

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Савицкого Яна Владимировича «**Изучение особенностей структуры пустотного пространства коллекторов методом рентгеновской томографии керна**», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Актуальность тематики диссертационной работы.

Современные технологии играют ключевую роль в исследованиях горных пород, а метод рентгеновской томографии является одним из самых перспективных и актуальных направлений в этой области, наряду с такими методами как электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ и другие типы томографии. Компьютерная рентгеновская томография входит в группу методов неразрушающего контроля, которая наряду с оценкой плотности и состава образцов горных пород, обладает возможностью реконструировать трехмерные модели объектов исследований, что является очень важным при изучении их свойств.

Кроме того, рентгеновская томография открывает новые пути исследований воздействий, происходящих внутри горных пород, таких как нагрузки, распределение флюидов и т.п. Это позволяет лучше понять физико-химические процессы, происходящие в горных породах, для разработки более эффективных методов их изучения и эксплуатации.

Таким образом, данная работа актуальна и имеет большое значение, в виду исследования новых возможностей в геологии месторождений углеводородного сырья.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

В диссертации выдвинуты следующие положения:

- Установлено, что исследования, выполненные методом рентгеновской томографии, позволяют оценить неоднородность емкостного пространства с учетом пустот различных типов.
- Разработана методика визуализации порового пространства моделей керна, созданных методом компьютерной рентгеновской томографии для пород-коллекторов с межзерновым типом пористости.
- Обоснована необходимость применения метода рентгеновской томографии для изучения изменений структуры пустотного пространства при воздействии на керн различных технологий.

Автор экспериментально - аналитически достаточно обосновал данные положения и выводы, главные, из которых заключаются в том, что рентгеновская томография может эффективно использоваться для оценки пористости различных горных пород, особенно пород-коллекторов с межзерновым типом. Проведенные исследования достоверно показывают, что метод требует индивидуального подхода в зависимости от типа породы. Пригодность метода демонстрируется проведенной оценкой технологий повышения нефтеотдачи при разработке месторождений, делая его важным инструментом инженеров и геологов в нефтегазовой индустрии.

В работе методом рентгеновской томографии изучено более 300 образцов керна, что позволило создать значительную базу цифровых моделей.

Результаты диссертационного исследования прошли апробацию и верификацию в научных статьях, конференциях, в том числе международного уровня. Кроме того, автором получено два патента по тематике исследований.

Научная новизна диссертационного исследования.

Проведенные исследования, несомненно, имеют научную новизну. Савицким Я.В. получены новые результаты, характеризующие структуру порового пространства и его количественные параметры, сопровождаемые всесторонним статистическим анализом. В работе уделено большое внимание индивидуальному подходу к литологическим типам коллекторов, что позволяет усовершенствовать методики анализа и интерпретации данных. Автором разработана методика выделения порового пространства в образцах с межзерновым типом пористости и предложен оригинальный подход к визуализации порового пространства моделей керна для пород-коллекторов терригенного состава. Представленные виды работ, методика и полученные результаты являются новыми научными данными и нигде ранее не описаны.

Таким образом, научная новизна данного исследования состоит в разработке инновационного подхода к анализу горных пород с использованием рентгеновской томографии, что может привести к получению новых знаний и применению результатов исследований в различных областях

Значимость полученных результатов для науки и практики.

Диссертация имеет научную значимость благодаря проведенному анализу данных томографии образцов керна, по результатам которого разработана методика выделения и измерения порового пространства в цифровых моделях образцов коллекторов. Научные выводы и рекомендации, представленные в работе, могут быть использованы для развития дальнейших исследований при изучении горных пород и применения в данной области методов рентгеновской томографии.

Практическая значимость диссертации заключается в использовании полученных результатов при петрофизических исследованиях для горнодобывающих и нефтегазовых предприятий. В частности, разработанная методика выделения порового пространства в терригенных коллекторах необходима для создания новых программных продуктов анализа керна.

Выводы автора касательно применимости метода при исследовании различных технологий воздействия на горные породы являются весьма ценными в планировании производственных процессов предприятий, занимающихся хранением и исследованием керна. Кроме того, разработанные методики и подходы могут быть использованы для оптимизации процессов изучения керна и дальнейшей его цифровизации.

Таким образом, полученные в диссертации результаты имеют большую перспективу для практического применения в петрофизике, геологии пород-коллекторов и в нефтегазовом секторе в целом, включая формирование отраслевых стандартов.

Оценка содержания диссертации, степени ее завершенности и качества оформления.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 139 наименований. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Изложение характеризуется последовательностью и логичностью. Работа написана на хорошем научном языке, оформление аккуратное и соответствует требуемым стандартам. Поставленные в работе цели выполнены в полном объеме. Диссертационное исследование Савицкого Я.В. является полноценной и завершенной научно-квалификационной работой, ее содержание в полной мере соответствует заявленной научной специальности.

Замечания и вопросы по работе:

1. Приведенный в третьей главе алгоритм «отсечки» для образцов с межзерновым типом порового пространства рассматривается только для стандартного размера и меньше. Вместе с тем, автором в предыдущей главе описывается методика сопоставления стандартного и полноразмерного керна. Из текста работы неясно, как учитывается масштабность исследований при выделении отсечки на полноразмерном керне и насколько это корректно в плане экстраполяции и интерполяции интегральных характеристик образцов, различных по размеру. От каких основных факторов зависит граница проведения отсечки и может ли она меняться в пределах одного образца, т.е. быть динамической?

2. Возможно ли выполнение идентификации трещин на предмет техногенного или естественного их происхождения?

3. Чем обусловлена разница граничных значений коэффициента пористости 10-15% при разделении на две группы одной и той же серии из 48 образцов различного литологического состава (рисунки 1.9.3., 1.9.4.).

4. По каким критериям осуществлялась типизация порового пространства горных пород в стандартном керне?

5. С чем связано смещение значений условной рентгеновской плотности пустотного пространства и их различный диапазон на представленных гистограммах распределения?

6. При выполнении математического моделирования рентгеновского излучения целесообразно было бы включить в расчеты несколько моделей из существующих стандартных материалов (полипропилены, мембраны) с известными характеристиками для последующей верификации (физического моделирования) на установке КТ. Какие численные методы использованы автором при реализации способа решения прямой задачи рентгеновской томографии?

7. Сопоставление влияния различных рентгеноконтрастных составов в экспериментах томографии флюидонасыщенных образцов керна, наглядней было бы показать на однотипных образцах породы или искусственных материалах. Выполнялся ли сравнительный анализ возможности методов КТ и МРТ при воздействии на породу сшитым гелем?

8. В чем преимущество предложенного метода определения гидрофобности керна относительно методов, использующих показатели массы?

9. Следует отметить, замечания связанные с опечатками в тексте (графике), мелким шрифтом подписей к некоторым рисункам и шкалам, а также отсутствие масштабов и расшифровки ряда аббревиатур.

Указанные выше замечания не отрицают ценность и качество представленной диссертационной работы, и не влияют на её высокую оценку.

Заключение.

Диссертация «Изучение особенностей структуры пустотного пространства коллекторов методом рентгеновской томографии керна», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, соответствует требованиям раздела 2 «Порядка присуждения учёных степеней в ПНИПУ» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», принятого на заседании Учёного совета ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г. и утверждённого ректором ПНИПУ 09.12.2021 г., а её автор, Савицкий Ян Владимирович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Официальный оппонент,

заместитель генерального директора по науке
Общества с ограниченной ответственностью
Научно-исследовательское, проектное и
производственное предприятие по
природоохранной деятельности «НЕДРА»,
доктор технических наук
(25.00.08 Инженерная геология,
мерзлотоведение и грунтоведение)

AV

Татаркин Алексей Викторович
14.12.2023 г.

Контактные данные:

ООО НИПППД «НЕДРА»;
614064, г. Пермь, ул. Льва Шатрова, 13а;
Тел: +7 (342) 249-10-55; Email: nedra@nedra.perm.ru

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

AV

AV

Татаркин Алексей Викторович
14.12.2023 г.

Подпись Татаркина Алексея Викторовича заверяю:

*Руководитель сектора кадрового
Хромова Светлана Сергеевна
14.1.*

