

Отзыв  
официального оппонента Владимира Алексеевича Шевнина  
на диссертационную работу Красносельских Андрея Андреевича " Физическое моделирование зонда электромагнитного каротажа, предназначенного для определения коэффициента электрической анизотропии горных пород ", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Диссертация А.А. Красносельских состоит из 4 глав на 112 стр. текста, 48 рисунков, 4 таблиц, библиография: 115 названий (работ на русском языке - 74%, на иностранных языках - 26%).

Работа посвящена вопросу оценки электрической анизотропии пород пересеченных буровой скважиной с помощью зонда электромагнитного каротажа. Влияние электрической анизотропии на результаты измерений в скважинах в последнее время всё больше привлекает внимание специалистов-геофизиков. Это связано с тем, что электрически анизотропные горные породы являются благоприятной средой для локализации некоторых полезных ископаемых. Автору диссертации вместе с научным руководителем удалось получить такой зонд, который измеряет коэффициент анизотропии пород, и при этом на его показания не влияет сопротивление пород.

Во **введении** автором раскрывается актуальность, поставленные цели и задачи, научная новизна и практическая значимость их решения, личный вклад при проведении научных и экспериментальных работ, практическая апробация результатов исследований.

В первой главе диссертации рассмотрены типы месторождений полезных ископаемых в анизотропных породах, рудные и нефтегазовые. Показано, что изучение анизотропии пород в скважинах является важной задачей и разработка методики определения анизотропии пород в скважинах, несомненно, **актуальна**.

Вторая глава диссертации посвящена вопросам теории электрического поля переменного магнитного диполя в моделях анизотропной среды. Теоретически показано, что в ближней зоне переменного магнитного диполя электрическое поле зависит лишь от коэффициента анизотропии среды и не зависит от ее сопротивления, что служит обоснованием для изложенного далее физического моделирования. Здесь же показано, что мнимая составляющая электрического поля в ближней зоне больше действительной составляющей, что позволило при физическом моделировании заменить измерение мнимой составляющей более простым измерением компоненты электрического поля  $E_y$ .

Автор честно предупреждает читателей, что при совпадении оси переменного магнитного диполя и оси анизотропии (угол  $\alpha$  между ними равен  $0^\circ$ ) чувствительность к анизотропии оказывается нулевой и предложенная технология не работает. При этом автор верит, что условие, когда значения угла  $\alpha \geq 10^\circ - 15^\circ$  и  $\alpha \leq 82^\circ - 85^\circ$  выполняется чаще, чем когда  $\alpha < 10^\circ - 15^\circ$ . Однако эта проблема нуждается в более внимательном обсуждении. Что делать, если скважина перпендикулярна слоистости и угол  $\alpha$  равен  $0^\circ$ ?

Глава 3 - Физическое моделирование прототипа нового по конструкции зонда электромагнитного каротажа, вместе с главой 4 составляет основное содержание диссертации.

Разработана физическая модель анизотропного пласта, пересекаемого скважиной под острым углом к оси анизотропии. Создан прототип зонда индуктивного возбуждения электрического поля, реагирующий на величину анизотропии, и не зависящий от сопротивления среды. Большое внимание автор уделил влиянию помех и решениям для уменьшения их влияния. Проведено физическое моделирование в условиях как очень малых значений анизотропии, так и высоких значений анизотропии, для чего созданы две модели,

только из листов мебельного картона и с чередованием листов картона и листов полиэтилена. Т.к. полиэтилен дает очень высокий коэффициент анизотропии, предложено уменьшить его путем создания отверстий в полиэтилене с определенной плотностью. И эта работа проведена с опорой на теорию ЭМ каротажа. В целом, из материалов главы 3 вполне логично следует формулировка и доказательство первого и второго защищаемого положения.

Глава 4 - Определение коэффициента анизотропии моделей пластов по результатам физического моделирования посвящена важнейшему вопросу интерпретации измерений и определению коэффициента анизотропии. Так как коэффициент анизотропии зависит не только от амплитуды электрического поля, но и от угла  $\alpha$ , требуются дополнительные измерения для оценки величины угла. Пока оценка  $\lambda$  проводится по номограммам, что не очень удобно. Но если предлагаемый зонд сможет найти практическое применение, то вероятно будут найдены более технологичные способы оценки  $\lambda$ . В целом, материалы 4 главы, опирающиеся на физическое моделирование обосновывают третье защищаемое положение.

По работе автором так были сформулированы защищаемые положения:

1. Результаты физического моделирования для трёхмерных моделей среды показали, что при измерениях в модели скважины параметры окружающей скважину среды и характеристики зонда оказывают влияние на результаты измерений, близкое к тому, которое было ранее определено по результатам математического моделирования для более простых моделей среды.
2. По результатам измерений с зондом новой конструкции в моделях пластов, пройденных скважиной, при остром угле  $\alpha$  между осью скважины и осью анизотропии пласта, можно выделить электрически анизотропные пласты в изотропной вмещающей среде.
3. Доказано, что при определённых условиях по результатам измерений с прототипом зонда электромагнитного каротажа новой конструкции можно количественно определить коэффициент анизотропии пройденных скважиной пластов.

Наибольшей значимостью обладает положение 2, это квинтэссенция работы А.А. Красносельских. А вот положение 1 сформулировано слабо и в нагромождении слов плохо видно, что физическое моделирование дало те же результаты, что и математическое.

Предложенный автором зонд для оценки коэффициента анизотропии имеет большое практическое значение, отличается существенной научной новизной. Поэтому рекомендую автору направить свои усилия на создание действующего скважинного зонда подобной конструкции и его опробования в реальных скважинах.

В диссертационной работе выявлено некоторое количество ошибок.

Ссылки. На стр.13 есть ссылка на работу [101]. "Для геологических сред, в частности пластов коллекторов углеводородов, явление электрической анизотропии было установлено в 20-х годах прошлого века [101]". В списке литературы: "101 - Hantek – производитель измерительного оборудования". Подобная ошибка является прямым следствием нелепой и просто вредной системы цитирования по номеру работы в общем списке, одобряемой ВАК. ВАК допускает использование альтернативной системы цитирования по фамилии автора и году публикации, принятой в большинстве стран мира, которую в России часто игнорируют. Редкий читатель будет смотреть список литературы, каждый раз, когда он видит ссылку на номер работы, в результате важный элемент научного языка - ссылки, практически не работает, или же из-за частых ошибок в номерах списка литературы работает неправильно. Когда автор хочет сослаться на работу, он, как правило, помнит автора, тогда зачем он превращает автора в некий номер, действующий только в данной работе и не действующий в других. Читатель видит ссылку на номер, а чтобы установить, кто спрятан за этой ссылкой, должен посмотреть список литературы в конце работы. Когда работ более сотни, вероятность ошибки весьма велика, добавление еще одной работы или изменение порядка их перечисления требуют смены номеров и не всегда это происходит без ошибок. Совершенно

непонятно, зачем авторы играют в эти глупые прятки, путаются сами и путают читателей. В тех случаях, когда автор перечисляет ведущих специалистов по именам (стр.4-5), он не указывает их работы, год публикации, фамилии иностранных специалистов переводит на русский язык. То есть это не ссылки.

Проверка номеров публикаций с 60 по 115 на наличие ссылок обнаружила лишь 7 ссылок (из 56 работ), из них две ссылки были с ошибками (63 и 101), а на 49 из 56 работ этой части списка ссылок вообще нет. Когда ссылок лишь 12% от числа работ, почему бы не сослаться так, как принято в большинстве стран мира - по фамилии автора и году публикации.

На стр.37 при описании формулы 2.3 автор действительную (Re) и мнимую (Im) компоненты электрического поля называет реактивной и активной компонентами, что вносит некоторую путаницу в изложение. Эти компоненты принято называть действительной и мнимой.

Ряд опечаток, выявленных в работе, указан непосредственно автору для их исправления.

В итоге анализа диссертации, автореферата и знакомствами с публикациями соискателя по теме диссертации я пришел к следующим заключениям:

1. Представленная работа логично и содержательно раскрывает реализацию поставленных целей и задач. Основные ее результаты достаточно полно раскрыты в автореферате и опубликованных работах соискателя. Высказанные по ходу рассмотрения диссертации замечания не снижают ее научной и практической значимости.

2. Работа написана хорошим языком, четко структурирована и сопровождается рисунками, полно иллюстрирующими и поясняющими основные положения диссертации.

3. Каждое из защищаемых положений является результатом проведения оригинальных экспериментальных исследований, оценкой достоверности получаемых результатов, проводимых на основе использования современных методов решения прямых и обратных задач (путем расчета и моделирования) для неоднородных и анизотропных сред, не вызывая сомнений в достоверности полученных выводов и заключений.

4. Наиболее весомая значимость работы определяется тем, что на основе теоретического анализа существующих подходов к изучению анизотропии пластов вокруг оси скважины и экспериментальных исследований, выполненных с использованием современных средств физического моделирования электромагнитных полей, создана новая методика скважинных исследований, обеспечивающая определение коэффициента анизотропии толщи или пласта ограниченной мощности, что может быть использовано при изучении рудных, нефтяных и газовых месторождений, связанных с анизотропными пластами.

5. Приведенные в работе примеры оценки коэффициента анизотропии в скважине как для очень слабой анизотропии, так и для максимально сильной, показывают результативность и востребованность предлагаемой технологии и прототипа зонда для оценки анизотропии. Достоверность полученных материалов не вызывает сомнений.

6. Основные результаты опубликованы в рецензируемых журналах, а также докладывались на научных конференциях и семинарах. Две статьи опубликованы в журналах списка ВАК. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа А.А. Красносельских удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в соответствии с п. 7 Положения о порядке присуждения ученых степеней, в частности, в работе изложена новая научно обоснованная технология электромагнитных измерений в скважинах для оценки коэффициента анизотропии, имеющая существенное значение для изучения рудных, нефтяных и газовых месторождений, связанных с анизотропными пластами; а сам диссертант заслуживает присуждения ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

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

Профессор кафедры геофизических методов исследования земной коры Геологического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, доктор физ.-мат. наук

В.А. Шевнин  26.08. 2016 г.

119991, Москва, Ленинские горы, МГУ, ГЗ, Геологический факультет, каф. геофизических методов исследования земной коры,

Тел.: +7 495 9394963; +7 903 0016024, Email: [shevninvlad@yandex.ru](mailto:shevninvlad@yandex.ru)

«Подпись В.А. Шевнина заверяю»

Декан Геологического ф-та МГУ  
Академик





Д.Ю. Пушаровский