

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
АО «Центральная
геофизическая экспедиция»
д.р.м. Кашик А.С.



13 сентября 2015 г.
М.П.

Отзыв

ведущей организации

на диссертацию Кауркина Михаила Дмитриевича «Лабораторное моделирование дипольных зондов каротажа сопротивлений и зондов электромагнитного каротажа с тороидальными антеннами»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Диссертационная работа посвящена научному обоснованию методики определения поперечного удельного сопротивления и коэффициента анизотропии горных пород в скважине при помощи измерений разными типами зондов и оценка перспективности применения дипольных зондов и зондов с тороидальными антеннами при геофизических исследованиях скважин на основе лабораторного моделирования.

Возникшие в последнее время проблемы определения фильтрационно-емкостных свойств и нефтенасыщенности при изучении сложных коллекторов, трудно извлекаемых запасов УВ, в том числе анизотропных поставило задачи количественного определения не только усредненного УЭС пачки переслаивающихся прослоев, но и отдельных продуктивных прослоев предельно малой толщины.

Анизотропными коллекторами частично представлены разрезы дагинской свиты на шельфе о. Сахалин, разрезы викуловской свиты на месторождениях Красноленинского свода.

Не учет анизотропии в продуктивных пластах дагинской свиты может привести к пропуску промышленно нефтеносных интервалов. УЭС продуктивных пачек анизотропных коллекторов оказывается приблизительно равным водонасыщенным изотропным коллекторам, но из них получают промышленные притоки безводной нефти. Определение коэффициента нефтенасыщенности по методикам и уравнениям предназначенным для изотропных коллекторов приводят к кратному занижению

величины K_n . Точно также, в породах викуловской свиты из коллекторов с предельно низкими УЭС получают не воду, а нефть с водой. Здесь задача осложняется тем, что все залежи нефти находятся не в предельно нефтенасыщенной зоне, а в переходной зоне недалеко от водо-нефтяного контакта. Точное и достоверное определение коэффициента нефтенасыщенности – это точное и достоверное представление запасов УВ в Государственном балансе.

В настоящее время для выделения анизотропных коллекторов используются косвенные признаки без измерения собственно параметров электрической анизотропии пласта. Существующие простые методы не решают проблему измерения ρ_p , ρ_t , ρ_n и λ , а методы типа электросканера (FMI) проводятся далеко не в каждой эксплуатационной скважине.

Теоретически показано, что с целью измерения параметров электрической анизотропии пластов кроме стандартных методов КС градиент-зондами, бокового каротажа (БК), индукционного каротажа с осевыми катушками (ИК) возможно применение дипольно-осевых и дипольно-экваториальных зондов электрокаротажа, а также индукционного каротажа проводимости с тороидальными катушками.

Задачей автора было подтвердить результаты расчетов измерениями на лабораторных макетах электрически анизотропных сред.

Разработка методических приемов измерения электрических параметров анизотропных горных пород, главным образом слоистых продуктивных коллекторов является в настоящее время актуальной задачей с точки зрения определения их начальной нефтенасыщенности и запасов УВ.

Практическая ценность работы определяется тем, что тот научный этап, над реализацией которого работал автор и заключающийся в проведении лабораторного моделирования процесса измерения параметров электрической анизотропии, является необходимым и обязательным этапом научного познания между теоретическим обоснованием метода и собственно ОКР аппаратуры для измерения в скважинах. Автором показано, что результаты лабораторного моделирования дипольно-экваториальных зондов и индукционных зондов с тороидальными катушками на анизотропных средах позволяют определить параметры анизотропных пластов с дальнейшим переходом в результате петрофизической интерпретации к величине нефтенасыщенности коллекторов.

Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения.

В главе 1, посвященной обзору методов ГИС для определения УЭС горных пород и параметров анизотропии, приведены сведения о методах, аппаратуре и основах применения различных методов ГИС, включая методы КС, БКЗ, БК, МБК, ИК, ВИКИЗ. Также автор проводит краткий обзор применения зондов с тороидальными катушками и дипольных электродондов при ГИС. В кратком виде приводятся результаты исследований российских и зарубежных геофизиков, а также описан наиболее интересный современный подход к измерению электрической анизотропии горных пород аппаратурой Rt Scanner (Шлюмберже). В выводах отмечается, что дипольные зонды и зонды с тороидальными катушками не получили широкого распространения при ГИС. Однако, наличие перспектив с исследованием электрически анизотропных коллекторов выводит измерения с такими зондами на новую ступень изучения и возможного использования в промышленных масштабах. Тем более, задача их использования в анизотропных средах упрощается тем, что угол осей анизотропии по отношению к скважине в условиях платформ при субгоризонтальном залегании пластов и прослоев практически ортогонален оси скважины. Дополнительные сложности, которые автор в диссертации не рассматривает, могут возникнуть при исследовании электрических свойств коллекторов с косослоистым напластованием (коллектора типа «рябчик» пласта АВ₁² Самотлорского месторождения), где возникает еще один параметр – угол наклона осей анизотропии к оси скважины.

В качестве замечаний к этой главе можно отметить излишнюю подробность в описании известных и давно применяемых методов электрического каротажа.

Вторая глава посвящена выбору электрической модели среды и выбору моделей, конструкций зондов, а также методике измерений в лабораторной установке.

При разработке методики лабораторных измерений автором были выявлены и устранено влияние некоторых факторов, влияющих на достоверность результатов. Это в первую очередь – выбор размеров модели и размеров зондов, окисление электродов зондов, деформация лабораторных зондов и вследствие этого изменение коэффициентов электродондов, наличие электромагнитных помех, нарушение электрических свойств модели вследствие размокания материалов, из которых создавалась анизотропная среда и т.п.

Вместе с тем, из-за излишней краткости изложения этого раздела автор не освещает многие детали процесса проведения измерений. Эти детали могут повлиять

на достоверность измерений и их необходимо указывать в метрологическом описании лабораторных измерений.

Во-первых, для тороидальных зондов не приведены градуировочные характеристики примененных зондов, частоты, на которых проводились измерения, способы исполнения и экранирования генераторных и измерительных линий, наличие или отсутствие электростатических экранов генераторных и измерительных тороидальных катушек, не приведены общие конструктивы зондов с тороидальными катушками (число витков, диаметр, μ сердечника, расстояние между катушками) хотя бы для оценки критериев подобия при моделировании; для дипольных зондов – не приведены численные значения и способы определения коэффициентов зондов, степень влияния размеров электродов и т.п.

Во-вторых, выбор параметров модели также не совсем обоснован реальными параметрами геологических сред. Выбор в качестве проводящих слоев алюминиевых листов и использование практически пресной воды в качестве вмещающих пород не позволил автору промоделировать реальную геологическую среду, адекватно отражающую по УЭС нефтенасыщенные коллектора. Однако, следует отметить, что собственно сама величина коэффициента анизотропии λ получилась реальной. Наиболее реальная среда получилась у автора с моделью со слоями картона, УЭС такой модели лежит в диапазоне 100-200 ом*м, что в принципе соответствует реальным средам.

В-третьих, неисследованной осталась проблема влияния ближней зоны и ρ_c на результаты лабораторных исследований. Влияние ρ_c пока исследовано только теоретически. Удельное сопротивление в 30 ом*м для скважины все-таки довольно много для реальных условий проведения каротажа в скважинах, пробуренных на глинистом растворе.

В третьей главе приведены решения, полученные научным руководителем соискателя для тех лабораторных моделей, которые автор диссертации использовал в своих исследованиях.

В четвертой главе приведены основные результаты работы в виде модельных кривых для дипольных зондов и зондов с тороидальными катушками. При этом были проведены измерения в моделях пластов высокого удельного сопротивления, пластов низкого удельного сопротивления, пластов с низким коэффициентом анизотропии и пластов с высоким коэффициентом анизотропии. Переменными величинами, кроме

собственно УЭСп, УЭСвм, была также мощность пласта или отношение H/L . В целом модельные кривые совпадают с рассчитанными по формулам А.Д.Каринского кривыми. В целом результаты экспериментов подтвердили теоретические расчеты как для осевых дипольных, так и экваториально-дипольных зондов.

Основным недостатком этого раздела мы видим отсутствие объяснения особенностей форм каротажных кривых, выражающихся в виде краевых, граничных и экранных эффектов. Понятия об этих эффектах и особенностях на кривых КС введены Л.М. Альпиным для зондов электрического каротажа и Ю.И.Кудрявцевым для магнитного каротажа (по принципу эквивалентности силовых линий электрического и магнитного полей от электрических и магнитных диполей.) Тем более, проявление так называемых экранных эффектов на кривых осевых дипольных зондов на границах пластов оказалось сильнее, чем на расчетных кривых (рис.4.14-4.19), влияние конечной толщины единичных слоев анизотропной среды также сильнее, чем на расчетных кривых (рис. 4.22, 4.24, 4.25) особенно в низкоомных пластах. Особенно явно для объяснения всех особенностей кривых в работе не хватает рисунка с распространением силовых линий электрического поля для моделей с экваториально-дипольными электрическими зондами.

В целом по результатам модельных экспериментов автор показал, что при расположении зондов с тороидальными катушками и дипольно-осевых зондов в скважине параметры окружающей среды будут оказывать одинаковое влияние на результаты измерений.

Кроме этого показано, что при принятии мер для уменьшения влияния электромагнитных помех зонды с тороидальными антеннами могут использоваться для определения параметров электрической анизотропной среды (сейчас при ГИС зонды с тороидальными катушками в основном используются как скважинные резистивиметры).

В пятой главе приведены примеры интерпретации результатов модельных измерений для определения параметров анизотропии модели. Представленные результаты показывают удовлетворительную сходимость реальных и полученных интерпретационных данных.

Основной практический вывод работы, состоящий в том, что экспериментально подтверждена методика определения поперечного удельного электрического сопротивления и коэффициента анизотропии по результатам измерения дипольно-экваториальными, дипольно-осевыми и индукционными зондами с тороидальными

катушками. Кроме того, получены и проанализированы экспериментальные формы кривых КС различными зондами в слоистых анизотропных пластах. Наибольший интерес представляют в этом случае кривые дипольно-экваториальных зондов.

В качестве общего замечания следует указать автору, что в названии диссертации должны были быть упомянуты термины «анизотропные среды» и название могло звучать следующим образом: «Лабораторное моделирование дипольных зондов каротажа сопротивлений и зондов электромагнитного каротажа с тороидальными антеннами в электрически анизотропных средах».

Заключение

Несмотря на высказанные замечания, диссертация Кауркина М.Д. представляет собой законченное исследование на актуальную тему, имеющее значительную научную ценность и практическую значимость. Обоснованность, достоверность научных положений, выводов и рекомендаций автора сомнений не вызывают.

Результаты исследований опубликованы в 16 статьях и тезисах докладов, из них 2 в журналах, рекомендованных ВАК.

Автореферат соответствует содержанию диссертации. Автор показал себя сформировавшимся специалистом, способным ставить и решать научные задачи. Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация Кауркина М.Д., представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является достаточным основанием для присуждения ему искомой степени по специальности 25.00.10 - геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Начальник отделения геоинформационных технологий АО «Центральная геофизическая экспедиция»,
д.г.-м..н. , проф.
тел. 8-499-192-6683 доб.119, e-mail: dtf@cge.ru

Т.Ф. Дьяконова

Зам. начальника отделения геоинформационных технологий АО «Центральная геофизическая экспедиция»,
к.т.н.
тел. 8-499-192-6683 доб.245, e-mail: eyukanova@cge.ru

Е.А. Юканова

*Подписи Дьяконовой и Юкановой
Нач. о. кадров Гитт Лемлова Н.Н.*

