

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ОЦЕНОК ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОРОД И ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Г.Г.Яценко

*ОАО «НПЦ «Тверьгеофизика»
170034, Россия, г.Тверь, просп. Чайковского, 28/2, офис 22*

Акцентируется внимание на необходимости надежных и достоверных количественных оценок вещественного состава пород-коллекторов, особенно в карбонатных разрезах, поскольку от этого напрямую зависят точность и достоверность определения емкостных характеристик коллекторов и параметров их насыщенности. Показана возможность решения этих задач по данным спектрометрических ЯФМ ГИС. Приведены примеры сравнения результатов интерпретации данных спектрометрических ЯФМ ГИС с данными керна для терригенного и карбонатного разрезов, а также некоторые примеры их применения при подсчетах (пересчетах) запасов УВС. Перечислены трудноразрешимые для обычных методов ГИС проблемы изучения сложных объектов, являющихся весомым потенциалом прироста УВ. Высказана перспективность проведения на таких объектах опытно-методических работ с применением ЯФМ исследований.

Конечным результатом интерпретации данных спектрометрических ядерно-физических методов геофизических исследований в скважинах (ЯФМ ГИС), включающих углерод-кислородный (С/О) каротаж, является построение объемной многокомпонентной модели горной породы и емкостного (порового) пространства разреза с характеристикой насыщенности пластов (начальной и текущей) и прогнозом состава притока.

Важно особо подчеркнуть, что результаты интерпретации данных ЯФМ ГИС не зависят от минерализации пластовых флюидов, поэтому эти методы можно применять для оценки K_H пластов с низкой и неизвестной минерализацией флюидов, что для обычных методов ГИС является весьма трудной, а иногда и неразрешимой задачей.

Вопросы методики комплексной интерпретации данных ЯФМ ГИС (выделение интервалов, обладающих коллекторскими свойствами, оценка вещественного состава пород с расчетом объемных содержаний макрокомпонентов породы, определение общей пористости и ее составляющих, расчет массовой и объемной глинистости, определение компонентов флюидальной модели, локализация интервалов обводнений, в том числе с неопределенной минерализацией, оценка достоверности определения характеристик пластов) достаточно полно отражены в «Методических рекомендациях по применению ядерно-физических методов ГИС, включающих углерод-кислородный каротаж, для оценки нефте- и газонасыщенных пород-коллекторов в об-

саженных скважинах», согласованных с ГКЗ Роснедра и изданных в 2006 году.

В связи с этим методики количественных оценок вещественного состава и характеристик пластов здесь рассматриваться не будут, а основное внимание будет уделено некоторым результатам их применения на конкретных объектах.

Физические основы спектрометрических ЯФМ ГИС при соблюдении требуемой технологии проведения скважинных исследований, выполнении требований к условиям измерений и наличии соответствующего метрологического обеспечения позволяют давать достаточно надежные и достоверные количественные оценки вещественного состава пород и характеристик продуктивных пластов ($h_{эф}$, K_P , K_H , $K_{ВО}$, $K_{НО}$, $K_{ввт}$), являющихся основными подсчетными параметрами при подсчете запасов углеводородов.

Достоверность определяемых по данным спектрометрических ЯФМ ГИС параметров подтверждается сопоставлением их с данными керна (рис.1). Видна очень хорошая сходимость по всем без исключения разнообразным сопоставляемым параметрам.

Опыт рассмотрения в ГКЗ оперативных подсчетов (пересчетов) запасов УВС показывает, что из-за ограниченности применяемого комплекса ГИС в открытом стволе определение K_P авторы проводят по одному из имеющихся методов. В карбонатных разрезах это чаще всего РК (ГК+НГК). Незнание вещественного состава пород в таких случаях может приводить к суще-

ственным погрешностям определяемых величин K_{Π} , а соответственно, и K_H .

На представленном рис.2 приведен такой пример по одному из месторождений Оренбургской области.

Скважина 4504 Сорочинско-Никольского ГНМ, пласт O_5 . В интервале 2224-2231 м пласт по литологии неоднороден. Верхняя его часть по данным ЯФМ – это известняки и доломиты в соотношении примерно 50:50%, нижняя часть – 90% доломиты. Авторы оперативного пересчета 2008 года использовали значения K_{Π} из оперативного заключения специалистов Оренбургнефтегеофизики (ОНГФ), которые определяли K_{Π} по $\Delta J_{\text{НГК}}$. Для верхней части она равна 10%, для нижней – 11%. По данным ЯФМ K_{Π} верхней части ~9%, нижней – 8%. Как видим, для верхней части значения K_{Π} почти совпадают. Разница для нижней части составляет 2%. У авторов K_{Π} завышено, по нашему мнению, за счет неучета значительного изменения литологии в нижней части пласта. По представленным на рисунке ниже палеткам это отчетливо видно. Только по одному методу НГК-60, которым располагали интерпретаторы ОНГФ при определении K_{Π} , учесть это не представляется возможным.

Следует отметить, что вещественный состав пород одного и того же пласта по латерали залежи не всегда выдерживается, особенно в карбонатных разрезах.

Так, например, на Львовском куполе Сорочинско-Никольского ГНМ по данным ЯФМ пласты O_2 и O_5 представлены известняками и доломитами в разных соотношениях по разным скважинам. По пласту O_2 содержание доломита изменяется в пределах от 47-50% (скважины 374, 324) до 75-84% (скважины 425, 372), по пласту O_5 – от 50% (скв. 371) до 90-94% (скважины 4504, 522). По ряду скважин для пласта O_5 характерно увеличение доломитизации в нижней части пласта.

Каких-либо закономерностей изменения вещественного состава пород пластов O_2 и O_5 по площади залежей не выявлено. Возможно, для подобного анализа количество скважин еще недостаточно. Из более чем 100 скважин, пробуренных на Львовском куполе, ЯФМ исследования в отложениях пластов O_2 и O_5 выполнены только примерно в 10% скважин.

Как видно из приведенных выше примеров сравнения результатов интерпретации данных спектрометрических ЯФМ ГИС с данными исследования керна, весьма значительный объем параметров, получаемых по данным ядерной

спектрометрии, превращает ЯФМ ГИС в своеобразную «петрофизическую лабораторию на кабеле». Практические результаты (а это уже сотни тысяч скважин в различных регионах РФ) показывают высокую эффективность и достоверность компьютеризированных технологий и методик интерпретации ЯФМ ГИС в различных геолого-технических условиях, что делает реальной основу их применения при подсчете запасов углеводородов.

Естественно, не все вопросы использования данных ЯФМ ГИС при подсчете запасов на сегодня решены на должном уровне. Требуется определенная доработка и формализация методики выделения коллекторов и определения эффективных толщин. Этим вопросом занимаются сейчас специалисты НПЦ «Тверьгеофизика».

Говоря о подсчете запасов УВС, следует отметить, что в последние десятилетия основные подсчетные параметры ($h_{\text{эф}}$, K_{Π} , $K_{\text{НГ}}$) авторы подсчетов определяют исключительно по данным ГИС, выполняемых в открытом стволе или сразу после обсадки (РК).

Результаты анализов керна и испытаний используются в основном для настройки и обоснования алгоритмов интерпретации данных ГИС и оценки достоверности определяемых при этом параметров.

Недостающие для этих целей объемы информации по керну и испытаниям могут восполнить данные ЯФМ исследований, что следует из всего вышеизложенного.

Следует обратить внимание на то, что при подсчете запасов для обычных методов ГИС существует ряд пока трудноразрешимых проблем геологического плана, связанных с изучением сложных объектов.

К сложным для изучения объектам можно отнести:

- В терригенных отложениях:
 - микрослоистые разрезы (толщины прослоев песчано-алевролитовых пород исчисляются миллиметрами, отсюда проблемы их выделения и оценки фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС);
 - тонкослоистые разрезы (толщины прослоев до десятков сантиметров, проблемы оценки удельного электрического сопротивления и ФЕС);
 - «низкоомные» продуктивные пласты, в том числе с развитой внутризерновой пористостью (высокие $K_{\text{во}}$ – до 70-80%, отсюда

проблемы «продукт-вода»);

- глинистые калий-полевошпатовые песчано-алевролитовые породы (проблемы оценки Кгл, а значит и ФЕС);
- газоносные песчаники с высокими Кп, Кг, рпл (влияние газа на акустический каротаж, плотностной гамма-гамма каротаж, нейтронный каротаж (НК), отсюда проблемы оценки Кп и Кгл);
- В карбонатных отложениях:
 - коллекторы трещинного типа (проблемы выделения и оценки параметров);
 - низкопоровые разности (проблемы коллектор-неколлектор);
 - породы с каверновой емкостью (проблемы изучения керна – нужны образцы большого размера; проблемы выделения коллекторов по ГИС, оценки их Кп и Кнг, т.к. нет связи рп с Кп и с Кв);
- наличие бора или других элементов с высоким сечением захвата нейтронов (проблемы оценки Кп по НК);
- Битумизированные и солесодержащие коллекторы (проблемы выделения и оценки коллекторов);
- Породы фундамента (сложный петрологический состав и структура емкостного пространства, отсюда проблемы выделения коллекторов и оценки их ФЕС);
- Сложные флюидальные системы:
 - залежи с газоводяным контактом (ГВК1 и ГВК2), газонефтяным контактом (ГНК1 и ГНК2);
 - различие в минерализации внутриконтурных и законтурных вод, изменение минерализации по высоте залежи и по латерали;
 - «висячие» и «корытообразные» нефтяные залежи, удерживаемые квазиколлекторами.

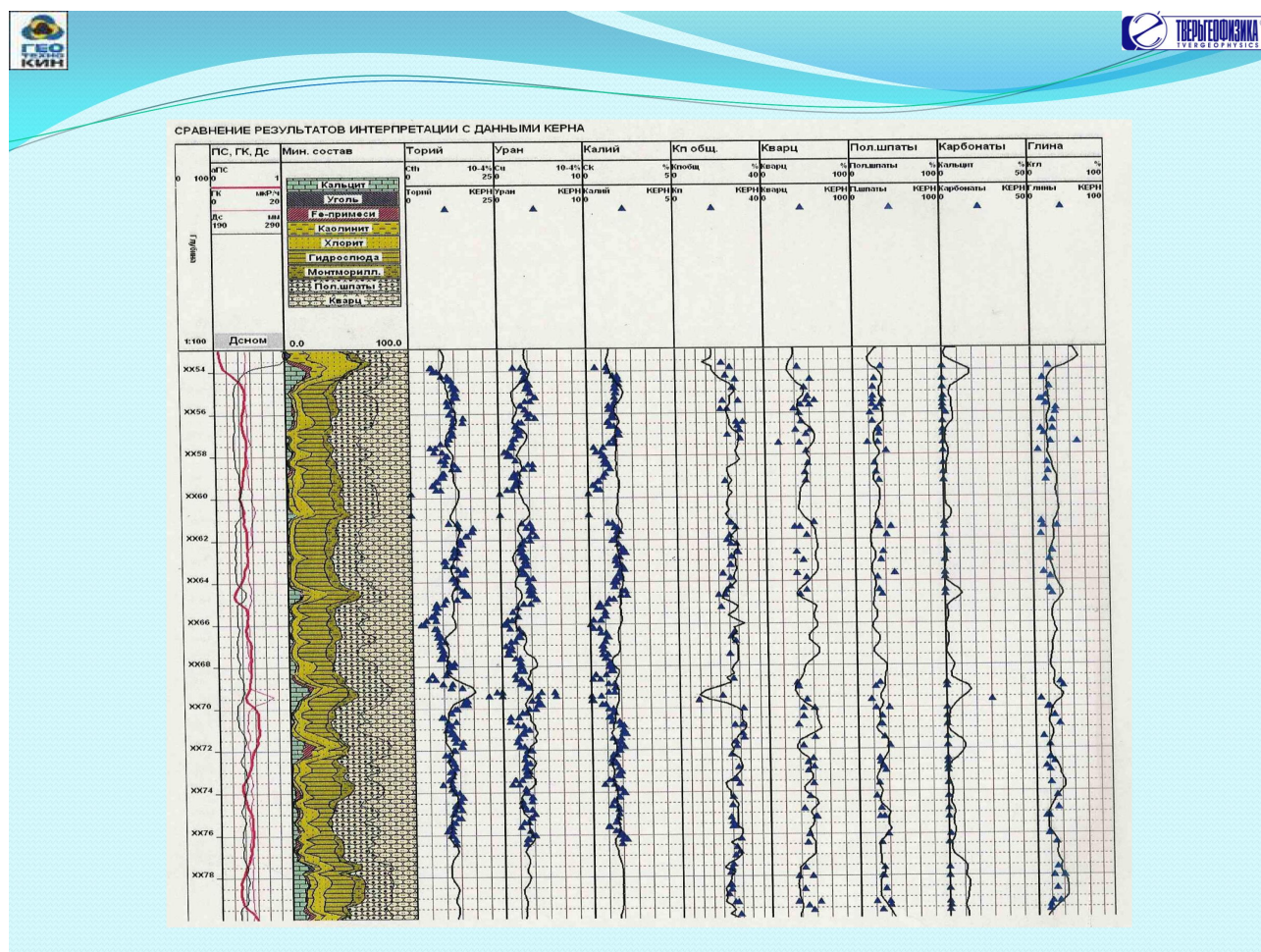


Рис. 1. Сравнение результатов интерпретации с данными керна

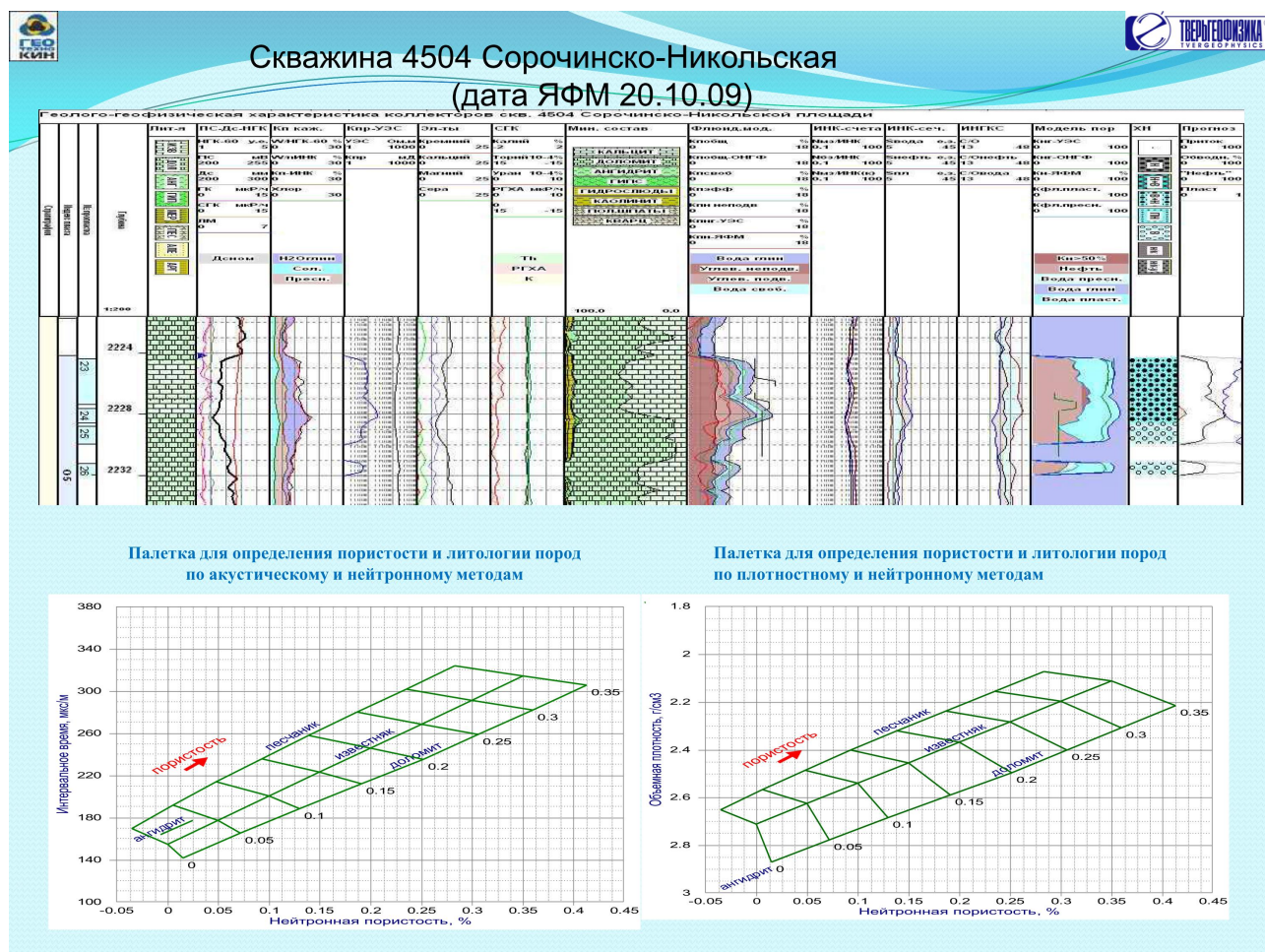


Рис. 2. Геолого-геофизическая характеристика коллекторов скв.4504 Сорочинско-Никольской площади

ЛИТЕРАТУРА

На решение проблем, связанных с изучением указанных сложных объектов, недропользователям и научным коллективам надо обратить особое внимание, поскольку такие объекты являются весомым потенциалом прироста углеводородов.

Методическое обеспечение оценки емкостных и эксплуатационных характеристик таких объектов так и не выведено на должный уровень.

С этой целью перспективно, на наш взгляд, будет проведение на таких объектах специальных опытно-методических работ с применением ЯФМ исследований.

ЕНИКЕЕВА, Ф.Х., ЖУРАВЛЕВ, Б.К., ТРОПИН, А.Н., ЧЕРМЕНСКИЙ, В.Г. 2002. Опыт промышленного применения С/О-каротажа. Проблема оценки достоверности получаемых данных. *НТВ "Каротажник"*, 100, 224-236.

ПЕТЕРСИЛЬЕ, В.И., ЯЦЕНКО, Г.Г. (под ред.) 2006. Методические рекомендации по применению ядерно-физических методов ГИС, включающих углерод-кислородный каротаж, для оценки нефте- и газонасыщенности пород коллекторов в обсаженных скважинах. ВНИГНИ, НПЦ «Тверьгеофизика». Москва-Тверь.

СОЛОХИН, В.Ю., ШАЙМАРДАНОВ, А.Ф., ЯЦЕНКО, Г.Г., ЕНИКЕЕВА, Ф.Х., МАГАДОВА, Л.А., ДАВЛЕТОВ, З.Р., ЮРКОВ, Д.И., БОГОЛЮБОВ, Е.П., МИЛЛЕР, В.В., КОПЫЛОВ, С.И. 2013. Аппаратурно-методический комплекс нового поколения многопараметрического радиоактивного каротажа – инструмент в решении задач повышения эффективности кислотных обработок скважин. *Каротажник*, 9(231).

Рецензент: д.т.н. В.М.Сеидов