

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 поиска и прогнозирования кавернозности пород с помощью объединения использования данных ГИС и различных анизотропных характеристик сейсмических волн. Исследования выполнены на примере Юрубчено-Тохомского месторождения.

Актуальность работы определяется высокой значимостью трещинных и кавернозных коллекторов для добычи нефти и газа в России. Понимание и правильный учет анизотропии свойств карбонатных отложений имеет ключевую роль и требует детального анализа данных сейсморазведки.

Объектом исследования в работе являются карбонатные породы, а предметом исследования – создание методики и подхода к нахождению зон повышенной кавернозности. Таким образом, **цель исследований** – на основе комплексирования анализа азимутального распределения рассеянных волн из сейсмических данных и данных ГИС выделить зоны повышенной кавернозности карбонатных пород, что позволит получить оптимальный обоснованный план разработки и добычи углеводородов.

Основные задачи, обозначенные в работе:

- Определить взаимосвязь повышенной кавернозности с данными эксплуатационных скважин
- Создать подход к нахождению областей с повышенной кавернозностью с помощью данных 3D сейсморазведки и ГИС

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** автор указывает объект исследования, цели и задачи, обосновывает актуальность работы и ее новизну, а также приводится методологическая основа, научные результаты и их значимость, личный вклад автора.

В **первой главе** автор детально обзорекает существующие решения поставленной задачи, предоставляется информация об их применимости и ограничениях, в особенности в карбонатных отложениях с различной структурой порового пространства – трещины и каверны. Тем самым автор обосновывает актуальность темы диссертационной работы.

Во **второй главе** рассматриваются предпосылки и сам анализ данных ГИС и керн для обнаружения зон повышенной кавернозности. Это является частью первой научной задачи. Указаны несколько ключевых предпосылок, такие как: повышение выноса керн из зоны с вероятно повышенной кавернозностью; результаты эксплуатации, указывающие на различные типы коллектора и другие. Повышенная кавернозность лучше всего выделялась с помощью пластовых микросканеров (UBI и FMI). Однако, данные микросканеры присутствовали в небольшом количестве скважин. Для остальных скважин использовалась отсечка по пористости, которая была основана на данных керн и интерпретации ГИС. Таким образом, данные с микросканеров участвовали в построении модели и атрибутом анализе, а данные, полученные по отсечке, – в качественном анализе.

В **третьей главе** описывается решение первой научной задачи – анализ влияния кавернозности на показатели эксплуатационных скважин. Основой является классификация трещинных резервуаров Р.А. Нельсона. Наиболее эффективным подходом к разделению различных типов коллектора указан анализ графика Кп-Кпр по фактическим данным, по которому скважины вскрывшие зоны кавернозности заметно отличаются от не вскрывших и соотносятся с разными типами коллектора по Р.А. Нельсону. Анализ зависимостей показателей разработки, таких как стартовые значения и рост обводненности, от кавернозности также согласуется с типом коллекторов по Р.А. Нельсону.

В **четвертой главе** автором решается вторая научная задача – выделение зон повышенной кавернозности, используя одновременно данные ГИС и данные сейсморазведки. Благодаря использованию полноволнового сейсмического моделирования, удалось установить, что аспектное соотношение рассеяния (АОР) наилучшим образом разделяет рассеянные волны от трещин и от каверн. Далее в

данной главе описана методика расчета АОР, энергии рассеянных волн и анизотропии с помощью азимутальной фокусировки рассеянных волн с ориентированными локальными апертурами с доработками. Куб АОР, рассеянных волн и интерпретации ГИС были взяты за основу прогнозирования кавернозности в межскважинном пространстве. Два сейсмических куба были объединены в один комплексный атрибут, и был произведён корреляционный анализ со скважинными данными. В результате данных расчетов была обнаружена сильная взаимосвязь – коэффициент аппроксимации 0.8. Из полученного уравнения регрессии была рассчитана прогнозная карта повышенной кавернозности 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. Автор указывает на высокую степень неоднородности трещин и каверн, однако финальный прогноз происходит не в 3D пространстве, а по карте, что может в некоторой степени ухудшить точность прогноза.
2. Уравнение регрессии из зависимости АОР – NTG было взято за основу прогнозирования повышенной кавернозности, однако не была произведена количественная оценка прогностической точности, например, методом валидации.

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.

10.02.2022 г.

Должность

Консультант по геологии и геофизике

Место работы

Schlumberger

Дорофеев Павел Андреевич

Подпись Дорофеева Павла Андреевича удостоверяю.

СПЕЦИАЛИСТ СУП
ВЕРАКСА Е.В.

Должность

Подпись (Расшифровка)

Телефон: +7 905 726 68 98

Почтовый адрес: г. Москва, 16 А, Ленинградское шоссе, стр.3, 125171

Эл. почта: pdorofeev@slb.com