

«УТВЕРЖДАЮ»

Управляющий директор
АО «Центральная
геофизическая экспедиция»
Талипов И. Ф.



«07» 09 2016 г.

М.П.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертацию Красносельских Андрея Андреевича
«Физическое моделирование зонда электромагнитного каротажа, предназначенного для
определения коэффициента электрической анизотропии горных пород»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных
ископаемых»

Диссертационная работа посвящена научному обоснованию методики определения коэффициента электрической анизотропии горных пород в скважине при помощи измерений зондом нового типа и оценка перспективности применения такого зонда при геофизических исследованиях скважин на основе лабораторного моделирования. Принципиально зонд измеряет поперечную компоненту электрического поля в ближней зоне магнитного диполя.

Актуальности и практическая значимость темы диссертации. В настоящее время для выделения в разрезе скважин пород, обладающих электрической анизотропией, используют косвенные признаки. Измерения параметров ρ_n , ρ_t или λ производятся сложными дорогостоящими способами (например, с помощью микроимджера FMI). Вместе с тем анизотропные породы могут быть представлены коллекторами углеводородов, такими как продуктивные пласты дагинской свиты на шельфе о. Сахалин, разрезы викуловской свиты на месторождениях Красноленинского свода или коллекторы с косослоистым напластованием (коллекторы типа «рябчик» пласта АВ₁² Самотлорского месторождения).

Разработка методик определения коэффициента электрической анизотропии или других параметров анизотропных горных пород, преимущественно коллекторов углеводородов является в настоящее время актуальной, но сложной задачей. На практике

знание об анизотропной природе коллектора может быть использовано при определении коэффициента нефтенасыщенности по более достоверным моделям. Это в свою очередь может позволить выделить промышленные залежи углеводородов и подсчитать их запасы.

Кроме того, через коэффициент электрической анизотропии может быть осуществлен прямой переход к такой важной петрофизической характеристике слоистого коллектора, как коэффициент слоистой глинистости. В настоящее время не существует методов ГИС для определения этого петрофизического параметра. Знание коэффициента слоистой глинистости позволит определять наиболее значимый параметр в объемном методе подсчета запасов УВ – чистую эффективную толщину нефтенасыщенного коллектора.

В качестве практической ценности работы следует отметить то, что автор выполнил необходимый этап при научном обосновании нового метода непосредственного измерения в скважине геофизического параметра – коэффициента электрической анизотропии. Физическое моделирование в общем процессе научных разработок новых методов всегда стоит по времени после формулировки идеи и решения прямых задач. Автор получил результаты физического моделирования прототипа зонда электромагнитного каротажа, измеряющего поперечную компоненту электрического поля в ближней зоне магнитного диполя, которые могут служить обоснованием для проведения следующего этапа – создания габаритного макета и проведения исследований в скважинах. Автором показаны преимущества и недостатки нового типа зонда, предложены приемы обработки и интерпретации первичных данных.

Общая характеристика диссертации. Диссертационная работа посвящена экспериментальному обоснованию методики определения коэффициента электрической анизотропии горных пород электромагнитным зондом, измеряющим поперечную компоненту электрического поля в ближней зоне магнитного диполя.. Диссертация состоит из 4 глав, введения и заключения, содержит 112 страниц машинописного текста, 48 рисунков, 4 таблицы, библиографию из 115 наименований.

В главе 1 изложены общие сведения об электрически анизотропных горных породах, возможности определения их параметров существующими методами ГИС. На примере месторождений углеводородов и рудных полезных ископаемых показано, что параметры электрической анизотропии содержат важную геолого-геофизическую информацию. Актуальность исследования автора в этой главе раскрыта достаточно убедительно, на конкретных примерах. Кроме того имеются сведения о современном состоянии проблемы определения электрических свойств анизотропных пород. Автор приводит как положительный опыт, так и недостатки, которыми обладают современные

способы решения указанной проблемы.

В качестве замечания к этой главе можно отметить излишнюю подробность в описании месторождений рудных полезных ископаемых, учитывая низкую востребованности геофизических исследований в современной рудной геологии. Кроме того, необходимо было показать какие именно геологические и петрофизические параметры горных пород окажется возможным оценивать при измерениях коэффициента электрической анизотропии.

Во второй главе приведены результаты математического моделирования электрического поля переменного магнитного диполя в моделях анизотропных сред (однородная анизотропная среда и анизотропный пласт в изотропной вмещающей среде). Тот факт, что в ближней зоне переменного магнитного диполя электрическое поле не зависит от удельного электрического сопротивления, а зависит из электрических параметров среды только от коэффициента электрической анизотропии, послужил основой для проведения физического моделирования. Кроме того дана оценка влияния допустимых погрешностей измерения угла наклона оси скважины к оси анизотропии и поперечной компоненты электрического поля на точность определения искомой величины коэффициента электрической анизотропии. Требования можно признать доступными для достигнутого в настоящее время уровня развития измерительной техники. В частности, скважинные наклономеры позволяют определять элементы залегания пласта с точностью до 1-2 градусов.

Глава 3 содержит описание условий проведения физического моделирования: устройство прототипа зонда и моделей анизотропных пластов, а также те технические и методические решения, внедренные автором для учета и уменьшения влияния разного рода помех, которые неизбежно возникают при любых измерениях. Основные результаты для разных условий физического моделирования составляют наиболее представительную часть главы и диссертационной работы в целом. На основе этой главы первое и второе защищаемые положения можно считать вполне аргументированными.

Автором впервые получены экспериментальные данные для нескольких моделей среды, для прототипов зондов с изменяемым расстоянием от источника до датчиков поля и при изменении других параметров (частота сигнала, угол между осью зонда и осью анизотропии, мощность анизотропного пласта). Можно констатировать, что данные полученные в ходе данного исследования и ранее полученные теоретические зависимости (приведенные в главе 2) в целом согласуются.

Технические решения, заключающиеся в применении специальных материалов и фильтрации сигналов, являются распространенными способами уменьшения влияния

помех на результаты измерения. Вместе с тем, несмотря на меры к снижению влияния помех, можно видеть на кривых физического моделирования проявления краевых, граничных и экранных эффектов. Для зондов электрического каротажа эти эффекты были рассмотрены еще в работах Л.М. Альпина, магнитного – Ю.И. Кудрявцевым. Влияние названных эффектов на экспериментальные кривые следует признать в целом более сильным, чем на результаты математического моделирования. Автор не приводит обстоятельного описания особенностей зарегистрированных им кривых, а также влияния названных эффектов на результаты измерений.

В качестве недостатков также можно отметить следующие:

- автор нигде не приводит, что всё-таки измеряется зондом на модели - какая комбинация из двух величин ΔU_{MN} и ΔU_{MINI} . Можно только догадываться, что это сумма квадратов ΔU_{MN} и ΔU_{MINI} .

- для доказательства теоретически установленного вывода о том, что в ближней зоне магнитного диполя поперечное электрическое поле зависит только от коэффициента электрической анизотропии и не зависит от компонент УЭС, следовало бы провести измерения предлагаемым зондом против модели изотропного пласта с сопротивлением ρ_p в однородных вмещающих с удельным сопротивлением $\rho_{вм}$.

В главе 4 предложены основные подходы к методике определения коэффициента электрической анизотропии по результатам физического моделирования нового зонда. Примеры определения коэффициента анизотропии приведены для моделей с разным коэффициентом анизотропии от нескольких десятков, до первых единиц. Даже в случае, когда коэффициент анизотропии превышает единицу на десятые доли процента, автору удалось количественно оценить его величину. В этой главе автор раскрывает содержание третьего защищаемого положения на достаточно представительном и хорошо иллюстрированном материале. Заметим, что автором методика реализована на основе номограмм, полученных при математическом моделировании для модели однородной анизотропной среды.

Не совсем понятна практическая ценность определения коэффициента λ , если он всего на десятые доли процента превышает единицу. В практике интерпретации ГИС за изотропный пласт принимается такой пласт, в котором коэффициент анизотропии меньше 1,1. А превышение единицы на десятые доли это заведомо изотропная среда.

Заключение

Отмеченные недостатки не уменьшают актуальности темы, практической значимости и достоверности результатов исследования соискателя. Их разумно

рассматривать как рекомендации для дальнейших научных исследований.

Диссертация Красносельских Андрея Андреевича «ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОНДА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАРОТАЖА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ ГОРНЫХ ПОРОД» – научно-квалификационная работа, выполненная на хорошем уровне.

Основные результаты данного исследования опубликованы в рецензируемых научных журналах, в том числе 2 в журналах из списка ВАК, прошли апробацию на научных конференциях.

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

Диссертация Красносельских А.А., представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является достаточным основанием для присуждения ему искомой степени по специальности 25.00.10 - геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Даем согласие на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

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

Е.А. Юканова

Подписи Дьяконовой Т.Г. и Юкановой Е.А. заверяю.
Начальник отдела кадров



Пеплова Н.Н.