

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Козяева Андрея Александровича
«Выделение повышенной кавернозности в карбонатных отложениях путем комплексирования данных ГИС и азимутальных характеристик рассеянных сейсмических волн на примере рифейского коллектора Юрубчено-Тохомского месторождения»

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук

по специальности «1.6.9 – геофизика»

Диссертация Козяева А.А. представляет собой исследование в области геофизики и посвящена изучению методов прогноза фильтрационно-емкостных характеристик пород на основе комплексирования данных ГИС и характеристик рассеянных сейсмических волн на примере уникального по запасам нефтегазоконденсатного Юрубчено-Тохомского месторождения.

Актуальность работы определяется подавляющим вкладом в структуру ресурсов и запасов месторождений с карбонатным типом коллектора во всем мире. В то же время, высокая гетерогенность и анизотропия свойств коллектора, обусловленная существенным вкладом постседиментационных процессов, требует особого внимания к прогнозу характеристик пласта в межскважинном пространстве по данным сейсморазведки.

Высокая значимость диссертационных исследований для нефтяной отрасли и экономики страны связана с уменьшением традиционных запасов локализованных в гранулярных типах коллектора, а так же вводом в эксплуатацию магистральных нефтяных и газовых трубопроводов в Красноярском, Иркутской и республике Саха (Якутия).

Объектом исследования в работе являются карбонатные осадочные горные породы на предмет разработки методики выделения в них зон повышенной кавернозности. Соответственно, основная **цель исследований** - обеспечить геологическое обоснование оптимального освоения месторождений углеводородов, приуроченных к карбонатным породам, путем создания и внедрения методики выделения зон повышенной кавернозности карбонатных отложений по данным ГИС и 3D сейсморазведки на основе построения азимутального распределения

рассеянных волн.

В качестве основных задач исследования автором обозначены:

- Определить роль повышенной кавернозности в освоении пробуренных эксплуатационных скважин;

- Разработать методику выделения повышенной кавернозности карбонатных отложений на основе комплексирования данных ГИС и 3D сейсморазведки.

Сформулированные задачи исследований являются значимыми и актуальными для обеспечения оптимальной разведки и разработки месторождений с карбонатным трещинно-кавернозным типом коллектора.

Полученные результаты обеспечивают полное достижение поставленной цели, за счёт получения количественного прогноза распространения интервалов повышенной кавернозности, по данным ГИС и 3D сейсморазведки, а также определения влияния наличия кавернозности в разрезе пласта на показатели разработки.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 112 наименований. Во введении автором определен объект исследования обоснована актуальность, поставлены цели и научные задачи, представлена методология исследований, сформулирована научная новизна защищаемых результатов, а также указаны их теоретическая и практическая значимость.

В **первой главе** диссертации соискателем приведен обстоятельный обзор известных решениях поставленной научной задачи, анализируются их достоинства и недостатки, что обосновывает актуальность и значимость выбранной темы диссертационной работы, выбор методов исследований.

Во **второй главе** диссертации рассматриваются предпосылки, методика и результаты выделения интервалов повышенной кавернозности по данным ГИС, что является основой второй научной задачи. Наиболее точные результаты выделения интервалов повышенной кавернозности получены в результате интерпретации изображений пластовых микросканеров (UBI и FMI), что обуславливается высокой разрешающей способностью метода, в сравнении со стандартным комплексом ГИС и подтверждается анализом кернового материала. Для скважин, не изученных пластовыми микросканерами использовалась установленное граничное значение

общей пористости более 6%, обоснованное статистическим анализом данных керна и результатов интерпретации ГИС.

В **третьей главе** автором диссертации определяется роль повышенной кавернозности в освоении пробуренных эксплуатационных скважин, что является решением первой научной задачи работы. За основу взята классификация типов трещинных резервуаров Р.А. Нельсона, что позволяет опираться не только на фактические выводы, полученные по изучаемому месторождению, но и общемировую практику.

Анализ распределения фактических данных полученных на Юрубчено-Тохомском месторождении, показал, во-первых, низкую продуктивность карбонатов с пористостью менее 6%, во-вторых, эти области соответствуют разным типам коллекторов по классификации Р.А. Нельсона.

Анализ стартовых значений и динамики роста обводнённости и газового фактора в зависимости от вскрытия интервалов кавернозности, показал, что скважины быстрее обводняются и имеют относительно высокие показатели обводнённости на старте, если в разрезе не зафиксированы интервалы повышенной кавернозности.

Оптимальность и обоснованность полученных решений подтверждается согласованностью с влиянием типов коллекторов по Р.А. Нельсону на показатели разработки.

В **четвёртой главе** диссертации соискателем в полной мере решается вторая научная задача - разработана методика выделения повышенной кавернозности карбонатных отложений на основе комплексирования данных ГИС и 3D сейсморазведки. В основу методики положены результаты численного моделирования волновых полей, показавшего, что наиболее эффективным инструментом для разделения энергии рассеянных волн на сформированную от скопления трещин и кавернозного пласта будет аспектное отношение рассеяния (АОР).

Высокие значения АОР (стремятся к единице) характерны для кавернозной структуры пустотного пространства карбонатных коллекторов, в то время как близкие к нулю значения АОР являются признаком трещинного коллектора.

Дано описание методики расчёта АОР. Для прогноза интервалов повышенной

кавернозности использован куб аспектного отношения рассеяния в комплексе с энергией рассеянных волн и результатами интерпретации ГИС (пластовые микросканеры). В результате исследований установлена прямая, линейная взаимосвязь между долей интервалов повышенной кавернозности в разрезе и комплексным сейсмическим параметром, с коэффициентом аппроксимации, равным 0,8. Используя полученное уравнение регрессии и комплексный сейсмический атрибут была построена прогнозная карта доли повышенной кавернозности в продуктивной части рифейского коллектора.

Необходимо отметить внутреннее единство, грамотность и продуманность структуры диссертации А.А. Козяева. Автореферат соответствует тексту диссертации и даёт полное представление о содержании и результатах диссертационной работы.

При анализе диссертации возникли следующие замечания и вопросы:

1. В первой главе автор утверждает о целесообразности применяемых им подходов для прогноза повышенной кавернозности в продуктивной части коллектора на стадии разработки месторождения. При этом он не указывает на ограничения применяемой методики, связанные с плотностью бурения и перечнем выполненных исследований в скважинах. Учитывая анизотропию карбонатных резервуаров, велика вероятность ошибки в прогнозах и рекомендациях к постановке поисковых и разведочных скважин и, как результат, пропуск залежей углеводородов. Возможно-ли применение защищаемой в диссертации методики на поисково-разведочном этапе остается не понятным.
2. В третьей главе автор утверждает, что «...проницаемость трещинного коллектора кубически зависит от раскрытости трещин следовательно, незначительное увеличение раскрытости может привести к значительному увеличению проницаемости, без изменения пористости...». Для изучения Юрубчено-Тохомского месторождения автор использует модифицированный график $K_p-K_{пр}$ ($K_{прод}-K_{п.макс}$). При этом, автором не рассматривается условия проводки, а также мероприятия по интенсификации притоков в скважинах для которых выполнен анализ. Учитывая, что довендская эрозионная поверхность характеризуется

аномально низкими пластовыми давлениями, ее проходка скважинами в большинстве случаев сопровождается поглощением промывочной жидкости, вплоть до нарушения циркуляции. При ликвидации поглощений ожидаемым результатом становится значительная кальматация трещин в околоскважинном пространстве, приводящая к сокращению общей раскрытости трещин.

3. В 4 главе автор справедливо замечает, что на полученную модель оказывают влияние целый ряд факторов. В том числе, одна из неопределенностей связана с развитием вблизи довендской эрозионной поверхности зон тонкого переслаивания пород или выклинивания определенных литотипов. Другим примечательным фактом, описанным автором, является тяготение участков повышенной трещиноватости и кавернозности к палеоврезам в довендскую эрозионную поверхность. Должен заметить, что в данном случае, участки повышенной трещиноватости первичны и обуславливают основные палеогеоморфологические формы и их простираие. В этом случае, было бы не лишним привлечь прогнозную геологическую карту довендской эрозионной поверхности, а также анализ кинематики дизъюнктивных нарушений.

Приведенные выше вопросы и замечания носят исключительно рекомендательный характер и не снижают высокую оценку научно-квалификационной работы на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук Козяева А.А.

На основе анализа диссертации и опубликованных работ по её теме (6 статей в рецензируемых изданиях и 5 в материалах международных конференций) можно с уверенностью утверждать, что работа выполнена на актуальную тему, результаты и выводы, сформулированные в диссертации, имеют высокую степень обоснованности и достоверности, а также обладают научной новизной и высокую практическую значимость.

Диссертация А.А. Козяева соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней для учёной степени кандидата наук, это научно-квалификационная работа, в которой представлены новые решения для

выделения повышенной кавернозности в карбонатных отложениях путем комплексирования данных ГИС и азимутальных характеристик рассеянных сейсмических волн, имеющие существенное значение как для повышения информативности сейсморазведки как метода, так и с практической точки зрения, для обеспечения геологического обоснования оптимального освоения месторождений углеводородов, приуроченных к карбонатным породам

Считаю, что диссертационная работа А.А. Козяева «Выделение повышенной кавернозности в карбонатных отложениях путем комплексирования данных ГИС и азимутальных характеристик рассеянных сейсмических волн на примере рифейского коллектора Юрубчено-Тохомского месторождения» по специальности 1.6.9 «геофизика», полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук.

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки к процедуре аттестации научных работников.

27.01.2022 г.

Зав. лабораторией интерпретации

данных сейсморазведки

АО «СНИИГГиМС»

канд.геол.-минер.наук

Процко А.Н.

Подпись Процко А.Н. удостоверяю.

Мат.отдела документ. обеспечения
Должность

Процко А.Н.
Подпись (Расшифровка)

Телефон: +7-923-195-34-72

Почтовый адрес: АО «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья» пр. Красный, 67, г. Новосибирск, 630091

Эл. почта: protsko@sniiggims.ru