

Центры сопровождения бурения — относительно молодая структура в нефтегазовой отрасли. Но сегодня уже практически все крупные российские нефтегазовые компании имеют в своем составе такие центры, обеспечивающие комплексное геолого-технологическое сопровождение процесса строительства высокотехнологичных скважин в режиме реального времени. Задачи и техническое оснащение центров, трудности их создания для отечественного нефтесервиса анализируют эксперты отрасли.



## Центр сопровождения бурения: объективная необходимость или дань отраслевой зарубежной моде?



**Дмитрий Лобанов,**  
руководитель ЦСБ,  
Halliburton Sperry  
Drilling

За прошедшие несколько лет прослеживается явная тенденция к интеграции всех процессов строительства скважин и постепенному переходу к цифровым решениям. На наш взгляд, центры сопровождения бурения (ЦСБ) — это не дань отраслевой зарубежной моде, а объективная реальность, которая пришла на российские проекты вслед за изменением технологий. Компания Halliburton

одной из первых в отрасли применила обмен данными на кустовой площадке, а в 1996 году появился первый центр сопровождения бурения (RTC), когда Эдгар Ортис, главный исполнительный директор Halliburton Energy Services Group, впервые представил видение операций в реальном времени и внедрил эту концепцию в реальную работу. С того времени компания Halliburton построила более пятидесяти центров сопровождения бурения по всему миру.

Основные российские нефтедобывающие и сервисные компании в настоящее время проходят этап интеграции в общую цифровую среду, что позволяет наиболее оптимально находить технологические решения и совместно вести общий контроль строительства скважин. Особенно это стало заметно в последние 5–6 лет, когда мы увидели уверенное движение российских компаний в данном направлении и качественный сдвиг в обмене данными между бизнес-партнерами, начиная с бумажных носителей, отправки данных через почтовые сообщения, передачи данных WITS (Wellsite Information Transfer Specification), WITSMML (Wellsite Information Transfer Standard Markup Language) и далее к полностью цифровой среде.

Цифровое месторождение будущего, Smart Fields, iFields, eFields — всё это названия отраслевых про-

ектов по использованию приборов и программного обеспечения для оптимизации операций во всех областях разведки и добычи нефти и газа.

На данном этапе российские и зарубежные компании практически сравнялись по функциональности центров сопровождения бурения, но, как известно, технологии бурения не стоят на месте, и у нас готовится качественно новый этап цифрового преобразования в отрасли.

Дальнейшее развитие центров сопровождения бурения в Halliburton будет представлено программой Real Time Solutions (RTS) на платформе Next Generation RTS.

Программы RTS встроены во все аспекты работ на буровой площадке, что позволяет удовлетворять требования клиентов, увеличивать доходы, обеспечивать безопасность и эффективность проведения работ, а также повышать производительность.



**Замир Абдуллаев,**  
генеральный директор,  
Буровая Компания ПНГ

По содержанию функция сопровождения бурения в той или иной форме присутствовала всегда в буровых компаниях. Это районные и центральная инженерно-технические службы, различные диспетчерские, подразделения службы главного технолога и так далее. По еще советской единой номенклатуре должностей можно подобрать целую группу эквивалентных

позиций для работников современного центра сопровождения бурения. В целом это весьма актуальная и нужная функция. Ее нужно культивировать и всячески развивать, но, безусловно, во взаимосвязи с финансовыми ресурсами бурового подрядчика. К сожалению, эти ресурсы весьма ограничены.



**Роман Хайров,**  
заместитель директора  
департамента  
инженерии,  
АО «Инвестгеосервис»

Строительство скважин — это сложный и многоплановый процесс, который имеет свою методику организации, технологические приемы. Но они не могут быть признаны универсальными. Каждое время, каждое предприятие вносит свои изменения, вносит свои корректировки. Можно вспомнить историю развития бурения в стране. Управление буровых работ (УБР) как первичная организация по строительству скважин решало локальные проблемы на локальном участке месторождений самостоятельно. Процесс инженерного сопровождения был неотделим от бурового предприятия. Типичная структура предусматривала наличие инженерных отделов, которые призваны были решать возникающие вопросы. И такая структура успешно справлялась с задачами.

С приходом западного капитала появились более сложные технологии, для обеспечения которых требовался иной подход.

В модели разработки месторождений были внедрены горизонтальные скважины, что обусловило потребность в обеспечении математического моде-

лирования. Такие расчеты в начальный период становления крупных компаний выполнялись сервисными компаниями. Инженерный консалтинг полностью решал актуальные на то время задачи.

Создание собственных инженерных центров с переносом туда функций анализа и контроля началось после появления крупных компаний с единым центром управления. Возникновение инженерных центров было связано также с изменением форм взаимоотношений с подрядными организациями.



**Сергей Косенков,**  
руководитель  
IT-проектов, ООО НПО  
«Союзнефтегазсервис»

Центр сопровождения бурения является необходимым инструментом крупных нефтегазовых компаний, имеющих большой объем скважин, находящихся на этапе строительства. ЦСБ аккумулирует всю поступающую информацию со скважин и обеспечивает круглосуточное геологическое, технологическое, геофизическое и геомеханическое сопровождение высокотехнологичных скважин в режи-

ме реального времени с целью снижения издержек, связанных с непроизводительным временем.



## Какие технологии бурения и строительства высокотехнологичных скважин должен поддерживать центр сопровождения бурения?

**Дмитрий Лобанов,**  
руководитель ЦСБ,  
Halliburton Sperry  
Drilling

Центр сопровождения бурения — это инжиниринговый комплекс, главной составляющей частью которого являются высококвалифицированные специалисты и современные средства работы с данными, на основе которых есть возможность управлять строительством скважины. Многие наши заказчики производят работы на условиях раздельного сервиса, когда на разные этапы строительства скважин привлекаются различные сервисы и специалисты с наиболее богатым опытом и прогрессивными технологиями. Вот здесь и применяется общая цифровая среда, которая позволяет на единой платформе использовать различные системы технологических расчетов, геологического сопровождения и накапливать опыт для будущих проектов.

Также немаловажную роль играет возможность быстрого масштабирования количества привлечен-

ных технологий и специалистов, что в итоге снижает конечную цену строительства скважин.

В текущем десятилетии наступила эра бурения высокотехнологичных скважин, и уже никого не удивить бурением скважин с большими отходами от вертикали (ERD), многозабойных скважин (MLT), бурением на депрессии (UBD), скважин с высокими индексами сложности бурения (DDI).

Пробуренные высокотехнологичные скважины позволяют наращивать объем освоения трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) и рентабельно использовать ресурсы компаний, соблюдая все требования недропользования и экологии. Масштабируемость задач и гибкий подход позволяет центрам сопровождения бурения интегрироваться в единую инженерную среду, начиная от моделирования и расчетов на стадии строительства скважины и заканчивая дальнейшей разработкой месторождений.

**Замир Абдуллаев,**  
генеральный директор,  
Буровая Компания ПНГ

На мой взгляд, центр сопровождения бурения — это не селективный консультационно-поддерживающий орган по отдельным технологиям или видам скважин, а скорее «одно окно» для ответа на все вопросы, связанные с технологией и проводкой скважины. Таких вопросов очень много, они возникают постоянно на буровых, и хорошо, если в буровой компании есть орган, обеспечивающий поддержку и услуги «одного окна», отвечающий на постоянные вопросы при проводке скважин. Это особенно важно при работе по такой бизнес-модели договора, как «бурение скважин под ключ по генеральному подряду». Так как при работе по такой модели договора ответственность и риск бурового подрядчика многократно выше, чем при работе по модели «раздельный сервис по суточной ставке»: при раздельном буровом сервисе и бурении по суточной ставке функцию проводки и технологию бурения скважины обычно предоставляют заказчик либо его внешние консультанты, которые несут ответственность за принимаемые решения.

**Роман Хайров,**  
заместитель директора  
департамента  
инженерии,  
АО «Инвестгеосервис»

Перечень задач ЦСБ зависит от области деятельности предприятия. Иногда достаточно центра инженерной поддержки для решения одной узкоспециализированной задачи. Мы знаем примеры такого развития и продуктивного сотрудничества.

Компания «Инвестгеосервис» осуществляет весь цикл строительства скважин под ключ, и спектр решаемых центром задач широк. Можно выделить основные: оптимизация существующих технологических процессов и разработка новых, минимизация производственных рисков. Одна из самых сложных задач решается при строительстве скважин с большим отхо-

дом от вертикали (БОВ/ERD). Находят применение технологии бурения и крепления в узком коридоре циркуляционной плотности, спуска и цементирования обсадных колонн с вращением. Успех достигается при организации и соблюдении отдельных процедур. Важной составляющей успеха является опыт специалистов компании строительства ERD-скважин.

Роль инженерного центра в современных условиях возрастает, так как растут риски, увеличивается сложность поставленных задач. При активной разработке месторождений и снижении пластового давления становятся актуальными технологии для бурения в несовместимых условиях. Поиски новых технологий продолжаются постоянно.

**Сергей Косенков,**  
руководитель  
IT-проектов, ООО НПО  
«Союзнефтегазсервис»

В наш век информационных технологий центр сопровождения бурения скважин должен решать задачи по сопровождению строительства скважин в рамках постоянно действующей геолого-технологической модели месторождения (ПДГТМ). Такая задача решается с привлечением суперкомпьютеров. Оснащение ЦСБ суперкомпьютерами должно производиться по умолчанию, тем более что развитие компьютерной отрасли ведет к снижению габаритов вычислительной техники. Также необходимо обратить внимание на защиту данных. Технологии блокчейна могут помочь при решении задачи проверки неизменности данных, поступающих на вход в центры мониторинга. В ООО НПО «СНГС» нашли применение индустриальному блокчейну для работы с геолого-геофизическими данными, получаемыми при работе на скважине. В рамках пилотного проекта проведено внедрение блокчейна при сборе, передаче, хранении и использовании информации, получаемой в процессе геолого-технологических исследований (ГИ) скважин.



## Что сдерживает российские сервисные компании в организации центров сопровождения бурения?

**Дмитрий Лобанов,**  
руководитель ЦСБ,  
Halliburton Sperry  
Drilling

Раньше считалось, что основой рентабельности подобных центров является только шельфовое бурение, где ЦСБ полностью раскрывали свой потенциал и позволяли наиболее выгодно использовать технологически сложное оборудование и квалифицированный персонал, включая снижение стоимости работ и безопасность персонала. При наземном бурении ЦСБ считались менее рентабельными из-за использования менее технологично-

го оборудования и большей приверженности к «ручному» управлению. Переход к бурению высокотехнологичных скважин дал дополнительный стимул развитию таких центров и при наземном бурении. Все крупные нефтедобывающие компании в настоящее время используют подобные центры для решения своих производственных задач даже при отсутствии шельфовых проектов. Российские сервисные компании также не остались в стороне от организации ЦСБ — это необходимый ответ на вызовы цифровой эпохи.

**Замир Абдуллаев,**  
генеральный директор,  
Буровая Компания ПНГ

Как ни банально это звучит, основным сдерживающим фактором является нехватка финансовых средств. Имея деньги, можно привлечь колоссальные, лучшие инженерно-технические силы и средства, создать специализированные центры, отделы, группы и так далее.

Операторы-недропользователи предсказуемо «сталкивают» буровых подрядчиков на тендерах на оказание буровых и иных сервисных услуг. Некоторые мои коллеги запредельно снижают свои суточные ставки и коммерческие предложения, желая выиграть тендер любой ценой. Затем оказывается, что цена победы в тендере слишком высока. У буровых подрядчиков не остается денег ни на комфортный запас ЗИП, особенно импортных, ни на оплату труда высококвалифицированных специалистов (которые в результате уходят к недропользователям или уезжают за границу в поисках лучшей жизни), ни на технологическое и профессионально-кадровое развитие. В общем, картина получается достаточно печальная. Это обратная сторона конкуренции, всем нравящейся, особенно когда дело касается не тебя, а других. А в отношении себя лично конкуренция — очень суровое и некомфортное явление, с которым порой непросто уживаться. Но такова цена рыночной экономики, хорошо это или плохо, и буровым подрядчикам необходимо к этому адаптироваться. Коммерческие условия являются основным крите-

рием выбора победителя тендера на оказание буровых услуг. Обратной стороной этого, к сожалению, является стагнация развития буровых подрядчиков, сокращение их числа на рынке. Что, в свою очередь, сказывается на операторе-недропользователе, который, выиграв на низкой цене суточной ставки по тендеру, больше проигрывает из-за технологического отставания бурового подрядчика, у которого уже не остается средств для инвестирования в свое технологическое развитие. Таким образом, два принципиальных стремления оператора-недропользователя — желание департамента закупки снизить издержки на буровом сервисе, с одной стороны, и заинтересованность департамента развития и НИОКР в высокотехнологичном буровом сервисе, с другой стороны, — находятся в постоянном столкновении друг с другом.

Это классический пример действия философского закона единства и борьбы противоположностей как источника движения. Надеюсь, объективная заинтересованность операторов-недропользователей в высокотехнологичном буровом сервисе победит!

**Сергей Косенков,**  
руководитель  
IT-проектов, ООО НПО  
«Союзнефтегазсервис»

Главным образом для российских сервисных компаний основной вопрос — это стоимость организации подобного центра. Центр сопровождения бурения требует наличия современного программного обеспечения, обученной группы людей и аппаратного обеспечения.

Гидроразрыв пласта продолжает оставаться самой действенной технологией заканчивания при строительстве скважин в низкопроницаемых пластах. Своим мнением о ряде аспектов совершенствования технологий ГРП делятся с OGJRussia эксперты нефтесервисных компаний.



## Как вы оцениваете перспективу применения модификации ГРП для терригенных коллекторов — глубокопроникающего ГРП?



**Денис Зольников,**  
руководитель ПНП,  
«Ойл Энерджи»

Безусловно, глубокопроникающий ГРП является эффективным инструментом увеличения притока жидкости в скважину, особенно целесообразно применение этого подхода на низкопроницаемых пластах. При этом необходимо понимать риски, связанные с геологическими условиями конкретной скважины, так как наличие

близлежащих обводненных пластов и пропластков или газовых шапок (в случае с нефтенасыщенными целевыми пластами) может внести ограничения на применение данного подхода. Отдельного внимания заслуживает фонд нагнетательных скважин.

В любом случае наращивание эффективной длины закрепленной трещины принесет положительный эффект.

При разработке дизайна, учитывая особенности системы пласт — жидкость ГРП, для достижения максимально возможной длины трещины можно

рассмотреть гибридный ГРП — линейный гель на стадии буфера и сшитый гель на стадиях с пропантом. По своему опыту могу сказать, что возможно эффективно размещать 300 т пропантанта с использованием линейного геля на стадии буфера.



**Андрей Шайбаков,**  
руководитель  
проектов, ООО НПО  
«Союзнефтегазсервис»

Глубокопроникающие ГРП необходимо применять в низкопроницаемых коллекторах для создания требуемой зоны проникновения. На наш взгляд, применение глубокопроникающего ГРП в терригенном коллекторе во многом зависит от физико-механических свойств как целевого пласта, так и вышележащих пластов. Необходимо наличие достоверной геомеханической модели целевой пачки.



**Владимир Астафьев,**  
менеджер по техноло-  
гиям ГРП, Halliburton

Развитие технологий интенсификации добычи позволяет разрабатывать трудноизвлекаемые запасы, которые ранее относились к категории экономически неэффективных.

Большинство терригенных коллекторов, которые вовлекаются в разработку в настоящее время, имеют низкую проницаемость, высокую анизотропию горизонтальной и вертикальной проницаемости, сложную горизонтальную слоистую структуру и латеральную расчлененность. Такое геологическое строение залежей не позволяет эффективно производить отбор углеводородов, используя стандартные методы извлечения и поддержания энергетики пласта с помощью системы ППД.

Эффективная разработка коллекторов в режиме истощения возможна при создании проводящих трещин и большой зоны дренирования. Кроме того, при отборе углеводородов для компенсации снижения пластового давления требуется повторная стимуляция пластов с созданием еще большей зоны дренирования.

Глубокопроникающий ГРП является тем методом, который помогает решить вышеназванные проблемы. Но наибольшей эффективности этот метод достигает при использовании на горизонтальных многозонных скважинах.

Если раньше ГРП проводился для интенсификации добычи на пробуренных и эксплуатируемых скважинах, то сейчас строительство скважин и система разработки месторождений планируются для проведения ГРП как единственного метода достижения рентабельной добычи.

Конечно, глубокопроникающий ГРП имеет свои особенности и ограничения, связанные с геологическими параметрами, а также модификации для применения в каждом конкретном случае. Для слоистых расчлененных коллекторов применяются высокоскоростные закачки пропантанта на линейных и комбинированных жидкостях для создания больших трещин и приобщения всех участков разреза к добыче.

Низкопроницаемые залежи с небольшой анизотропией горизонтальных напряжений или с повышенной хрупкостью породы можно обрабатывать глубокопроникающими ГРП с созданием вторичных трещин для повышения зоны дренирования.

Подгазовые участки коллектора или залежи с близким расположением воды ограничены для обработки глубокопроникающими ГРП, но они могут разбуриваться длинными горизонтальными скважинами с интенсификацией большим количеством МГРП.

Глубокопроникающий ГРП — это не перспектива, а реальность. Перспектива — это модификации глубокопроникающего ГРП под конкретные условия пластов.



## Какие материалы для ГРП сегодня наиболее эффективны в плане устойчивости пропантной пачки и снижения остаточной загрязненности трещины?

**Владимир Астафьев,**  
менеджер по техноло-  
гиям ГРП, Halliburton

Для устойчивости пропантной пачки важно иметь прочный пропант с плотностью, близкой к плотности воды. Это предотвратит его неравномерное распределение в трещине и позволит создать

высокопроводящую набивку. Современная индустрия расклинивающих агентов стремительно развивается и способна производить идеальный сферический пропант с нужной прочностью и плотностью. Однако его цена будет слишком высока, что

сделает процесс ГРП неоправданно дорогим. Поэтому мы уделяем большое внимание соотношению между ценой и качеством всех материалов для ГРП.

Жидкости ГРП также представлены широкой линейкой. Если их правильно подобрать и применить, можно сформировать набивку расклинивающего агента в трещине, достаточно эффективную для переноса флюида из пласта к стволу скважины.

Современные деструкторы позволяют разрушать сшитые жидкости и очищать трещину, повышая проводимость. Однако оценка работы скважины после ГРП выявила, что добыча падает даже при поддержании энергетики пласта, что свидетельствует о деградации свойств трещины ГРП. В первую очередь это связано с загрязнением проппантной набивки микрочастицами, мигрирующими с пластовым флюидом к стволу скважины. Во-вторых, проводимость трещины снижается из-за выпадения парафинов, солей и асфальтенов при изменении PVT-условий. Очень важно (особенно для ТРИЗ) уделять должное внимание сохранению долговременной проводимости проппантной пачки. С этой целью используются специальные добавки для предотвращения миграции твердых частиц и роста кристаллов солей и парафинов в зоне трещины ГРП.

Еще один важный параметр — проводимость пласта в зоне контакта с трещиной. При обработке ГРП в эту зону проникает фильтрат жидкости ГРП, изменяя смачиваемость породы. В результате происходит контакт жидкости ГРП с пластовым флюидом, а также набивка порового пространства полимерными остатками жидкости разрыва. Эти факторы могут в большей степени препятствовать притоку пластового флюида в скважину, чем загрязненность самой трещины. Поэтому микроэмульсии, снижающие изменение смачиваемости зоны «трещина — порода» покрытия проппантов, предотвращающие их деградацию, и деструкторы полимеров, внедренных в породу, становятся все более важными элементами при проведении современных ГРП.

Кроме того, разработаны специальные проппанты, содержащие реагенты, выделяющиеся в процессе прохождения флюида через трещину ГРП. Новые деструкторы позволяют не только разрушать поперечные связи, но и ломать полимерные цепочки, эффективно очищая поровое пространство от остатков жидкости ГРП. Все это направлено на максимальное очищение канала притока углеводородов к стволу скважины.

**Денис Зольников,**  
руководитель ПНП,  
«Ойл Энерджи»

Наша компания является производителем химических компонентов жидкости ГРП, поэтому акцентирую внимание на остаточной проводимости трещины ГРП. Наиболее чистыми, оказыва-

ющими минимальное негативное влияние на чистоту трещины и призабойной зоны пласта (ПЗП) являются жидкости на углеводородной основе, однако стоимость 1 м<sup>3</sup> готового сшитого геля очень высока. Применение жидкости ГРП на углеводородной основе требует повышенных мер безопасности, начиная со специальной подготовки кустовой площадки, наличия пожарной бригады и службы скорой медицинской помощи на кусте и заканчивая специальной подготовкой флота ГРП.

Жидкости на водной основе можно разделить на жидкости на основе гуара, поверхностно-активных веществ (ПАВ) и синтетических полимеров.

Хочу уделить внимание жидкостям ГРП на основе гуара, так как они являются самыми распространенными в отрасли. Для разрушения жидкостей на основе гуара широко используются капсулированные и жидкие деструкторы. По моему мнению, жидкие деструкторы являются предпочтительными, так как в их случае активное вещество равномерно распределяется по всей закачиваемой смеси и присутствует в фильтрате жидкости ГРП в ПЗП в отличие от капсулированных деструкторов, которые остаются в проппантной набивке.

Также положительным свойством жидких деструкторов является хорошая повторяемость тестов и контроль подачи деструктора в жидкость ГРП. В ходе фильтрационных исследований на остаточную проводимость проппантной пачки жидкие деструкторы показывают большую эффективность. Лучшие результаты были получены при использовании жидких деструкторов двойного действия (кислотно-окислительных), которые разрушают как гелеобразующий полимер, так и его поперечные связи.

Считаю, что гелевые системы жидкости ГРП на основе гуара с использованием жидких деструкторов двойного действия являются лучшим решением на рынке по критерию цена/качество.

**Андрей Шайбаков,**  
руководитель  
проектов, ООО НПО  
«Союзнефтегазсервис»

На сегодняшний день можно говорить о применении проппанта с волокнистыми элементами, которые позволяют удерживать

частицы проппанта в трещине. Также одним из перспективных направлений является применение ультра-легкого проппанта, поскольку такой вариант снижает скорость оседания проппанта и позволяет использовать жидкости с меньшей вязкостью. Применение агентов, придающих липкость поверхности гранул проппанта, позволяет использовать проппант крупного размера, это дает возможность решить две задачи: повысить проницаемость проппантной пачки и снизить вынос мелкодисперсного материала из пласта в скважину.