирмы Atlas Copco; T3W, T4W и T130 XD Schramm фирмы GETCO и др. Чтобы освоить данную высокопроизводительную базовую технологию в России могут рассматриваться следующие варианты:

- ◆ создание и последующий серийный выпуск специализированных отечественных буровых установок с подвижным вращателем грузоподъемностью до 200–300 кН и винтовых компрессоров с подачей 25 м<sup>3</sup>/ч и давлением до 2,5–3 МПа;

- ◆ выпуск зарубежного оборудования на отечественных заводах по лицензиям;

- ◆ привлечение зарубежных фирм для бурения эксплуатационных и гидрогеологических скважин.

Первый путь мало перспективен, так как потребует по крайней мере трех-четырёх лет и определенной государственной финансовой поддержки. Третий может рассматриваться лишь как альтернативный на период реализации второго варианта.

Использование мощных компрессоров таких известных фирм, как Atlas Copco, Airman, Soullair позволяет реанимировать технологию сооружения бесфильтровых скважин в песчаных горизонтах глубиной 200–300 м и более. Если ранее считалось, что при бурении скважин на воду оставлять незакрепленным эксплуатационный забой целесообразно только в устойчивых скальных породах при наличии гидростатического напора, то, начиная с 1950-х годов, все более широко входит в практику бурение бесфильтровых скважин в песчаных водоносных горизонтах. Опыт показывает, что такие скважины надежнее и долговечнее в эксплуатации по сравнению с фильтровыми.

Призабойная зона бесфильтровой скважины имеет форму конуса с вершиной, обращенной вниз. При эксплуатации скважины вода поступает через откосы каверны, которая является таким образом подземным водоприемником, заменяющим фильтр. Удельный дебит бесфильтровых скважин после 20 лет эксплуатации не только не уменьшается, но

иногда и увеличивается, в то время как скважины, оборудованные фильтрами, через несколько лет снижают производительность или вообще перестают давать воду.

Помимо значительного дебита (даже в мелкозернистых песках), к преимуществам бесфильтровых скважин следует также отнести меньшую глубину бурения по сравнению с фильтровыми (водоносные горизонты только вскрываются, но не проходятся), отсутствие необходимости использования фильтровой сетки и т. п.

Использование мощных компрессоров в настоящее время позволило существенно изменить технологию сооружения бесфильтровых скважин и значительно снизить сроки их сооружения. Условия, благоприятные для бурения бесфильтровых скважин, имеются в Брянской, Пензенской, Саратовской, Волгоградской, Белгородской и других областях. Так, в Белгородской области в песках альб-сеноманского водоносного горизонта проводилась сравнительная откачка эрлифтом при помощи компрессора Airman J 750Sc с подачей 21 м<sup>3</sup>/мин и давлением 2,1 МПа в двух, недалеко расположенных друг от друга скважинах. Одна из них сооружалась традиционно фильтровой, а вторая бесфильтровой. Дебит фильтровой скважины составил 15 м<sup>3</sup>/ч, а дебит бесфильтровой – около 30 м<sup>3</sup>/ч. Применение компрессора Airman J 750S позволяет формировать водоприемную воронку в течение 2–3 смен (16–24 ч).

Принципиальным вопросом для всех выше рассмотренных базовых технологий сооружения водозаборных скважин является качество работ, оцениваемое по удельному дебиту водоносного горизонта и степени его защиты от возможного загрязнения поверхностными источниками и вышележащими загрязненными водоносными горизонтами [4]. Сегодня многочисленные предприятия, а их только в Москве и Московской области насчитывается более 150, получают лицензии практически без каких-либо ограничений как по кадровому составу предприятия, так и по наличию соответствующего оборудо-

вания и технологии. Организации, ведущие сооружение скважин на воду, используют самые различные методы и технологии и в подавляющем большинстве случаев никоим образом не соотносят свою деятельность с охраной и бережным использованием подземных вод. Существующие в стране органы не в состоянии осуществлять деятельный контроль за качеством выполняемых работ.

Известно, что в большинстве стран, в том числе и в развивающихся странах Африки, Южной Америки, существует отлаженная система выдачи лицензий на бурение и проверку деятельности предприятий. Такого рода лицензионные институты осуществляют государственный контроль за эксплуатацией недр и функционируют за счет средств действующих предприятий. Это та система, которую необходимо воссоздать в России в самое ближайшее время.

Даже правильный выбор базовой технологии бурения еще не гарантирует получения положительных результатов работ. Здесь многое зависит от квалификации инженерно-технических работников предприятия и принятых методов и режимов

реализации технологии применительно к конкретным горно-геологическим и организационным условиям. Поэтому, чтобы гарантировать бережное отношение к подземным водам как источникам водоснабжения и их рациональное использование, необходимо дать предприятиям, осуществляющим проектирование и производство этих работ, единый нормативный документ. В этом документе должны быть четко прописаны основные требования к качеству работ. Сегодня имеющиеся нормативные документы по этому вопросу не только устарели, так как были изданы 15 и более лет тому назад, но и не дают четкого ответа на многие вопросы. В самое ближайшее время необходимо создать такой нормативный документ и ввести его в практику работы всех предприятий, выполняющих бурение скважин на воду.

Производительность труда при

бурении скважин на воду в нашей стране минимум в 2–3 раза ниже, чем у ведущих западных фирм. Если сегодня не обеспечить отечественные предприятия современной высокоэффективной технологией, в том числе техническими средствами, и соответствующими кадрами, то этот разрыв будет постоянно возрастать, и мы столкнемся с необходимостью для выполнения работ не только приобретать зарубежные технологии и технику, но и привлекать для выполнения работ зарубежные компании. Так, например, сегодня обстоят дела с проведением геофизических работ, проведением гидравлических разрывов пластов на нефтяных месторождениях и т. п. А это в конечном счете приведет к потере государственного контроля за ресурсами подземных вод со всеми вытекающими негативными последствиями. ■

**Basic drilling technologies and their application for water well construction**

*D. N. Bashkatov, N. I. Serdyuk*

The authors describe the principal advantages and shortcomings of basic technologies for water well construction. Special emphasis is made on rotary percussion drilling technologies with the use of downhole hammers and drilling rigs with a floating spindle. Ways are shown to a broad-scale application of this technology in Russia. The importance is emphasized of getting things put in order in licensing of the activities of water-well construction companies.



*Список литературы*

1. Кардыш В. Г. Бурение на службе геологоразведчиков России // Разведка и охрана недр. – 2003. – № 10.
2. Бурение разведочных скважин / Н. В. Соловьев и др. – М.: Высшая школа, 2007.
3. Башкатов Д. Н. Оптимизация процесса бурения. – Н. Новгород, 2007.
4. Экологическая гидрогеология / А. П. Белоусова, И. К. Гавич, А. Б. Лисенков, Е. В. Попов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006.