

ТЕХНИКА ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

УДК 550.822:338.462: 338.268

*А.В. СИЗОВ, Г.Ю. БОЯРКО*

**СУПЕРВАЙЗИНГ ПРИ КОЛОНКОВОМ БУРЕНИИ  
В СОСТАВЕ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

В настоящее время велика потребность в повышении достоверности геологической информации при производстве колонкового бурения. На результативность получаемой геологической информации оказывают влияние геологические, технические и технологические факторы. Предлагается перенести успешный опыт супервайзинга при строительстве нефтегазовых скважин на управление качеством при бурении колонковых скважин на твердые полезные ископаемые. Независимый супервайзер, являясь посредником между заказчиком геолого-разведочных работ и подрядной буровой организацией, может влиять на качество геологической информации, контролируя правильность исполнения технологий колонкового бурения и достоверность мероприятий по извлечению керна. Отмечено, что наиболее приемлемыми кандидатурами для специалистов-супервайзеров будут выпускники образовательных направлений «Прикладная геология» и «Геология».

Ключевые слова: супервайзинг; колонковое бурение; керн, качество.

Супервайзинг, как инструмент контроля качества строительства нефтегазовых скважин, успешно закрепился в нефтяной и газовой промышленности [1, 2]. Специфика отрасли сыграла определяющую роль в его развитии при строительстве поисковых скважин в нефтегазовой отрасли и сделала основополагающим при проведении подрядных работ. При этом деятельность супервайзинга не закреплена законодательно и базируется на двух основных правилах установленных законодательством Российской Федерации. Так, заказчик при строительстве опасных производственных объектов обязан вести технологический надзор, а в целях осуществления такого контроля может привлечь внешнюю независимую специализированную организацию-супервайзер. [14]

Основой для оценки месторождений полезных ископаемых являются геологические данные, полученные в результате бурения разведочных скважин. Качество первичной информации напрямую влияет на точность построения модели месторождения, геологического разреза и степень изученности свойств пород.

Основным методом изучения большинства видов месторождений полезных ископаемых является колонковое бурение с комплексом геофизиче-

ских исследований скважин. Главным материальным результатом колонкового бурения является извлеченный из скважин керновый материал, используемый для дальнейших химических и физических исследований в лабораторных условиях.

Ввиду специфики конечного предназначения колонковые скважины на месторождениях твердых полезных ископаемых рассматриваются как временные объекты, пройденные с целью изучения недр, с использованием комплекса геофизических исследований скважин, отбором из ствола скважин проб воды и газа, лабораторных исследований керна нового материала. После завершения геологических исследований колонковые скважины подлежат обязательной ликвидации по требованиям техники безопасности.

Надзор за качеством геологической информации существует и в традиционном нефтегазовом супервайзинге. Супервайзер мотивирован в получении максимального эффекта при строительстве нефтегазовых скважин и использует систему штрафных санкций за возможные технологические отклонения или снижение выноса (выхода) керна [7]. В нефтегазовой отрасли отсутствуют нормативно-правовые документы, регламентирующие выход керна при колонковом бурении, но при этом

вынос керна закрепляется в договорных отношениях. К примеру, нормальной практикой договорных отношений при бурении с целью поиска месторождений нефти и газа в Томской области считаются условия выноса керна в палеозойских пластах, достигающие 80 % за каждый рейс; в пластах юрских и меловых отложений — 90 % за каждый рейс. При этом за каждый процент уменьшения выноса керна предусматривается финансовая ответственность подрядчика в размере 0,5 % от полной стоимости строительства скважины.

Способы и цели, поставленные заказчиками геолого-разведочных работ перед исполнителями (производителями) колонкового бурения по содержанию в принципе полностью соответствуют сходным условиям качества бурения нефтегазовых скважин, где используется внешний независимый надзор за качеством работ со стороны организации-супервайзера. Имеются все предпосылки и условия для эффективного использования в надзоре за качеством результатов колонкового бурения при производстве геолого-разведочных работ с применением супервайзинга.

Супервайзинг нефтегазовой отрасли доказал свою эффективность, положительный эффект деятельности сервисных организаций очевиден. Поэтому основной тенденцией развития супервайзинга является переложение опыта и внедрение в новых сферах и отраслях промышленности [4, 13]. Полученный опыт, руководствуясь положительным эффектом от деятельности, можно применить и при бурении колонковых скважин на твердые полезные ископаемые. Так, при колонковом бурении с целью поиска твердых полезных ископаемых, супервайзер может влиять на качество геологической информации, контролируя правильность исполнения технологий колонкового бурения и достоверность мероприятий по извлечению керна.

В условиях развития рыночных отношений, поисково-разведочное бурение месторождений твердых полезных ископаемых осуществляется подрядными организациями на договорной основе, предусматривающей ответственность за получаемую в ходе колонкового бурения геологическую информацию, в частности, за представительность извлекаемого из недр материала грунта, горных пород и руд, а именно керна. В качестве основного количественного показателя качества работ используется величина выхода керна в процентах от объема ненарушенного цилиндрического столбика горной породы, выпиленного буровой коронкой.

Близкий к 100 % выход керна бывает в редких случаях — при бурении сплошного бестрещинного горного массива плотных пород, сложенных зернами минералов близких по твердости и истираемости (абразивности). При этом из колонковой трубы извлекается сплошной (без разрывов) столбик кер-

на. Снижение выхода керна происходит вследствие следующих причин:

1) истирания торцов совмещенных кусков керна при вращении в приемной колонковой трубе — при этом формируется так называемый линейный выход керна;

2) истирания керна по диаметру за счёт трения и биения керна о стенки колонковой трубы;

3) рыхлого состояния грунта и песчаных пород, чей несвязанный мелкий зернистый материал легко выносится буровым раствором;

4) наличия очень мягких минералов (графит, молибденит, тальк, самородный висмут и др.), чьё избирательное истирание на фоне твёрдого субстрата практически неизбежно;

5) наличия растворимых минералов (хлоридов и сульфатов) в составе пересекаемых скважиной горных пород;

6) диспергируемости тонких частиц плотных иловатых пород при смачивании водой и последующий их вынос буровым раствором;

7) перемежаемости тонких слоёв твердых и мягких пород с избирательной абразией мягких прослоев;

8) резких переходов из твёрдых пород в пласт мягких (например, угля), приводящих к почти полному выносу мягкого керна — так называемое пропарывание кровли пласта.

Возможно и обоснованное уменьшение выхода керна (вплоть до 0 %), требующее подтверждения:

1) при наличии каверн и пустот при бурении в условиях закарстованности горного массива; подтверждение отсутствия керна — по данным каротажной кавернометрии;

2) при наличии высокого уровня льдистости грунтов — при комнатной температуре объём грунта «усыхает» иногда на 60—70 %; подтверждение достоверности выхода керна — фиксированием веса и объема керна в «мерзлом» состоянии.

Для каждого случая известных факторов, вызывающих разрушение керна со снижением его выхода разработаны технологии «щадящего» бурения: с пониженной скоростью; укороченными рейсами; «всухую» (без бурового раствора); с применением двойных колонковых снарядов (с внутренней невращающейся трубой), с использованием «солёных» растворов при бурении растворимых пород, густых глинистых растворов при бурении диспергирующихся пород; с применением заполнения внутренней трубы ДКС герметиком для «склеивания» обрзающихся при бурении обломков керна и др.

Серьёзной проблемой оценки достоверности величины выхода керна являются случаи подлога и фальсификации керна материала. Поскольку мотивация рабочих буровых бригад ориентирована на выполнение плановых показателей выхода керна любой ценой, нередко следующие факты фальсификации материала керна скважин:

1) подсыпка шлама из зумпфа в выкладку керна текущей проходки — все таки шлам сложен не только из материала выбуривания текущей проходки, но и из высыпок со стенок скважины по всей её длине (наиболее частые события);

2) помещение в выкладку керна, находящегося в проходке скважины, керна из пробуренных скважин, керна из которых находится на хранении (как правило, безрудные интервалы), причем бывают курьезные случаи, когда выкладывается куски керна большего диаметра, чем у текущей скважины;

3) фальсификация керна угля или руды — выточкой цилиндров из подходящего материала на токарном станке.

Такие геологические, технические и технологические факторы, влияющие на кондиционный выход керна, безусловно, требуют освидетельствования, ввиду вероятностной, случайной природы их возникновения. При этом основой организации супервайзерской деятельности должно являться постоянное присутствие супервайзера при производстве колонкового бурения, для фиксации и подтверждения возможных прецедентов, связанных со снижением выхода керна. При таком подходе супервайзер должен в первую очередь анализировать и руководствоваться правильностью текущего протекания процесса производства колонкового бурения, исключая причинно-следственный фактор нарушения технологии, при производстве геолого-разведочных работ. Наряду с непрерывным контролем технологии бурения и извлечения керна, супервайзер должен обязательно производить своевременный анализ состояния извлечённого керна, или же подтверждать его отсутствие, принимая во внимание геологическую природу факторов, и исключая возможность фальсификации, подмены керна материала производителем геолого-разведочных работ.

В настоящее время контроль за качеством выхода керна является прерогативой геологов-документаторов, которые зависимы как от руководства, так и работников буровых бригад. Первым необходимо отсутствие проблем с выходом керна при максимизации доходов от проходки скважин, вторым то же самое — с максимизацией заработной платы. Внутренний контролер качества малоэффективен и в оперативном плане, когда появляются новые факторы, влияющие на снижение выхода керна, вместо необходимости принятия системных решений по смене технологий бурения (как правило, менее производительных и более затратных), на геологов-документаторов оказывается давление по сокрытию фактов роста фальсификации выкладки керна.

Создание службы приёмного контроля результатов колонкового бурения в структуре организации-заказчика возможно, но недостаточно эффек-

тивно, так как геолого-разведочные работы не являются его основным видом деятельности. Тем не менее такие контрольные структуры работоспособны, что можно видеть на примере государственной приёмки военных материалов, техники и оборудования, когда представители Министерства обороны наблюдают процесс производства по всей технологической цепочке: от поставок сырья до отгрузки готовой продукции.

Таким образом, для надзора за качеством геолого-разведочных работ (в первую очередь выхода керна при колонковом бурении) совершенно очевидно привлечения третьей стороны, основным принципом которой будет являться независимость. В нефтегазовой отрасли данные задачи возложены на супервайзерские организации.

Следовательно, при бурении в сложных геологических условиях велика потребность в организации контроля производственных процессов: бурения, мероприятий по повышению выхода керна с целью повышения представительности полученного материала для лабораторных исследований, прогнозирования осложнений геологических условий. Если геолого-разведочные работы, необходимые организациям-заказчикам, проводятся подрядными организациями, представители организации-супервайзера являются независимыми наблюдателями, контролирующими действия подрядчика.

Супервайзинг при колонковом бурении с целью поиска и разведки месторождений твердых полезных ископаемых, для повышения качества получения важной геолого-технической информации может реализовать следующие задачи:

1. Проверять соответствие качества и порядка работ отраслевым нормативным документам, регламентам и проекту проведения геолого-разведочных работ утвержденных заказчиком.

2. Предоставлять информацию: оперативную о ходе работ на объекте; по анализу работы подрядчика; по предложениям совершенствования стандартов работ установленных заказчиком, условий договора заказчика с подрядчиком, а также изменений проекта работ в связи с изменением геологической ситуации; по предложениям повышения эффективности работы подрядчика.

3. В рамках установленных договором компетенций осуществлять контроль за соблюдением подрядчиком технологий геолого-разведочных работ, техники безопасности, охраны труда и окружающей среды.

4. Контроль проведения на объектах колонкового бурения всех ответственных операций, соблюдения подрядчиком качества, сроков и порядка выполнения работ согласно утвержденному плану, технологическим регламентам и условиям договора, заключенного между заказчиком и подрядчиком.

5. Принятие оперативных решений на месте работ в случае возможного возникновения технологических проблем бурения, геологических осложнений бурового разреза и возможных аварий, требующих немедленного разрешения и в дальнейшем, соответствующих изменений проекта геолого-разведочных работ.

6. Осуществление первичной приёмки работ выполненных подрядчиком.

Следует также отметить, что в случае возникновения потребности заказчика во внедрении и сопровождении новых геолого-разведочных технологий — гидротранспорту ядерного материала, непрерывного опробования по шламовому материалу, телефотокаротажа стенок скважин, теплокаротажа и др. [6, 8—12], организации-супервайзеры всегда готовы для любых инновационных решений.

Серьезным техническим решением супервайзинга колонкового бурения может быть организация процедуры обязательной видеофиксации процесса извлечения ядра из колонковой трубы и его выкладки в ядерные ящики. Такая процедура может снять многие спорные вопросы достоверности величины выхода ядра при конкретной проходке скважины.

В нефтегазовом супервайзинге в качестве специалистов-супервайзеров набираются преимущественно выпускники образовательных направлений «Нефтегазовое бурение» и «Технология геологической разведки» [3], как правило, с большим опытом руководства буровыми работами. С 2008 г. Российский государственный университет нефти и

газа им. И.М. Губкина (г. Москва) выпускает специалистов с квалификацией «Специалист технологического надзора и контроля при строительстве скважин (Буровой супервайзер)» [5].

Для супервайзинга колонкового бурения в составе проектов геолого-разведочных работ наиболее приемлемыми кандидатурами специалистов будут прошедшие обучения по образовательным направлениям и профилям «Прикладная геология» и «Геология». В отличие от специалистов-буровиков специалисты-геологи могут определить геологическую природу факторов, влияющих на выход ядра, и дать рекомендации по их возможному уменьшению (мероприятия по повышению выхода ядра). Например, только геолог может принять решение: какой метод определения выхода ядра является наиболее представительным — линейный, весовой или объёмный.

Учитывая высокую компетенцию супервайзеров в отслеживании причин снижения выхода ядра в реальных геологических обстановках, которые могут мотивированно обосновать реальные мероприятия по повышению выхода ядра, имеет смысл поставить вопрос и об участии специалистов независимой организации-супервайзера в подготовке проектной документации будущих геолого-разведочных работ.

Также можно поставить вопрос по организации супервайзинга и при производстве других видов геолого-разведочных работ: горных, геофизических, геохимических, опробовательских, лабораторных и др.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бадковский Н.А., Бронзов А.С., Комм Э.Л., Королько Е.И., Щепило Ю.Н. Концепция управления технологическими рисками, при строительстве нефтяных и газовых скважин // Нефтяное хозяйство. 1997. № 3. С. 24–26.
2. Балаба В.И. Инспекционный контроль и буровой супервайзинг как формы оценки соответствия // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. 2005. № 4. С. 19–26.
3. Ендовицкий В.В. К вопросу кадрового обеспечения супервайзинга строительства скважин // Бурение и нефть. 2008. № 7–8. С. 60–63.
4. Закариев Ю.Ш., Марутян В.Г., Плешкевич А.Л., Рыбошапко С.М., Цыпышев Н.Н. О роли и задачах супервайзерской службы при сопровождении полевых сейсморазведочных работ // Приборы и системы разведочной геофизики. 2008. № 1.
5. Мартынов В.Г., Кульчицкий В.В., Ларионов А.С. Первые буровые супервайзеры России // Нефть, газ и бизнес. 2008. № 8. С. 36–39.
6. Нескоромных В.В., Пушмин П.С. Методика определения оптимальных параметров режима и условий бурения скважин // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2013. № 1 (42). С. 119–122.
7. Нестерова Т.Н. Отечественный буровой супервайзинг — опыт и проблемы. Ч. 2 // Бурение и нефть. 2009. № 9. С. 60–63.
8. Новиков С.В., Попов Ю.А., Тертычный В.В., Шако В.В., Пименов В.П. Возможности и проблемы современного теплового каротажа // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2008. № 3. С. 54–58.
9. Осецкий А.И., Кукес А.И. Стратегия и проблемы технико-технологического обеспечения буровых работ // Разведка и охрана недр. 2008. № 7. С. 53–56.
10. Рожков В.П., Саркисян А.С. Оптимизация бурения колонковых скважин в твердых и крепких породах за счет технических и технологических средств // Разведка и охрана недр. 2012. № 6. С. 65–67.
11. Соловьев Н.В., Бейкель В.А. Состояние и пути повышения эффективности техники и технологии бурения скважин при выполнении геолого-разведочных работ // Известия вузов. Геология и разведка. 2013. № 1. С. 50–56.
12. Трифаничев В.М. Современные технологии бурения скважин в сложных геологических условиях // Разведка и охрана недр. 2006. № 4. С. 42–43.
13. Чуркин О.Ф. Популярно о серьезном: супервайзинг в инженерных изысканиях // Инженерные изыскания. 2013. № 13. С. 14–17.
14. Ширенкова Е.А. Юридические аспекты супервайзерских услуг // Бурение и нефть. 2010. № 9. С. 52–55.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ФГАОУВО НИ ТПУ),  
(634050, г. Томск, проспект Ленина, д. 30;  
e-mail: sizov\_aleksey@rambler.ru, gub@tpu.ru)

Рецензент — Н.В. Соловьев