

ТЕХНОЛОГИИ ГРП: ЧТОБЫ ОБРАЗЦЫ НЕ ВЫДЫХАЛИСЬ

Новые методы колонкового бурения с герметичным запечатыванием полученных образцов обещают существенно расширить возможности более точной оценки содержимого подземных резервуаров и сэкономят средства на прокладку малопродуктивных скважин.

Однако эффективное применение этих технологий на практике может потребовать существенной предварительной доработки организационных процедур и повышения профессиональных навыков операторов.

Неустойчивая ценовая динамика рынка энергоносителей продолжает стимулировать интерес добывающего сектора к новым технологиям, позволяющим повысить эффективность использования средств, вложенных в новые разработки. На фоне вынужденного отказа от преимущественно экстенсивных

Ключевым для оптимизации затрат на разработку является повышение точности предварительной оценки состава и объемов углеводородов в резервуаре

планов наращивания производства углеводородов за счет прокладки все новых скважин особую актуальность приобретают решения, позволяющие избежать бурения многочисленных «лишних» километров подземных коридоров, на которые приходится значительная доля капитальных расходов по освоению месторождений.

Точность исследования керна во многом зависит от тщательности соблюдения процедур его вырезки, подъема на поверхность и транспортировки в лабораторию

Ключевым фактором решения данной проблемы является повышение точности предварительной оценки состава и потенциальных объемов углеводородов в резервуаре, позволяющее принять решение о возможности его дальнейшей промышленной эксплуатации адекватно рыночным реалиям.

Примером перспективного технико-технологического решения в данной области мыслится разработка американской компании Corpro, дочернего подразделения корпорации ALS Oil & Gas, представляющая собой новый образец колонкового (кернового) бурового инструмента, который позволяет оперативно получать реальные образцы породы, газов и жидкостей с больших глубин для их дальнейшего подробного изучения.

Как это устроено

Точность результатов анализа керна (как петрофизического, так и химического) во многом зависит от тщательности соблюдения процедур его получения, подъема на поверхность и последующей транспортировки в лабораторию. При этом даже случайные технологические нарушения на любом из данных этапов обычно приводят к значительному ухудшению качества образца и, как следствие, к неточной или ошибочной интерпретации данных, которые

существенно повышают вероятность принятия неверного инвестиционного решения.

Для снижения рисков привнесения погрешности во время выемки и транспортировки керна в предлагаемом американскими разработчиками устройстве Quick-Capture предусмотрена усиленная герметизация цилиндра, в котором осуществляется доставка комплексного образца пород, с одновременным консервированием псевдодавления резервуара.

Это дает возможность сохранить естественную картину распределения газов и жидкостей для различных горизонтов и районов залегания, что способствует существенному повышению точности анализа керна. Конструктивные особенности системы позволяют компенсировать расширение жидкостей и газов по мере подъема образца из скважины на поверхность, не допуская при этом нарастания внутреннего давления до критически опасного уровня.

QuickCapture предназначен для использования как в обыч-

СХЕМА КЕРНОВОГО БУРОВОГО УСТРОЙСТВА QUICKCAPTURE



Диаметр керна	Диаметр скважины	Тип колонковой буровой платформы
3" (76 мм)	7,87" (200 мм)	Канатная
3" (76 мм)	6,10" (155 мм)	Обычная
4" (102 мм)	8,5" (216 мм)	Обычная

ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ КЕРНОВОГО БУРОВОГО УСТРОЙСТВА QUICKCAPTURE

Наконечник/наконечники внутреннего ствола



Газовый резервуар

Модули регистрации изменений давления/температуры



Внутренний цилиндр

Защелка долота/ стержня сверла

Запорный клапан и активатор



извлечения газожидкостных составляющих образца в настоящее время используются различные

Герметизация цилиндра с целью доставки кернов позволяет сохранить естественную картину распределения газов и жидкостей для различных горизонтов залегания

методы, основой которых является постепенная разгерметизация внутреннего ствола устройства с одновременным тщательным сбором и регистрацией параметров

ных, так и в ударно-канатных колонковых буровых платформах, и в зависимости от типа установок, а также размеров скважин дает возможность получать керны диаметром 3–4" (76–102 мм, см. «Схема кернового бурового устройства QuickCapture»).

После вырезки керна, но перед его извлечением из скважины, колонка образца закрывается и тщательно герметизируется (запечатывается), чтобы предотвратить возможность утечки газов и/или жидкостей. В дополнение к этому, непосредственно над запечатанным образцом размещается один или несколько газовых контейнеров, предназначенных для улавливания газов и жидкостей, которые могут исходить из образца в дальнейшем — при изменении давления по мере его подъема на поверхность.

Конструкция устройства предусматривает создание вокруг керна избыточного давления, препятствующего утечке газов и жидкостей через микropоры на торце и стенках образца до начала исключительно контролируемого процесса его разгерметизации (на устье скважины, см. «Основные узлы кернового бурового устройства...»).

Изделие оснащено модулями регистрации давления и температуры, датчики которых позволяют контролировать состояние бурового устройства. Они расположены непосредственно за камерой отбора керна в одном из газовых резервуаров и подробно регистрируют все перемещения при-

бора в скважине, особенности процесса кернования, последующего подъема образца и его обработки уже на поверхности.

Соблюдение максимальной осторожности и технологической точности при извлечении керна из скважины (вместе со всеми содержащимися в нем жидкостями и газами) является критически важным с точки зрения получения требуемой точности характеристик исследуемого месторождения.

В зависимости от особенностей местных условий отдельных месторождений для корректного

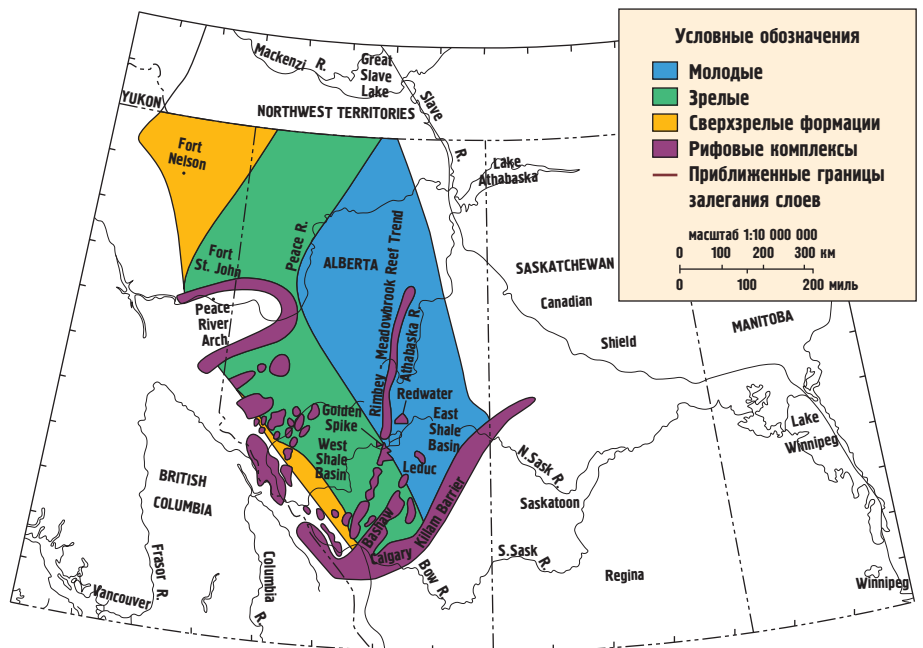
Создание вокруг керна избыточного давления препятствует утечке газов и жидкостей через микropоры до начала контролируемого процесса разгерметизации

его содержимого для последующего лабораторного анализа. Лишь после этого из ствола извлекается и сам керн.

Как это работает

Практические испытания технологии QuickCapture были про-

СХЕМА НЕФТЯНОЙ СИСТЕМЫ DUVERNAY



ведены на базе существующей колонковой буровой платформы QuickCore. При этом процесс был оптимизирован в направлении непрерывного получения образцов без необходимости периодической остановки операций отбора для извлечения уже полученных кернов. Согласно официальной информации разработчика, использование новой технологии позволило одновременно осуществлять выемку обычных 3" (7,6 см) образцов длиной до 90 фт (ок. 27,4 м), а также их «герметизированных» аналогов длиной до 10 фт (3,05 м) того же диаметра. Рекордная длина комбинированного керна, практически извлеченного при помощи тандема QuickCapture/QuickCore, на сегодняшний день составила 465 фт (почти 142 м).

Комплексное исследование герметичных образцов дает возможность более точно оценить потенциал подземных углеводородных резервуаров

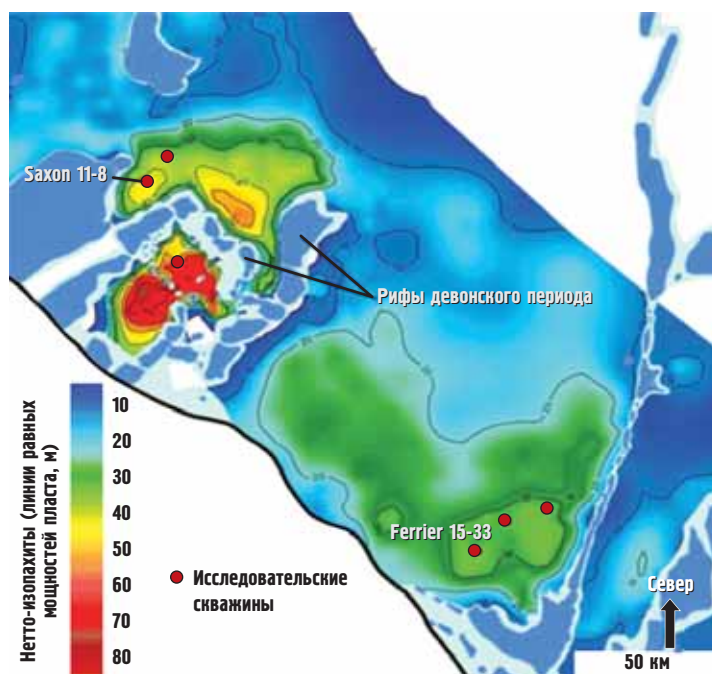
Первым коммерческим использованием QuickCapture стали исследования нефтегазоносного района Duvernay, Западная Канада (см. «Схема нефтяной системы Duvernay»).

Реализация новой технологии на практике осложняется как ошибками операторов, так и недостаточно четким взаимодействием при добыче и обработке образцов

Основными целями проведения исследований были заявлены подробная количественная и качественная оценка потенциала углеводородных резервуаров на значительных площадях с достаточно широким диапазоном вариаций условий для промышленной разработки, а также изучение природы образования залежей углеводородов и их фазового поведения в сланцевых пластах на различных глубинах залегания.

Для получения опытных образцов использовались исследова-

СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ DUVERNAY



тельные скважины, расположенные в северо-западной (Saxon) и южной (Ferrier) частях формации. Места расположения скважин были выбраны с учетом различных жидкостных фаз содержимого резервуаров: от относительно сухого газа до более насыщенных жидкостями образований (см. «Схема исследований углеводородных месторождений Duvernay»).

С целью максимально подробного изучения процесса образования газожидкостных смесей различной плотности образцы легких углеводородов отбирались посредством герметичного кернования с последующей десорбцией в специальном контейнере, в то время как более тяжелые фракции извлекались методом жидкостной экстракции.

По данным исследования обеих этих составляющих была смоделирована результирующая смесь, образующаяся в условиях подземного резервуара, характеристики которой сопоставлялись с аналогичными параметрами рабочего потока получаемого на устье скважины.

Программы исследования предусматривали вырезание как трехметровых образцов с регулируемым давлением (герметичных), так и 18-метровых обычных кер-

нов. В дополнение к этому отбирались и десорбционные образцы углеводородов. При этом целью попутных исследований было сопоставление ГПП-данных, получаемых при помощи традиционных технологий и кернования с контролируемым давлением.

Обычные образцы производились путем отбора на различных интервалах глубин и подвергались стандартным процедурам анализа твердых горных пород (TRA), диагностики нефтеносных свит и рентгеновской дифракции (XRD). Некоторые образцы, отобранные для TRA, в дальнейшем были исследованы также при помощи методов электронной микроскопии (сканирование фокусированными ионными лучами) с последующим комплексным анализом полученных результатов.

Часть образцов, полученных методами обычного кернования, запечатывалась в специальные емкости, которые на время транспортировки в лабораторию замораживались при помощи сухого льда, чтобы минимизировать потери летучих углеводородов. При получении замороженных образцов в лаборатории их оперативно извлекали и подключали к стационарной системе охлаждения (на жидком

азоте) для последующего составления геологического описания.

Что же касается кернования с контролируемым давлением, то при его проведении обращалось особое внимание как на точность соблюдения технологических процедур, так и на тщательное документирование результатов. После подъема герметичного образца на поверхность его помещали в среду со стабильной температурой и подключали к специальному нагнетательному коллектору (манифольду), обеспечивающему регулирование давления в контейнере.

Коллектор, в свою очередь, был подключен к газожидкостному сепаратору и далее, через систему дозирующих клапанов, соединен с измерительным устройством. Помимо определения общего объема газа, извлеченного из образца, производился подробный анализ его состава. Затем, после поступательного выравнивания давления внутри контейнера с атмосферным, проводились извлечение собственно керна, его деление на отрезки равной длины и герметичная упаковка для долговременной дessorбции и хранения.

Однако, несмотря на все приложенные усилия, согласно признаниям самих участников исследований, все же не удавалось избежать обычных ошибок, характерных для полевых условий, а именно, получения образцов низкого качества, неточного документирования и даже утраты части информации.

Минусы к плюсу

Помимо этих (вполне ожидаемых) последствий негативного проявления человеческого фактора, работы осложнялись организационными проблемами, что привело к затягиванию прокладки исследовательских скважин, изменению технических требований к оборудованию уже в ходе осуществления проекта и т.п. В результате из пяти планируемых разведочных скважин полностью были проложены только четыре.

При этом на всех этих скважинах операторы продемонстрировали 100%-ные успехи по собственно подъему образца в цилинд-


ре с регулируемым давлением. Однако лишь в одном случае (с четвертой попытки) удалось добиться слаженного выполнения всех пяти основных этапов операции: спуск устройства в скважину, вырезание керна, отбор образца и его герметизация, подъем из скважины и полное извлечение всех необходимых данных.

В этой связи участники работ обращают особое внимание на необходимость более эффективного взаимодействия между командой, отвечающей за отбор и доставку образцов, и персоналом, проводящим их лабораторные исследования.

Герметичный цилиндр, в котором образец поднимается на поверхность, и заключенные в нем газовые резервуары представляют собой динамические системы, которые чутко реагируют на вариации температуры и давления по мере изменения глубины. Транспортные ограничения практически

исключают возможность доставки в лабораторию цельного образца ввиду его значительной длины, поэтому все газы и жидкости должны быть извлечены из него непосредственно после подъема.

При этом потеря даже небольших количеств газожидкостной смеси может существенно отразиться на общих результатах анализа образца. Все эти обстоятельства требуют организации четкого порядка действий и предъявляют повышенные требования к операторам, отвечающим за осушение образца после его подъема на поверхность.

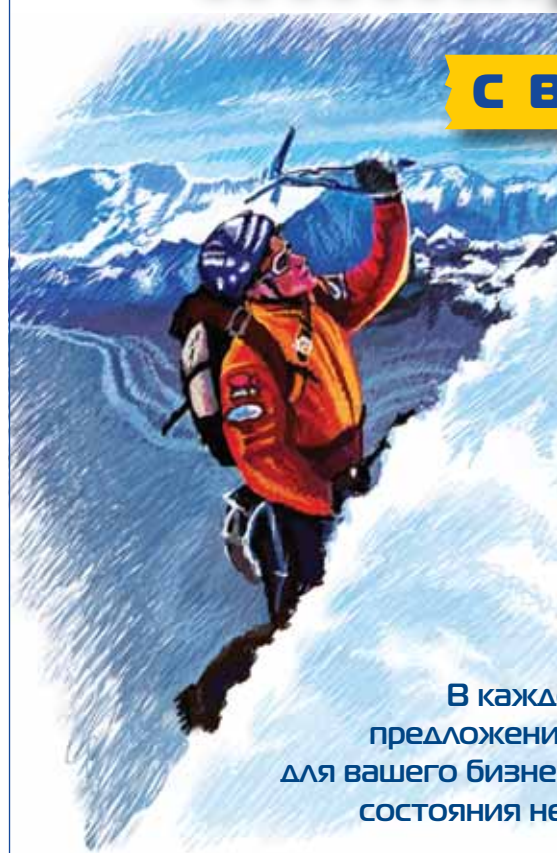
Тем не менее, в целом данные комплексного анализа, полученные в ходе проведенного эксперимента, свидетельствуют в пользу достаточно высокой эффективности метода герметичного кернования для уточнения количественной и качественной оценки содержимого подземных углеводородных резервуаров. 

www.ngv.ru

С ВЕРТИКАЛЬЮ

ВЫ ВСЕГДА

НА ВЫСОТЕ



В каждом номере Вертикали — предложение оптимальных решений для вашего бизнеса с учетом актуального состояния нефтегазового комплекса