

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

На диссертационную работу Попова Никиты Андреевича

«Разработка методов дифференциации пород-коллекторов по их петрофизическим свойствам для пермокарбонной залежи Усинского месторождения нефти», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.11 – Геология, поиски и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

**Актуальность исследований.** Актуальность выбранной соискателем темы не вызывает сомнений. Соискатель поставил себе цель разработать специальные методики дифференциации пород-коллекторов по их петрофизическим свойствам в зависимости от фациальной зональности при изучении трещинно-каверново-поровых коллекторов для повышения эффективности разработки пермокарбонной залежи Усинского месторождения нефти высокой вязкости.

В работе он не только разработал методические рекомендации, но и успешно применил их для построения трехмерной модели пермокарбонной залежи Усинского месторождения нефти, описывающей распределение зональности фильтрационно-емкостных свойств в пространстве с учетом классификации шлифов по Данему.

### **Рассмотрим содержание работы по главам.**

Глава 1 посвящена обзору состояния изученности и разработки пермокарбонной залежи Усинского месторождения нефти высокой вязкости.

На основании анализа всех полученных результатов по определению коллекторских свойств удалось установить, что породы-коллекторы пермокарбонной залежи Усинского месторождения нефти обладают неоднородными, но в основном достаточно хорошими фильтрационно-емкостными свойствами, что в свою очередь, связано с литолого-генетическими закономерностями распределения пор, каверн и трещин, а также с их морфологическими особенностями. Несмотря на высокую изученность кернового материала, до сих пор не решен вопрос дифференциации фильтрационно-емкостных свойств в зависимости от фациальной зональности отложений. В результате исследований был сделан вывод о том, что проблема с одной стороны актуальна, а с другой, не в полной мере изучена.

Информативность полученных результатов исследований керна можно повысить путем дифференциации петрофизических свойств пород по структуре пустотного пространства и минерального состава, в том числе в зависимости от фациальной принадлежности.

По главе имеются замечания.

В главе не приведен сводный геолого-геофизический разрез пермокарбонной залежи Усинского месторождения нефти с интервалами отбора исследуемого керна.

Во второй главе приведены результаты по дифференциации типов пород по структуре пустотного пространства на основе изменения коэффициентов накопленной корреляции открытой пористости и газопроницаемости. Из всей изученной выборки по 29 скважинам Усинского месторождения на 9936 образцах стандартного размера на основании литолого-петрографических исследований выполнено деление на 4 типа коллекторов по структуре пустотного пространства: трещинный коллектор (3,2% образцов из всей выборки), трещинно-каверново-поровый тип коллектора (14,7%), порово-кавернозный (30,9%), поровый (51,2%). Исходя из проведенного анализа для пермокарбонной залежи Усинского

месторождения было установлено, что основными типами коллекторов являются порово-каверновый коллектор и поровый (суммарный вклад двух этих типов коллекторов составляет 82,1%). Для выделенных зон неоднородности получен свой полином уравнения связи. Полученные линейные дискриминантные функции являются статистически значимыми, в связи с этим в дальнейшем их можно применять для разделения образцов керна по структуре пустотного пространства без проведения дополнительного специального комплекса исследований. Полученную информацию об изменении фильтрационно-емкостных свойств в зависимости от типа структурного пространства в дальнейшем необходимо учитывать при выборе режимов разработки Усинского месторождения, проведения гидродинамического моделирования, размещения скважин первоочередного эксплуатационного бурения.

По главе имеются замечания.

Учитывая, что по результатам петрофизических исследований, основным типом пористости являются порово-кавернозный коллектор, для повышения достоверности выводов можно было привести геофизический разрез по комплексу РК-БК-АК по которому уверенно выделяются данный тип коллектора.

В третьей главе изложены методика классификации типов пород по Данему и фациям с использованием шлифов нефтяного месторождения и применением технологии глубокого обучения нейронной сети. С целью проведения классификации пород был разработан цифровой формат для описания шлифов в карбонатных отложениях, который позволил сформировать базу данных по описанию шлифов керна для пермокарбонной залежи Усинского месторождения. Сформированный цифровой формат послужил в качестве информационной основы для получения математической модели, которая на основе фотографии шлифа определяет его класс по Данему и другие параметры.

В четвертой главе по результатам анализа экспериментов по определению взаимосвязи между коэффициентом вытеснения нефти водой от фациальной зональности и температуры проведения была установлена их математическая зависимость. Показатели добычи работы скважин соотносятся с полученными ранее фильтрационно-емкостными параметрами фациальных зон, самой высокой продуктивностью. характеризуется зона органических построек.

На основе всех полученных данных была построена трехмерная геологическая модель с учетом которой было предложено размещение скважин первоочередного бурения.

К главе имеются замечания.

Учитывая большое разнообразие литологического состава пород в выделенных фациальных зонах по площади, можно предположить, что это может быть связано не только с площадным разнообразием фаций, а и с вертикальной фациальной цикличностью отложений, определение которой позволило бы повысить достоверность построения геологической модели месторождения.

**Степень достоверности и обоснованности** научных положений, выводов и рекомендаций основаны на анализе существующего состояния проблемы исследования сложнопостроенных коллекторов в лабораторных условиях с применением образцов керна, применении современных методов и средств экспериментальных исследований, использовании статистических методов для выявления погрешностей в определениях, подтверждении теоретических положений данными экспериментальных исследований подкреплена большим объемом фактического материала, тщательным анализом полученных результатов.

**Новизна выводов** заключается в разработке новых методических приемов к исследованию - ФЕС. Установлены изменения коэффициентов накопленной корреляции открытой пористости и газопроницаемости, которые позволяют выделить участки с разным типом структуры порового пространства.

Применен цифровой формат, позволяющий проводить классификацию типов пород по Данему и фациям с использованием шлифов и технологии обучения нейронной сети.

Определены уравнения взаимосвязи между коэффициентом вытеснения нефти водой, фациальной зональностью, пористостью, газопроницаемостью при разных температурах для пермокарбоневой залежи Усинского месторождения нефти высокой вязкости.

Построена трехмерная модель месторождения с учетом классификации шлифов по Данему.

**Заключение.** Диссертационная работа Попова Никиты Андреевича соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» и является завершенной научно-квалификационной работой, в ней решена научная проблема-создание методов исследования сложнопостроенных коллекторов в лабораторных условиях с применением шлифов имеющая важное значение для развития нефтегазовой отрасли страны.

По научному содержанию, форме изложения материала и по полученным результатам и выводам диссертация соответствует требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.11-Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, а ее основные положения опубликованы в открытой печати. Работа отвечает всем требованиям ВАК к кандидатским диссертациям. Отмеченные в отзыве недостатки не являются принципиальными, не подвергают сомнению достоинств работы и не снижают общего положительного впечатления о ней. Ее автор, **Попов Никита Андреевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.11- Геология, поиски и разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Официальный оппонент: доктор геолого-минералогических наук,  
профессор кафедры геофизики ФГАОУ ВО «Пермский государственный  
национальный исследовательский университет»

« 7 » февраля 2023 г.

Губина А.И.

Губина Августа Ивановна  
ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский  
университет»

Почтовый адрес: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, д.15,  
телефон: +7(342) 217-10-95.

E-mail: gubinaai@pitc.pnsh.ru

Докторская диссертация защищена по специальности 25.00.12 – Геология,  
поиски и разведка горючих ископаемых



Викой заверяю  
Губина А.И.