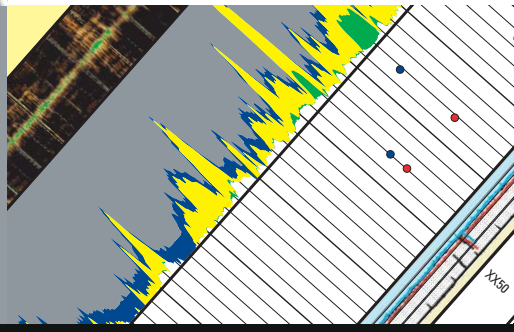
Schlumberger

Технология ABC для измерений через обсадную колонну



Оценка, повторная оценка и мониторинг пласта через обсадную колонну

Область применения

- Поиск целиков нефти
- Новые методы ГИС в старых скважинах
- Переоценка свойств пластов на старых месторождениях
- Первичная оценка свойств пласта в обсаженных скважинах
- Измерения, дополняющие данные каротажа в ходе бурения
- Альтернатива измерениям в открытом стволе в случае аварийных скважинных условий
- Исследования в скважинах пробуренных с обсадной колонной
- Мониторинг разработки
- Оценка изменений межфлюидного контакта, насыщенности и давления, составление профилей истощения и нагнетания

Преимущества

- Современные методы исследований в старых скважинах
- Возможность получения данных при осложнениях с проведением каротажа в открытом стволе
- Снижение рисков путем планирования выполнения ГИС в скважине с обсадной колонной
- Снижение затрат путем планирования выполнения ГИС в скважине с обсадной колонной
- Анализ данных периодических наблюдений; большинство измерений аналогичны первичным измерениям в открытом стволе
- Снижение рисков при приобретении активов

Особенности

- Возможность регистрации метода удельных сопротивлений с большим радиусом исследования, проведение углерод-кислородных замеров и сигма-каротажа для определения насыщенности
- Точные измерения пористости, плотности пласта и проведение акустического каротажа
- Точное определение литологических свойств, количественное определение глинистости и состава матрицы породы
- Измерение давлений и проницаемости пласта через обсадную колонну
- Отбор пластового флюида через обсадную колонну
- Система комплексных ответов для быстрого принятия решений

Преимущества исследований пласта через обсадную колонну

Начиная с первых исследований в скважинах с открытым стволом, проведенных в 1927г., компания «Шлюмберже» использовала самые передовые технологии определения характеристик пластов для нефтяных и газовых компаний. Сегодня мы можем измерять свойства продуктивных пластов в скважинах с обсаженным стволом. Предоставляемые нами услуги по технологии ABC* для исследований пластов через колонну позволяют решить три основные задачи на нефтепромысле:

Получение важной информации по каротажным диаграммам в любых скважинных условиях — если при бурении скважины произошли или ожидаются осложнения, компания-оператор может обсадить скважину сразу после бурения. Оценка параметров пласта, до недавнего времени проводившаяся исключительно в открытых стволах, теперь возможна и в обсаженных скважинах.

Выявление и оценка пропущенных пластов — старые скважины не исключают невыработанность значительных по запасам целиков нефти. Зачастую поиск неразработанных углеводородов в старых скважинах представляет собой экономически и экологически более целесообразное решение, чем бурение новых скважин.

Комплексная технология ABC может помочь продлить срок эксплуатации месторождения

Оптимизация разработки пласта — разовая или периодическая оценка пластов, выполненная в репрезентативных старых скважинах, может значительно помочь управлять разработкой коллектора более эффективно.

Применение технологий ABC не ограничивается предоставлением услуг по регистрации методов ГИС. С помощью данной технологии собираются данные, которые обрабатываются и интерпретируются для принятия окончательного решения как эффективнее вести работы, увеличить добычу и продлить срок экономически рентабельной эксплуатации пласта.

Комплексные услуги для решения многих задач

Технологии ABC позволяют провести оценку всех параметров пласта практически при любых скважинных условиях. Этот сервис представляет собой не отдельный метод, а целый комплекс услуг, поэтому методы измерений могут выбираться в зависимости от стоящей задачи и от наличия первично собранных данных, геологических и скважинных условий, вида заканчивания, литологии, динамики разработки пласта.

Исследования через колонну позволяют выявлять новые перспективные пласты и определять невыработанные запасы после установки обсадной колонны. С помощью новаторской технологии можно оценить пористость пласта, его удельное сопротивление, литологические свойства, глинистость, насыщенность флюидом и давление; кроме того технология позволяет брать пробы пластового флюида пласта в обсаженной скважине.

Определение характера насыщения пласта при различных условиях

Точное определение характера насыщения может быть проведено в пластах различной пористости, удельного сопротивления и в пластах с водой различной минерализации.

Определение удельного сопротивления пласта через колонну — прибор для определения УС пласта в обсаженных скважинах, CHFR-Plus*, измеряет УС через обсадную колонну и цемент и имеет большой радиус исследования. Идея измерений УС

Руководство по выбору прибора для оценки водонасыщенности

	Прибор RSTPro		Прибор CHFR	Примечания
	Углерод-кислородный каротаж	Сигма-каротаж		
Пласт				
Низкая пористость (< 15 %)	■	■	■	Ограничения по макс. измеримому истинному УС (R_t).
Средняя пористость и низкая минерализация (< 20,000 г/л)	■	■	■	Ограничения по макс. измеримому R_t.
Средняя пористость и средняя минерализация	■	■	■	
Высокая пористость (> 30 %) и высокая минерализация	■	■	■	Можно использовать прибор CHFR, но при низком $R_t/R_{цемента}$ цемент оказывает сильное влияние.
Переменная минерализация (заводнение)	■	■	■	Прибор CHFR может определить изменения первоначальной насыщенности пласта, но не в виде количественных показателей.
Очень низкая водонасыщенность	■	■	■	Ограничения по макс. измеримому R_t.
Заканчивание				
Муфты обсадной колонны	■	■	■	Данные CHFR могут быть не достоверны в интервалах от 1,2 до 2 метров. Точные данные можно получить с помощью RSTPro при С/О каротаже, после определения количества содержания железа с помощью SpectroLith*.
Спуск через НКТ малого диаметра	■	■	■	
Каротаж через НКТ	■	■	■	Прибор RSTPro позволяет определить можно ли устранить влияние флюида и обсадной колонны при каротаже через НКТ.
Утяжеленная обсадная колонна	■	■	■	Ограничение по весу колонны 59,5кг/м для отношения сигнал/шум прибора CHFR.
Двойная обсадная колонна	■	■	■	Прибор RSTPro позволяет определить можно ли устранить влияние флюида/пласта/цемента между колоннами. При С/О каротаже могут потребоваться калибровочные замеры
Легированная или хромистая обсадная колонна	■	■	■	Царапины от электродов могут вызвать коррозию.
Стекловолоконная обсадная колонна	■	■	■	Как вариант можно использовать индукционный каротаж.
Скважина				
Сухой микрозазор	■	■	■	Сухой микрозазор может воздействовать на прохождение тока в приборе CHFR.
Пеноцемент	■	■	■	Пеноцемент может воздействовать на прохождение тока в приборе CHFR.
Размытые участки ствола	■	■	■	Сигма-каротаж обладает большей глубинностью чем С/О каротаж, поэтому он меньше подвергается воздействию размытых участков, кроме случаев когда размывы превышают его радиус исследований.
Фонтанирующие скважины	■	■	■	Необходимы данные по флюидам в скважине или их замер.
Межфлюидный контакт в скважине	■	■	■	
Влияние призабойной зоны	■	■	■	Технология Сигма-каротаж более устойчива чем С/О каротаж при сильном влиянии призабойной зоны.
Наклонные скважины	■	■	■	
Воздействие кислоты	■	■	■	Соляная кислота может воздействовать на результаты сигма-каротажа.
Перфорации	■	■	■	Фильтрация флюида из скважины может повлиять на результаты С/О каротажа.
Литология	■	■	■	
Отложения на стенках колонны	■	■	■	Результаты измерений прибором CHFR зависят от хорошего электроконтакта между электродами и обсадной колонной. Обсадная колонна должна быть чистой.

■ Рекомендуется проводить только после одобрения экспертом. ■ Применять согласно рекомендациям в примечаниях. ■ Рекомендуется.

через обсадную колонну не нова, но только недавно последние разработки в области приборостроения позволили проводить подобные измерения. Теперь стало возможно сравнивать результаты одних и тех же базовых измерений, полученных как в открытых, так и в обсаженных скважинах, что позволяет избежать ошибок типичных при сравнении разных видов измерений.

Импульсный нейтрон-гамма каротаж — прибор для определения насыщенности пласта, RSTPro*, позволяет выполнять сигма- и углерод-кислородный (С/О) каротаж пласта. Сигма-каротаж в пластах с водой с высокой минерализацией проводился для определения насыщенности в течение нескольких десятилетий. Теперь углерод-кислородный каротаж обеспечивает более высокую точность измерений при определении насыщенности в пластах средней и высокой пористости.

Выбор соответствующей технологии измерений зависит от свойств

пласта, скважинных условий и типа заканчивания скважины: подробное описание приводится в таблице.

Для наблюдения за производительностью скважины или коллектора во временном отрезке могут использоваться периодические замеры для оценки водонасыщенности.

Оценка петрофизических свойств коллектора

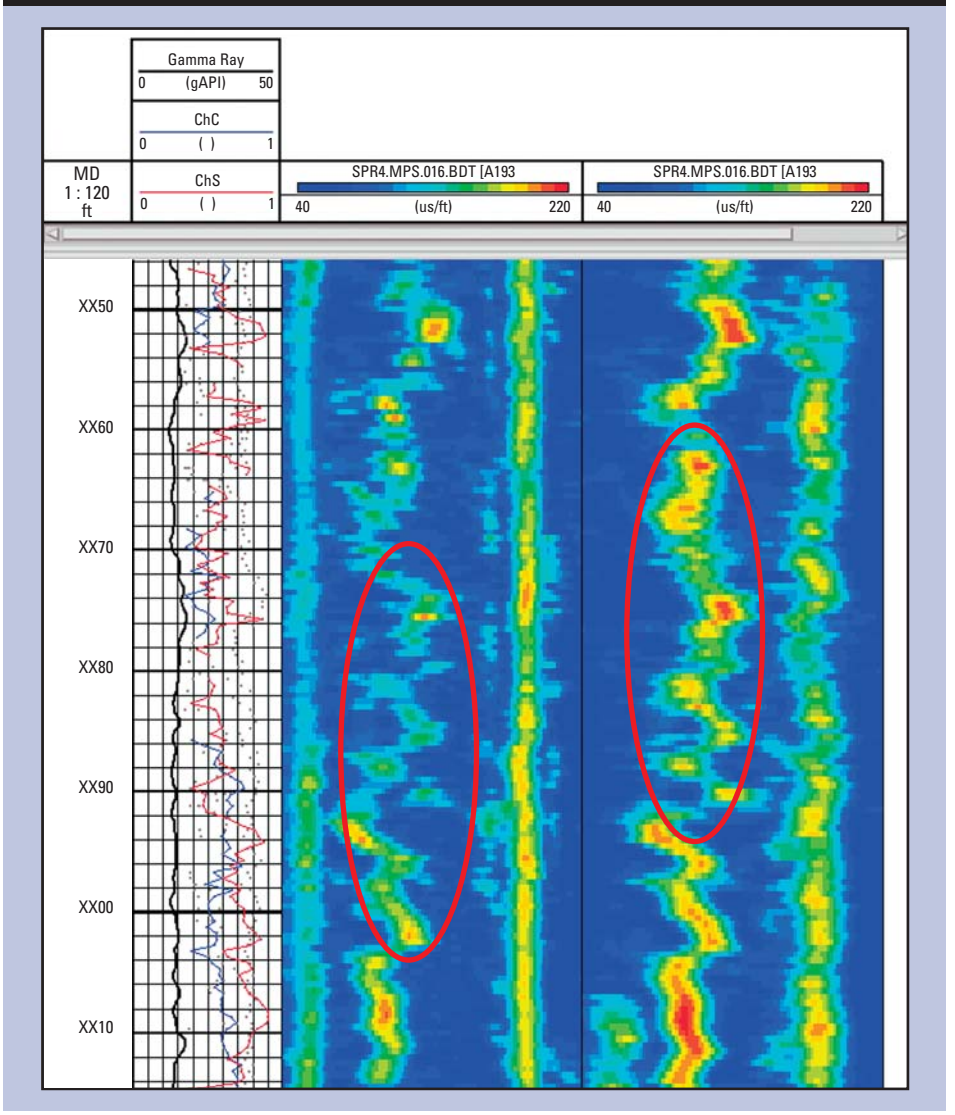
Технология ABC обеспечивает оценку петрофизических свойств пласта, таких как плотность, пористость и акустические свойства пород в обсаженных скважинах. Это особенно важно для скважин, по которым данные исследований были утеряны или были низкого качества, или в которых вообще не проводились исследования.

В старых скважинах оператор может решить провести повторную оценку свойств пласта с помощью методов, которых на момент бурения еще не существовало. Услуги ABC являются новейшей технологией исследования свойств пластов в пробуренных несколько десятилетий назад скважинах. С новой технологией отпала необходимость бурить новые скважины на существующих месторождениях только лишь для сбора данных.

Пористость пласта — прибор CHFP* обеспечивает получение точных данных по пористости и сечению захвата (сигма) в обсаженных скважинах. При каротаже с прибором CHFP вместо химического источника используется электронный нейтронный источник со скважинным экранированием и фокусировкой для измерения пористости с минимальным влиянием на результаты скважинных условий, эксцентриситета колонны, литологии и степени минерализации пластовой воды.

Прибор компенсированного нейтронного каротажа CNL* традиционно применялся в обсаженных скважинах для определения пористости. Хотя данный прибор обеспечивает хорошую оценку пористости пласта в большинстве условий, отсутствие фокусировки прибора CNL не позволяет корректировать результаты и вносить поправки за влияние толщины обсадной колонны и цемента, при этом также не учитывается положение прибора и обсадной колонны относительно скважины. При необходимости получить данные высокой точности рекомендуется использовать прибор CHFP.

Обработка данных, полученных с помощью технологии ABC, дает лучшие результаты (справа) по однородности и последовательности чем при стандартных методах обработки (слева) за счет центрирования прибора, использования низкочастотных источников и оптимального расположения передатчиков и приемников.



Плотность пород — прибор CHFD* используется для точного измерения плотности пласта в обсаженных скважинах. При помощи прибора CHFD, в основе работы которого лежит химический источник гамма излучения и трехдетекторная система измерений, измерения могут выполняться в скважинах с обсадными колоннами различного диаметра. С трехдетекторной системой возможно вносить поправки, учитывая толщину обсадной колонны и цемента.

Акустический каротаж — прибор DSI* (дипольный акустический каротаж), теперь дополненный BestDT*, технологией автоматической обработки волновых форм для определения интервального времени волн, обеспечивает точное измерение интервальных времен продольных и поперечных волн в обсаженных скважинах. Принцип работы технологии BestDT по обработке данных основан на подборе частотных фильтров и усовершенствованном способе обработки сигналов. Это подавляет вступление волн от обсадной колонны и позволяет получить устойчивый сигнал от пласта, что видно на диаграмме на следующей странице.

Литологический анализ — во многих породах сложной литологии и в глинистых породах для более точного анализа насыщения может возникнуть необходимость получить больше информации о литологическом составе матрицы. Обработка элементного

спектра для определения литологии с помощью метода SpectroLith на основе нейтрон-гамма спектрометров представляет собой количественный метод оценки литологии по минеральным компонентам полученным из анализа спектра. Модифицированная геохимическая модель преобразует счета в окнах в концентрации элементов.

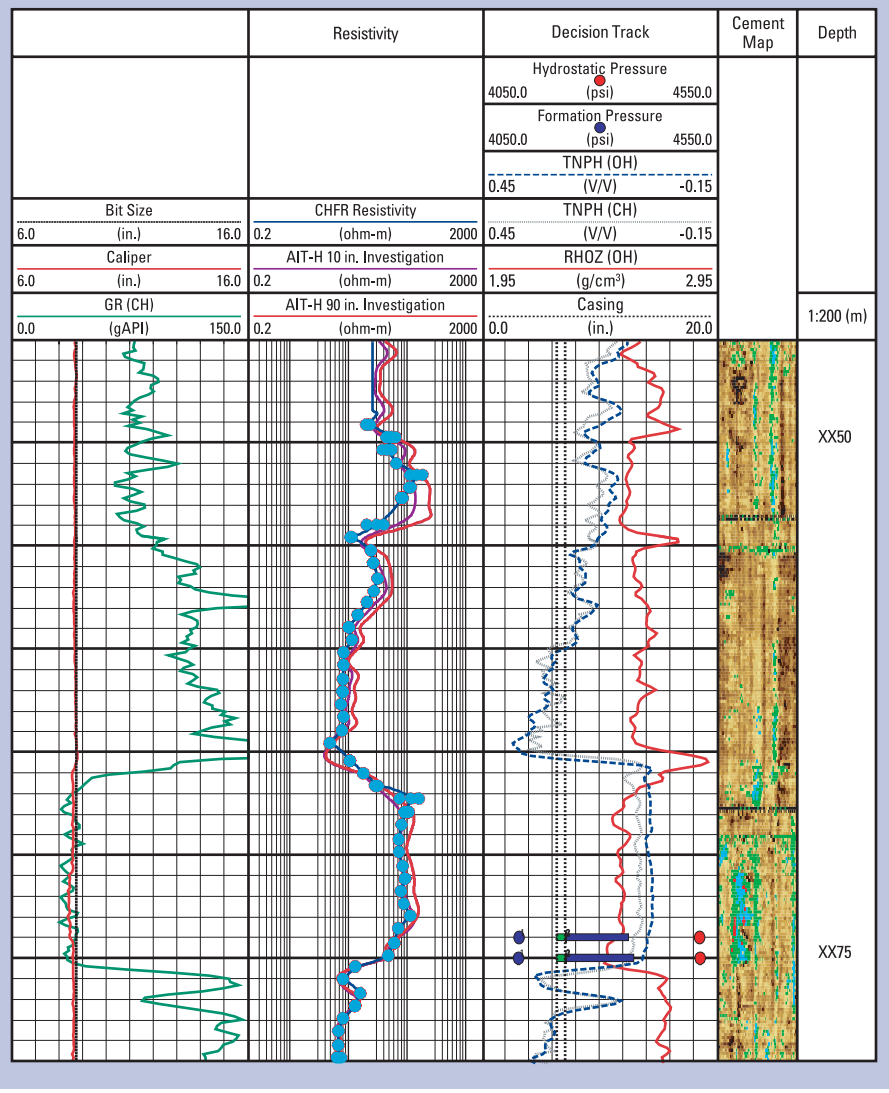
Для преобразования элементных концентраций во фракции глины, карбонатной породы и кварца используется специальная база данных керна для литологической интерпретации. Технология SpectroLith может применяться при проведении замеров прибором RSTPro как ниже НКТ так и через НКТ.

Определение пластовых флюидов и гидродинамических свойств

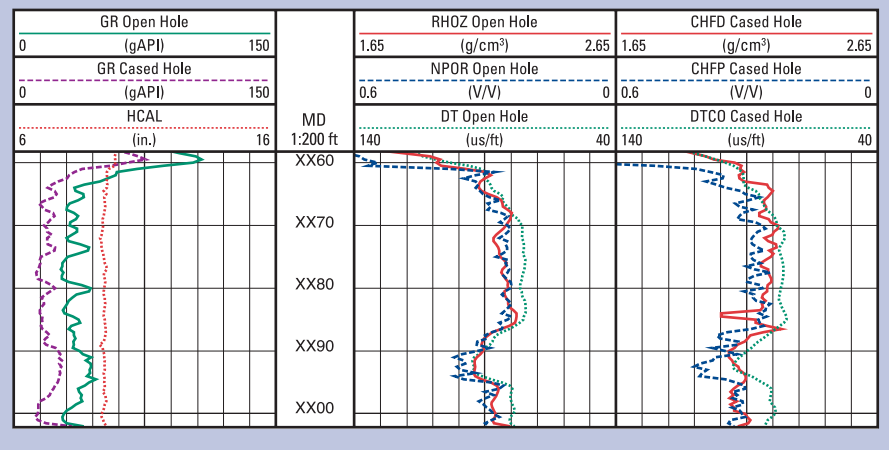
Прибор CHDT* предназначен для проведения гидродинамических исследований в обсаженных скважинах и представляет собой технологию определения пластового давления в существующих или новых обсаженных скважинах и является эффективным и экономичным способом отбора флюидов, а также исключает риски, связанные с использованием традиционных технологий.

Прибор CHDT закрепляется в колонне и с помощью гибкого сверла вскрывает целевой пласт через обсадную колонну и цемент. Эта методика полностью исключает применение взрывчатых веществ. Скважинные датчики измеряют пластовое давление, составляются кривые восстановления давления и замеряется сопротивление пластового флюида. Для лучшего определения свойств флюидов, лучшего мониторинга отбираемой пробы и более качественного отбора проб рекомендуется применять прибор CHDT вместе с различными модулями MDT* (модульный прибор для измерения гидродинамических свойств пласта). После проведения всех измерений и отбора проб прибор вставляет корозионностойкую заглушку из металла в высверленное в обсадной колонне отверстие, что сохраняет целостность колонны и исключает необходимость проводить дорогостоящие ремонтные операции. Нефтяные и газовые компании с помощью данной технологии могут выявлять зоны неразрабатываемых

Приборы CHFR и CHDT были спущены в скважину для получения данных о пластах «Эльктон» и «Рок Крик», которые нельзя было получить в открытом стволе. Данные прибора CHFR сравнили с измерениями УС в открытом стволе, а с помощью прибора CHDT получили данные о пластовом давлении и взяли отборы флюида, на основе данных провели успешное заканчивание пласта «Рок Крик».



Данные о плотности, пористости и УЗ каротажа, полученные в обсаженной скважине в Эквадоре, полностью совпали с измеренными в открытой скважине данными, хотя измерения выполнялись через 7-дюймовую обсадную колонну в 9 3/4 - дюймовой скважине.



углеводородов, следить за истощением коллектора, определять эффективность закачки воды или газа и наблюдать за изменениями межфлюидного контакта

Исключив необходимость перфорирования и гидродинамических исследований технология ABC сократила затраты на $40000

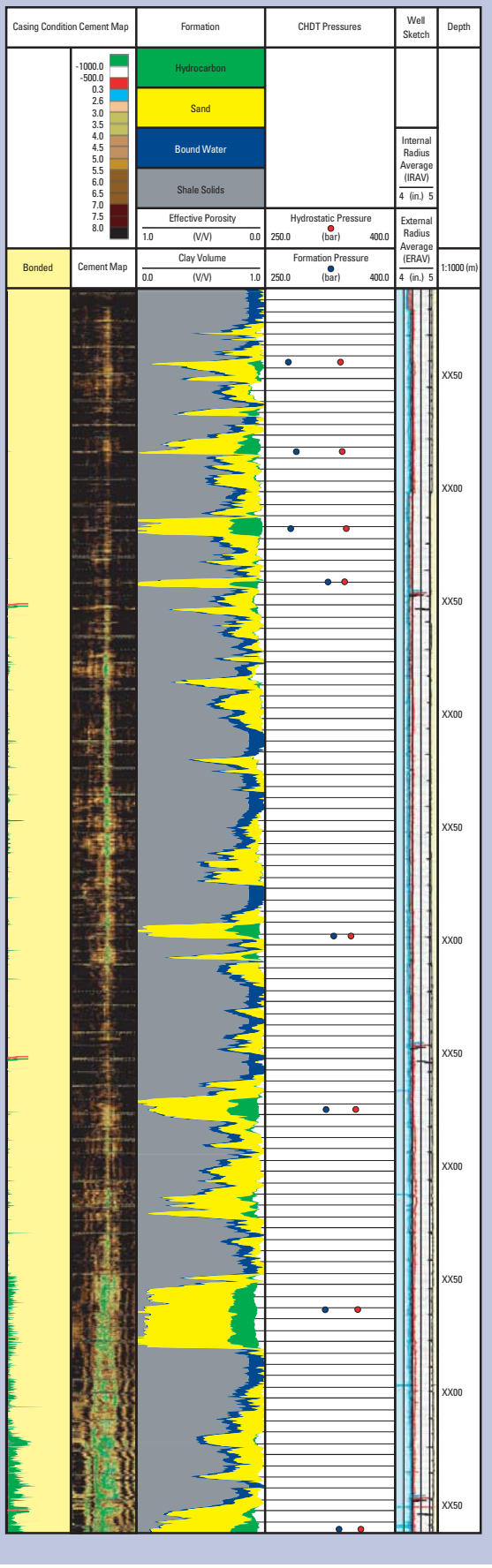
В Канаде, в одной из скважин с нижней частью ствола проходящей через Эльктонский пласт, было нельзя провести каротаж из-за осложнений. Кроме того, пласт «Рок Крик», через который проходит верхняя часть ствола, не был достаточно исследован до установки обсадной колонны. Компания-оператор «Биг Хорн Рисорсиз» решила провести оценку обоих пластов в обсаженном стволе скважины с помощью методов ABC.

Для определения свойств Эльктонского пласта использовались приборы CHFR, CNL и DSI. В пласте «Рок Крик» собрали аналогичные данные для сравнения с данными, полученными при исследованиях в открытом стволе, дополнительно для определения давления и проницаемости коллектора в скважину был спущен прибор CHDT.

Каротажные диаграммы ABC и анализ данных показали, что Эльктонский пласт сухой. В пласте «Рок Крик» данные CHFR совпали с данными измерений УС в открытом стволе, а результаты измерений с помощью DSI и CNL в обсаженном стволе подтвердили данные измерений пористости, выполненных в открытом стволе. Затем прибором CHDT провели замеры по определению градиента давления флюида и проницаемости породы.

На основе данных УС и пористости, полученных методами ABC, оператор закончил скважину в пласте «Рок Крик». Точные данные замеров через обсадную колонну позволили сохранить компании $40000, так как не потребовалось проводить перфорирование и испытание нижележащего пласта.

Технология ABC применялась в Северном Море на норвежском месторождении для дополнения первичных каротажных данных, полученных при бурении, после того, как рассчитали риски при проведении традиционных измерений пласта в открытом стволе. Результаты анализа данных LWD, CHDT и USI приводятся на комбинированном планшете.



Метод ABC доказал свою состоятельность как надежная альтернатива каротажу в открытом стволе при опасных скважинных условиях

Проведение каротажных работ в открытом стволе на месторождении «Дорин» в Эквадоре требовало высоких затрат и было сопряжено с риском. Компания «Шлюмберже» с помощью технологии ABC собрала данные о плотности, пористости и провела акустический каротаж через обсадную колонну скважины, которая ранее была исследована с открытым стволом, для компании «Альберта Энерджи Корпорейшн». Полученные в открытом и закрытом стволе скважины данные полностью совпали.

Дальнейшие исследования двух скважин с помощью технологии ABC также показали хорошие результаты.

Быстрый и надежный способ сбора данных в условиях высокого риска.

Строительство скважин на старом месторождении «Снорр», расположенном в районе Тампен в Северном море, представляет собой сложную задачу. Нефть добывается из ряда коллекторов сложного геологического строения горизонтальными эксплуатационными скважинами. Добыча углеводородов ведется по методике поочередной закачки воды и газа, что создает различные режимы давления и еще больше усложняет разработку месторождения.

Для построения геологопромысловой модели и эффективного управления разработкой месторождения компании «Норск Гидро» было необходимо получить точные данные о пластовых давлениях.

Данные в открытом стволе собирались с помощью каротажа во время бурения. Риск спуска пластоиспытателя для открытых стволов с системой TLC* (каротаж на буровых трубах) оказался очень высоким. При этом требовалось собрать данные о давлении быстро и точно. Ситуация складывалась таким образом, что скважинные условия быстро ухудшались, временами даже не получалось установить обсадную колонну, разобщение пластов оказалось недостаточным, поэтому скважину закрепили обсадными трубами и зацементировали сразу после подъема бурильной колонны.

Для оценки качества цемента использовали прибор USI* (ультразвуковой имиджер). Затем в скважину с высоким отклонением ствола на кабельном тракторе спустили прибор CHDT, провели замеры давления и взяли пробы флюидов из всех коллекторов.

Компания «Норск Гидро» смогла получить ценные данные о коллекторах практически без рисков, сопутствующих исследованиям с применением традиционных методов оценки пластов в необсаженных стволах. Особо ценными были данные о пластовом давлении, на основе которых определили вес раствора требуемого для заканчивания. При отсутствии данных о давлении вес раствора для заканчивания выбирается на основе максимального прогнозируемого пластового давления. Если бы пластовое давление оказалось значительно ниже прогнозируемого, скважину нельзя было бы эксплуатировать в режиме фонтанирования, ввод ее в эксплуатацию был бы отложен и пришлось бы провести геолого-технические мероприятия для повышения нефтеотдачи.

«ЛУКОЙЛ-Коми» открыл новую залежь на старом месторождении с помощью технологий ABC

В Тимано-Печорской НГП «ЛУКОЙЛ-Коми» разрабатывает в основном старые месторождения с выработанными запасами и активно ищет новые источники для увеличения добычи.

Как часть этой программы «ЛУКОЙЛ-Коми» принял решение о дополнительном изучении верхних объектов на месторождении, которое находится в разработке с конца 70-х годов (средние дебиты по скважине на сегодняшний день 5-10 тонн в сутки при 90-95% обводненности). Зона исследований никогда не испытывалась и специально не изучалась, хотя была вскрыта десятками скважин пробуренных на нижележащие пласты.

«Шлюмберже» предложила Заказчику вырезать внутреннюю колонну с помощью химического трубореза и провести исследования через колонну по технологии ABC.

Программа исследований была составлена совместно специалистами «ЛУКОЙЛ-Коми» и «Шлюмберже» с целью получить надежные данные без излишнего удорожания исследований. Программа включала в себя ECS* (нейтрон-гамма спектрометрию), CNL (нейтрон-нейтронный каротаж), DSI (акустический каротаж) и сигмакаротаж прибором RSTPro. Комплексная интерпретация данных ABC подтвердила высокий потенциал данного пласта, что было подтверждено когда после перфорации верхних 5 м, скважина зафонтанировала чистой нефтью с дебитом 50 м^3 в сутки.

Химический труборез – CHC*.

«Шлюмберже» предложила Заказчику вариант, при котором в колонне 6 $^1/_2$ дюйма вырезалась секция с помощью химического трубореза без повреждения внешней колонны 9 $^5/_8$ дюйма. После консультаций с Заказчиком была выбрана скважина-кандидат с отсутствием или малым количеством цемента в межколонном пространстве. Отсутствие цемента было подтверждено заранее записью ультразвукового цементомера USIT. В апреле 2006 года эта операция была успешно проведена, результаты работ подтверждены данными многорычажного микрокаверномера. После подъема секции в скважине были проведены работы по оценке свойств пласта за колонной по технологии ABC.

Оценка свойств пласта через колонну.

Развитие технологий ABC позволяет Заказчику на сегодняшний день эффективно доисследовать старые месторождения. В случае возникновения подозрений о том что на месторождении имеются пропущенные продуктивные интервалы, данная технология является наиболее дешевым и эффективным способом подтверждения (либо опровержения) этих предположений.

Сегодня «Шлюмберже» предлагает целый комплекс методов, которые могут быть зарегистрированы в обсаженных скважинах. Эти технологии существенно помогают нефтегазодобывающим компаниям как в мониторинге разрабатываемых залежей, так и в возможном увеличении запасов и добычи на старых месторождениях, которые были недоисследованы в прошлом.

www.slb.com/oilfield

08-FE-012

Январь 2008

© 2008 Schlumberger

*Марка Шлюмберже

Schlumberger