

ЭЛЕКТРОКАРОТАЖ: НАБРОСКИ К РЫНКУ

Аналитическая служба
«Нефтегазовой Вертикали»

Еще в процессе подготовки совместно с МПР РФ номера по МУН (см. *НГВ #05'11*, «МУН: новая отраслевая стратегия?») «Вертикаль» обратила внимание на растущий спрос рынка в таких услугах, как электрический каротаж обсаженной скважины, итогом которого является достоверная оценка нефтенасыщенности тех пластов, которые эта скважина пронизывает.

Перманентное сползание углеводородных запасов России в категорию «трудноизвлекаемых», в свою очередь, делает эту оценку едва ли не самой актуальной задачей нефтеизвлечения.

Кто бы мог подумать, что здесь на мировое — даже не российское — лидерство претендуют два отечественных производителя: группа компаний «Таймзикс» (совместно с НПП «Герс») и пятигорское НПП «Геофизика» (совместно с пензенским ФГУП «Старт»), корпоративные лидеры которых не устают утверждать, что равной в мире нет именно их аппаратуры...

«Вертикаль» в этой связи попросила высказаться прямых поставщиков геофизического рынка, рассчитывая «исчерпать кладезь объективности». Оказалось, что технически и технологически рынок понятен: да, ответили «Вертикали», метод прогрессивен, потенциал велик. Но вот с качественными и количественными оценками возникли трудности лишь потому, что рынок и сильно сегментирован, и узкоспециализирован, и корпоративно закрыт, где единственно открытой информацией и критерием потенциала каротажа является число скважин действующего и бездействующего фондов.

Предоставляем слово экспертам ООО «Георесурс» (ОАО «Газпром»: к.т.н. И.Чуповой, заместителю главного геолога; к.т.н. Р.Ахметсафину, начальнику Управления геолого-технологического мониторинга и супервайзинга процесса строительства скважин; к.г.-м.н. В.Циркульникову, главному метрологу); НПП «Геофизика» (В.Лаптеву, вице-президенту ЕАГО, директору по развитию геофизического приборостроения НПП «Геофизика»); ООО «Оренбургнефтегеофизика» (Ю.Суслову, заместителю генерального директора по стратегическому развитию и продажам, его ответы отражают личную точку зрения).

Ред.: *Как качественно и количественно оценивается отечественный рынок электрического каротажа? Как бы вы в целом оценили этот метод для измерения нефтенасыщенности геологических и извлекаемых запасов?*

Георесурс: Группа методов ГИС, основанных на использовании искусственных и естественных электромагнитных полей, является наиболее значительным источником информации для выделения в разрезе и количественной оценки нефтегазонасыщенности пластов-коллекторов.

ЭК — основа для подсчета запасов УВС, что делает эти методы незаменимыми в комплексе

ГИС при исследовании скважин, особенно в открытом стволе.

С хорошим обзором российского рынка геофизического сервиса, кстати сказать, можно познакомиться в блоге В.Лаптева, вице-президента ЕАГО, директора по развитию геофизического приборостроения НПП «Геофизика»...

В.Лаптев: Электрометрия скважин в открытом стволе осуществляется комплексом методов, включающим электрокаротаж (КС, ПС), боковое каротажное зондирование (БКЗ), индукционный каротаж (ИК), боковой каротаж (БК), микрокаротаж (МЗ, МБК, МСФ), волновое индукционное зондирование (ВИКИЗ).

Эти методы входят в обязательный комплекс исследований и выполняются во всех бурящихся скважинах в том или ином наборе. В денежном выражении грубо рынок ГИС оценивается в 30 млрд рублей. Электрометрию трудно выделить, но, на мой взгляд, ее доля в этом объеме значительной не является.

Электрометрия в различных модификациях является основным источником информации о нефтенасыщенности пород, и ГКЗ принимает запасы нефти по месторождениям только при наличии качественных материалов по электрометрии скважин.

В последние годы появилась возможность проведения электрокаротажа в скважинах, обсаженных стальными обсадными колоннами. Теория метода разработана в России (СССР) А.Кашиком, Н.Рыхлинским и др.

Аппаратура создана в компании «Шлюмберже» (США), а также в России Р.Кривоносовым (НПП «Геофизика», Пятигорск) и Н.Беляковым («Герс», Тверь). Реализация этой техники и технологии является высшим пилота-

жем в геофизике и по зубам только уникальным специалистам, способным выделить слабую информацию на фоне огромных помех. Массового применения метод пока не получил, но перспективы обнадеживающие.

Ю.Суслов: Рынок электрического каротажа (БКЗ, ПС, БК, ИК) оцениваю не более чем в 10% от общего количества исследований. В денежном выражении оценить очень сложно, т.к. объемы по годам разные, нужна выборка. В целом, оцениваю методы как косвенные и служащие в основном для привязки и корреляции разрезов.

Ред.: Какие из известных способов и методов ЭК представляются наиболее эффективными и с технологической, и с экономической точек зрения?

Георесурс: Боковой и индукционный каротаж. Удобство эксплуатации, нет ограничений по скорости каротажа, достаточное программно-методическое обеспечение. Недостаток для ИК — применение зависит от минерализации буровых растворов; недостаток для БК — отсутствие программно-методического обеспечения в случае применения в автономном варианте на трубах в боковых стволах (в том числе и проблема «удаленного» электрода).

Наиболее эффективными являются технологии зондирования пластов с фокусировкой электромагнитного поля (БК зондами различной глубинности, многозондовый ИК, ВИКИЗ). Перспективно применение электромагнитных сканирующих устройств для изучения коллекторов со сложной структурой порового пространства.

С развитием аппаратуры, реализующей электрический каротаж через обсадную колонну, появляется возможность расширить комплекс методов ГИС для оценки текущей нефтегазонасыщенности при мониторинге разработки месторождений.

Наиболее перспективным сегментом рынка электромагнитных методов ГИС, безусловно, является также каротаж в процессе бурения скважин.

В.Лаптев: В зависимости от особенностей геологического

разреза (терригенный, карбонатный, вулканогенный и др.), сопротивления бурового флюида, толщины пластов применяют те или иные комбинации методов электрометрии. Это регламентируется нормативными документами, инструкциями, действующими в российской геофизике.

Ю.Суслов: Наиболее эффективными считаю методы индукционного каротажа (ИК, ИКЗ, 5ИК, ВИКИЗ, HDIL), которые позволяют выделить пласты малой мощности.

Ред.: Считаете ли вы, что российские производители соответствующего оборудования и технологий уступают западным образцам? Как бы вы распределили корпоративные доли участников этого рынка?

Георесурс: В настоящее время отмечается некоторое технологическое отставание аппаратуры и оборудования отечественных производителей от зарубежных аналогов. Особенно это касается наиболее современных технологий (э/м сканеры, э/м каротаж в процессе бурения и т.п.), что, очевидно, связано с общим спадом в российской промышленности 90-х годов прошлого столетия, отсутствием долгое время инвестиций в научно-исследовательские разработки.

Тем не менее, практически все современные технологии, применяемые западными компаниями, имеют отечественные аналоги, правда, иногда на уровне макетов и опытных образцов.

Отставание российских производителей определяется, на наш взгляд, не только в технологиях, но и отсутствием современной школы по математическому моделированию установок электрического каротажа. Плоско-параллельные, осесимметрические допущения (2D-модель) при численном решении уравнения Максвелла с применением метода конечных разностей по сути себя исчерпали в начале 90-х годов прошлого века.

Тогда в России — в ЦГЭ (В.Друскин, А.Кашик, Л.Книжнерман) и ВНИИГИС (Л.Кнеллер, А.Потапов) — на основе численного решения прямых и обратных

задач электрического каротажа для сред с произвольным и дискретным распределением проводимости по глубине были созданы

Электрокаротаж — основа для подсчета запасов УВС, что делает эти методы незаменимыми в комплексе ГИС при исследовании скважин

основы для разработки аппаратуры БКЗ, БК, ИК и программно-методического обеспечения геофизической интерпретации.

В последние годы появилась возможность проведения электрокаротажа в скважинах, обсаженных стальными обсадными колоннами

Геофизическая интерпретация заключалась в «отбивке» пластов (зачастую вручную по каротажным диаграммам), оценке диаметра зоны проникновения, сопротивления пласта и сопротивления зоны проникновения. С тех пор развитие аппаратуры электрического каротажа шло по направлению изменения геометрии зондовых установок, количества и подключения электродов и катушек.

Новаторские конструктивные решения не подкреплялись соответствующим моделированием и программно-методическим обеспечением, для которых необходима мощная научная база. Удачным примером является ме-

Выделение слабой информации на фоне огромных помех — высший пилотаж в геофизике; пока массового применения метод не получил, но перспективы обнадеживающие

тод высокочастотного индукционного каротажного изопараметрического зондирования (ВИКИЗ), разработанный ТОО «Луч» (Новосибирск) и Институтом нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН (М.Эпов, Ю.Антонов).

Другим положительным отечественным примером является ап-

паратура НПП «Геофизика» электрического каротажа через обсадную колонну ЭКОС-31-7 с модификациями (патентообладатель — Р.Кривоносов, основные принципы — А.Кашик, моделирование — Л.Книжнерман). Из более современных разработок следует упомянуть также аппаратуру КС-МК (НЭК-1), разработанную

Новаторские конструктивные решения в этой области не подкреплялись соответствующим моделированием и программно-методическим обеспечением

под руководством В.Цоя группой компаний «Таймзикс» совместно с ОАО НПП «Герс».

В то же время на Западе с начала 1990-х годов активно ведутся работы по 3D-моделированию установок электрического каротажа методом конечных элементов. Первым результатом стало методическое обеспечение интерпретации данных электрического каротажа в горизонтальных и наклоненных стволах (чего

зотропной горной породы в вертикальных, искривленных и горизонтальных стволах скважин. Передатчики индуцируют токи в трех взаимно перпендикулярных направлениях в пространстве, а приемники измеряют соответствующие магнитные поля (Hxx, Hyy и Hzz).

Еще одним результатом 3D-моделирования применительно к исследованию трещиноватости является акустико-электрический метод — монопольно-дипольное акустическое воздействие на околоскважинное пространство приводит к колебаниям (микроремещениям) жидкости в поровом пространстве и трещинах горной породы, а колебания проводящей жидкости наводят ЭДС на ортогональные сенсоры прибора.

Одним из примеров технологического отставания в этой области является то, что воспроизвести аппаратуру сканирующего микробогового каротажа с прижимными устройствами удалось в России лишь спустя 20 лет.

В.Лаптев: В стандартных методах электрокаротажа особых отличий от Запада у российской техники нет. Примерно выступаем на равных. Вот в электрических имиджерах мы от Запада и Востока (Китай) отстали. Причина в резком отставании (в 20 раз) затрат на НИОКР в России по сравнению с аналогичными затратами в США и Китае.

Аппаратуру электрометрии в России выпускают в основном НПФ «Геофизика» (Уфа), «Нефтегазгеофизика» (Тверь), «Риалог» (Краснодар), «Луч» (Новосибирск). Есть и другие производители, но их доля не более 10%. Если расположить в ряд по уменьшению объема поставок, то, на мой взгляд, получится так: Тверь, Уфа, Луч, Краснодар.

В стандартной аппаратуре электрометрии, спускаемой в скважину на кабеле, российские производители выступают примерно на равных. Потребители привыкли к какому-то из производителей, и их трудно убедить поменять поставщика.

В автономной аппаратуре электрометрии, спускаемой в открытый ствол на буровом инструменте, конкурируют Тверь, Уфа и

Новосибирск. Здесь пока рынок не сформировался.

В целом, темп годового роста рынка ЭК — 5–10%. Все зависит от объемов бурения разведочных и эксплуатационных скважин.

Ю.Сулов: Нет, российские технологии не уступают западным образцам. На внутреннем рынке примерно 70% — это отечественные технологии.

Ред.: Ваш прогноз по поводу развития этого рынка нефтяного сервиса?

Георесурс: В последние годы значительно расширилась география объектов работ (так, например, выход в Восточную Сибирь), увеличилась глубина залегания исследуемых пластов, доля сложнопостроенных (трещиноватых и др.) и низкопроницаемых коллекторов.

Малоизученные горно-геологические условия, интенсивное внедрение современного обеспечения геологического и гидродинамического моделирования делают востребованными аппаратуру и методики интерпретации не только для подсчета запасов УВС, но и для выработки стратегии разведки, освоения и разработки месторождений на основе всестороннего изучения ФЭС горных пород.

Учитывая насыщенность отечественного парка приборов, возрастет необходимость в следующей аппаратуре: (1) сканирующей каротаж сопротивлений в скважинах, пробуренных с использованием непроводящих (микрочаротаж сопровитвления) и проводящих (акустико-электрический микросканер) буровых растворов; (2) каротаж с использованием синфазной составляющей магнитного поля (взаимно ортогональных приемопередающих антенных решеток).

Ю.Сулов: Данный сегмент рынка в принципе не предлагает новых технологий или предлагает в опытных образцах. Все, что применяется сейчас, это модернизация старых приборов (до уровня 2БК, 3БК и т.д.). Рынок будет находиться на этом уровне еще лет 15 до появления и внедрения в производство новых методов электрокаротажа. 

Сегодняшние условия добычи делают востребованными аппаратуру и методики интерпретации не только для подсчета запасов УВС, но и для выработки стратегии разведки, освоения и разработки месторождений

в России до сих пор практически нет).

Имея мощный инструмент 3D-моделирования, западные производители создали аппаратуру, оценивающую анизотропию околоскважинной проводящей среды, что, в свою очередь, позволяет оценивать трещиноватость и направление трещин коллекторов.

Современные западные приборы индукционного каротажа состоят из трех взаимно ортогональных приемопередающих антенных решеток. Данная конфигурация позволяет определять как вертикальное, так и горизонтальное электрическое удельное сопротивление ани-