

Кузнецов Василий Маркович
кандидат технических наук, Почетный нефтяник,
Отличник разведки недр, пенсионер
адрес: [REDACTED]

тел. моб. [REDACTED]
eMail: [REDACTED]

12 апреля 2021 г

Отзыв
на диссертацию
Гриневского Антона Сергеевича
«МЕТОДЫ АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНИЗОТРОПИИ ГОРНЫХ
ПОРОД, ВЫЗВАННОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТЬЮ»
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа Гриневского Антона Сергеевича посвящена исследованию подходов к изучению трещиноватости горных пород на основе комплекса сейсмических данных и геофизических скважинных данных. При этом набор данных ограничен:

1. Регистрация наземной сеймики не трехкомпонентная, т.е. для решения обратной задачи используются векторные параметры, а входные данные скалярные.
2. Отсутствуют данные ВСП, необходимые для создания фоновой модели включая региональную составляющую напряженного состояния.
3. Азимутальность наземных данных недостаточна.
4. Ограничение по объёму или отсутствие волновой акустики или кросс-дипольного каротажа.

Все эти ограничения сказываются на корректности решения обратных кинематической и динамической задачах оценки параметров анизотропии и, соответственно, трещиноватости. В большинстве случаев это приводит к невозможности решения задачи количественной оценки распределения плотности трещин и их ориентации в пластах-коллекторах.

Задача по минимальному количеству данных (экономия заказчика на методике для достижения заранее неизвестной цели) определить максимальную выгоду (направленность бурения, распределение добывающих и нагнетательных скважин, оптимизация ГРП и т.п.) будет всегда актуальна, поэтому тема диссертации Антона Сергеевича лежит в русле и находится на передовом крае науки о геофизических методах разведки нефти и газа.

Рассмотрим, насколько корректно и результативно автор решил поставленные задачи и защитил формулировки результатов своих идей данной работы.

Вводная часть работы по структуре соответствует требованиям ВАК. В части постановочных задач – задача № 2 «Изучить характер влияния трещиноватости, зарегистрированной по данным ГИС, на упругие свойства горных пород (в рамках теории эффективных сред) и на сейсмическое волновое поле» достаточно тривиальна, поскольку этому посвящено множество работ и результаты весьма представительны.

В первой главе диссертации рассмотрены подходы к амплитудно-частотному анализу сейсмических данных для анизотропных сред. Здесь рассмотрены типичные анизотропные модели, хотя не упомянута среда с наклонной осью симметрии ТТ1, генезис анизотропных сред. Сделан обзор методов изучения анизотропии. К сожалению, акцент сделан только на компрессионной составляющей волнового поля, хотя в дальнейшем делаются выводы о преимуществах сдвиговой компоненты при азимутальном анализе. Приведен обзор подходов к оценке коэффициентов отражения от кровли анизотропных сред различной симметрии в зависимости от азимута и угла подхода волнового фронта (ориентации нормали к фронту) и методов азимутального анализа амплитуд отражений (AVOAz) в различных модификациях. Рассмотрены методы моделирования упругих свойств трещиноватой среды. Рассмотрено

влияние трещиноватости на упругие свойства горных пород в соответствии с теорией эффективных сред и моделями Хадсона и Шёнберга. Выводы к этой, фактически обзорной главе, сформулированы несколько расплывчато, но не вызывают возражений.

Вторая глава посвящена подходам к моделированию трещиноватости коллектора на основе скважинных данных для карбонатного коллектора Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Исходными данными для моделирования служили данные пластового электрического имиджера и кросс-дипольного акустического каротажа. Исследовалось влияние субвертикальных трещин на амплитудные характеристики отражения в зависимости от азимута сагиттальной плоскости и удаления ПВ-ПП для узко- и широкоазимутальных данных. Очень важным аспектом в этом разделе является оценка требований к исходным данным, позволяющим получать корректные оценки параметров трещиноватости. Для конкретных сейсмо-геологических условий рассчитаны параметры методики полевых наблюдений и соотношения с/п (правда нет определения, что является помехой – в частности, трещиноватые интервалы могут быть источником регулярного и нерегулярного шума). Показана возможность двумерной аппроксимации для оценки трещиноватости по модели, что делает модель трещин более реалистичной. На основе результатов, полученных в этом разделе подтверждено первое защищаемое положение - данные скважинного микроимиджера и кросс-дипольного акустического каротажа могут быть использованы для моделирования сейсмического отклика от трещиноватого анизотропного пласта. Это позволяет оценивать информативность азимутальных AVO-атрибутов в зависимости от степени трещиноватости и качества сейсмических данных. К сожалению автором помимо требований к методике полевых наземных работ не акцентировано внимание на минимально необходимом комплексе ГИС (помимо микроимиджера и дипольной акустики) и ВСП (НВСП) – это в значительной мере усилило бы практическую значимость работы.

В третьей главе диссертационной работы Антоном Сергеевичем рассмотрены и опробованы подходы к прогнозным оценкам трещиноватости по наземным данным 3D-1С на основе азимутальной AVA инверсии. Здесь автор описывает методические приемы и особенности AVA для азимутального анализа, приводит созданный им алгоритм расчета параметров анизотропии на основании зависимостей инвертированных упругих свойств от азимута, описывает подход к стабилизации решения AVOAz для оценки параметров анизотропии. Неясно, почему для подтверждения корректности выбранной аппроксимации $V_s/V_p \approx 0.5$ предлагается увеличить это отношение до 0.6 – ведь такие значения характерны для очень плотных пород, а для основной массы коллекторов V_s/V_p лежит в пределах 0.4-0.55. На конкретных примерах он показывает работоспособность и ограничения применимости предлагаемых им подходов для решения поставленных задач. Не согласен с утверждением автора о том, что «проблема построения фоновой модели параметров анизотропии пока не решена». Комплекс 3D-3С, ВСП-НВСП и волновой акустики (при соответствующем качестве и детальности) часто решат эту проблему. Конечно, это достаточно дорогостоящие работы и заказчик не идет на такие расходы. Особый интерес вызывает раздел «Применение азимутальной инверсии со стабилизацией на месторождении Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции», поскольку на нем опробованы основные идеи автора включая регуляризацию азимутальных данных и расчета синтетики по уравнениям Рюгера. Следует признать, что для столь малопредставительных данных для решения обратной задачи в среде НТІ (ТТІ) результат получен весьма убедительный.

Подводя итог, следует сказать, что автором внесен значимый личный вклад в развитие технологии решения обратной динамической задачи по изучению параметров трещиноватости при недостаточной полноте априорных данных и их качестве. Работа имеет также большое прикладное значение, что убедительно показано на конкретных результатах, полученных в различных нефтегазоносных провинциях: Разработанный автором алгоритм процедуры регуляризации на основе уравнений Рюгера успешно применен на конкретных данных. Диссертация представляет законченное научное исследование, выполненное на хорошем научном уровне. Ее автор проявил себя как квалифицированный научный работник, владеющий

современными методами исследования и способный решать серьезные научные проблемы. Диссертант проявил умение сжато, логично и аргументировано излагать содержание и результаты своих исследований. Общее замечание по стилю изложения - очень часто автором используются термины «угол падения» и «азимут падения», при этом, догадываясь о падении чего идет речь (фронта волны, оси или плоскости анизотропии) нужно из контекста. Остальные замечания, изложенные выше, ни в коей мере не снижают ее научную значимость. Диссертация соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата наук. Тема диссертации соответствует заявленной специальности и Гриневский Антон Сергеевич вполне достоин присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Кандидат технических наук
Почетный нефтяник,
Отличник разведки недр



/Кузнецов В.М./