

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 кавернозности горных пород за счёт комплексирования данных ГИС и характеристик рассеянных сейсмических волн. Исследования выполнены на примере Юрубчено-Тохомского месторождения, одного из крупнейших нефтегазоконденсатных месторождений в Восточной Сибири.

Актуальность работы определяется возрастающей ролью месторождений с карбонатным типом коллектора в структуре запасов и добычи нефти и газа в России. В то же время, опыт геологоразведки и разработки карбонатных отложений показывает, что такие коллектора характеризуются высокой гетерогенностью и анизотропией свойств, что 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 запуском в разработку месторождений с карбонатным трещинно-каверновым типом коллектора в Красноярском крае (Куюмбинское, Юрубчено-Тохомское и т.д), Иркутской области (Северно-Даниловское) и республике Саха (Якутия (Тас-Юряхское, Талаканское и т.д).

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 в работе 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 113 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 решений поставленной научной задачи, анализируются их достоинства и недостатки, что обосновывает актуальность и значимость выбранной темы диссертационной работы, выбор методов исследований.

Во **второй главе** диссертационной работы Козяева А.А. рассматриваются предпосылки, методика и результаты выделения интервалов повышенной кавернозности по данным ГИС, что является составной частью второй научной задачи. Наиболее точные результаты выделения интервалов повышенной кавернозности получены в результате интерпретации изображений пластовых микросканеров (UBI и FMI). Это связано с большей разрешающей способностью метода, в сравнении со стандартным комплексом ГИС, что подтверждается

сопоставлением результатов интерпретации с керном. Для скважин, не изученных пластовыми микросканерами использовалась отсечка по значениям общей пористости более 6%, обоснованная статистическим анализом данных керна и результатов интерпретации ГИС.

В третьей главе диссертации предлагается решение первой научной задачи – определение роли повышенной кавернозности в освоении пробуренных эксплуатационных скважин. За основу взята классификация типов трещинных резервуаров Р.А. Нельсона, что позволяет опираться не только на фактические выводы, полученные по изучаемому месторождению, но и экстраполировать их с учётом изучения аналогов по всему миру.

Анализ модифицированного графика K_p - $K_{пр}$, построенного по фактическим данным полученным на Юрубчено-Тохомском месторождении, показал, что скважины вскрывшие интервалы повышенной кавернозности и не вскрывшие, во-первых, находятся на этом графике в разных областях, 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 (AOP).

Высокие значения AOP (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. Куб аспектного отношения рассеяния в комплексе с энергией рассеянных волн и результатами интерпретации ГИС (пластовые микросканеры) использованы для прогноза интервалов повышенной кавернозности. 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 диссертационной работы возникли следующие замечания и вопросы:

1. В работе мало освещена тема влияния поверхностных неоднородностей, трапповых интрузий на результаты интерпретации рассеянных сейсмических волн. Поверхностные неоднородности оказывают существенное влияние на результаты интерпретации отраженных волн, в этом свете было бы интересно увидеть, на сколько данные аномалии осложняют интерпретацию рассеянной компоненты.

Приведенные выше вопросы и замечания несколько не отражаются на в целом высокой оценке диссертационной работы 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.

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.

14.02.2022 г.

Начальник отдела моделирования
и комплексного анализа геолого-геофизических
данных

ООО «СИГМА-ГЕО» _____ Шелохов Иван Антонович

Подпись Шелохова Ивана Антоновича удостоверяю.

Генеральный директор ООО «СИГМА-ГЕО»

_____/Ю.А. Агафонов

Должность

Подпись (Расшифровка)

Телефон: 89643546681

Почтовый адрес: 664039, г. Иркутск, ул. Звездинская, дом 6, пом. 7, а/я 3

Эл. почта: sia@sigma-geo.ru