

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Разницына Александра Вячеславовича** на тему «*Повышение эффективности изучения карбонатных пород нефтегазовых залежей методом ядерного магнитного резонанса*», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

Известно, что карбонатные породы характеризуются сложным строением пустотного пространства, определяющего коллекторские свойства, что обусловлено как особенностями осадконакопления, так и влиянием вторичных (постседиментационных) преобразований. Исследование керн продуктивных отложений лабораторными методами является единственным прямым источником информации о структуре порового пространства. Одним из таких инструментов является метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР), применение которого вкуче с другими методами позволяет всесторонне изучать особенности строения коллекторов нефти и газа. В связи с этим диссертационное исследование является весьма **актуальным**.

**Целью работы** является повышение эффективности изучения карбонатных пород нефтегазовых залежей путем разработки методических подходов к применению метода ЯМР в комплексе лабораторных исследований керн.

**Объектом исследования** является керн ассельско-сакмарских продуктивных отложений Ярейюского месторождения (Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция, Россия) и продуктивных отложений формации Мишриф месторождения Западная Курна-2 (Месопотамская нефтегазоносная провинция, Республика Ирак). **Предметом исследования** является структура пустотного пространства изучаемых отложений.

В результате проведенных исследований соискателю в полной мере удалось обосновать следующие **положения**:

1. Комплекс информативных петрофизических параметров, получаемых по данным стандартных и ЯМР-исследований керн, которые позволяют выделять литолого-петрофизические и петрофизические типы сложнопостроенных карбонатных пород месторождений нефти и газа.

2. Математико-статистические модели на основе информативных петрофизических параметров, позволяющие прогнозировать литолого-петрофизические и петрофизические типы сложнопостроенных карбонатных пород месторождений нефти и газа.

3. Схематические модели строения пустотного пространства выделенных петрофизических типов сложнопостроенных карбонатных пород, которые могут быть использованы при обосновании петрофизических моделей месторождений нефти и газа.

**Научная новизна** представленной работы состоит в следующем:

1. Предложен новый подход к петрофизической типизации сложнопостроенных карбонатных пород, основанный на комплексировании результатов стандартных и ЯМР-исследований керн, а также данных петрографического описания шлифов.

2. Впервые показана возможность выделения литолого-петрофизических типов сложнопостроенных карбонатных пород, основанного на результатах интерпретации данных ЯМР-исследований керн и микролитологического описания шлифов.

3. Построены петрофизические зависимости на основе выделения петротипов изучаемых отложений.

**Теоретическая и практическая ценность работы** сводятся к следующему:

1. Показанные возможности использования метода ЯМР в комплексе лабораторных исследований керна дают предпосылки к развитию новых способов интерпретации результатов ЯМР-релаксометрии и расширяют область применения данного метода.

2. Предложенные подходы литолого-петрофизической и петрофизической типизации отложений изучаемых месторождений могут быть применены для выделения типов сложнопостроенных карбонатных пород, слагающих продуктивные пласты других месторождений нефти и газа (акт о внедрении Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми).

3. Построенные петрофизические зависимости исследуемых залежей нефти и газа необходимо использовать при петрофизическом обеспечении геолого-гидродинамического моделирования, что позволит значительно повысить точность подсчета запасов и эффективность системы разработки.

Защищаемые положения и полученные выводы в целом хорошо обоснованы и подкреплены достаточным количеством фактического материала. Результаты исследований докладывались автором на отраслевых конкурсах и конференциях. Основные положения работы опубликованы в ряде научных статей, в том числе в ведущих рецензируемых научных изданиях.

**Замечания:**

1. Размерность структурного параметра  $N$  лучше было бы привести в мкм, чем в  $мД^{0,5}$ .

2. Оценка размеров радиусов поровых каналов по результатам капиллярных исследований проводилась, видимо, как для гидрофильных коллекторов ( $\cos \Theta=0$ ). Но карбонатные породы могут характеризоваться разной смачиваемостью – от гидрофильной до гидрофобной. Поэтому оценка радиусов поровых каналов имеет качественный, но не количественный характер.

3. На рис. 6 приведены осредненные гистограммы распределения ЯМР-интенсивностей от времени поперечной релаксации  $T_2$  с выделенными фиксированными общепринятыми отсечками граничных значений глинисто-связанной воды и микропористости, капиллярно-связанной и капиллярно-свободной воды. В таблице 2 приведены диапазоны изменения времен граничных отсечек  $T_2$  и их средние значения, отделяющие свободный флюид от связанного. Средние значения  $T_{2гр}$  отличаются от общепринятых и зависят от класса пород. Также отличаются значения  $T_{2гр}$  для глинисто-связанной воды и микропористости. Для определения скорректированного времени граничной отсечки, отделяющее свободный флюид от связанного, методика общеизвестна, то какая методика использовалась для оценки скорректированного значения  $T_{2гр}$  глинисто-связанной воды и микропористости?

4. При выделении литолого-петрофизических типов карбонатных пород по керну месторождения Западная Курна-2 использовалась классификация Данхема, а по керну ассельско-сакмарских отложений Ярейюского месторождения классификация пород отсутствует.

5. Для прогноза петрофизических типов карбонатных пород использовались линейные дискриминантные функции  $Z$ . При этом для отложений Ярейюского месторождения использовались две переменные ( $\sqrt{K_{пр}/K_{оп}}$ ,  $FFI/BVI$ ), для

месторождения Западная Курна-2 - семь переменных ( $T_2$ logmean, Ков,  $T_2$ гр, Кэфп, FFI/BVI, Кп, Кпкав). С чем связано это различие?

6. Результаты типизации пород проведены на образцах стандартного диаметра 30 мм, поэтому они не охватывают породы с трещинно-каверновой пустотностью, размеры которых сопоставимы или превышают размеры стандартного образца.

Несмотря на указанные замечания, критически они не влияют на ценность работы. Автор правильно указывает, что дальнейшие работы должны быть связаны с переносом полученной информации на скважинные данные и последующем применении в геолого-гидродинамических симуляторах, проведение исследований в термобарических условиях и на полноразмерном керне.

Считаю, что диссертационная работа Разницына А.В. отвечает требованиям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (п. 9), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений.

Эксперт по физике пласта,  
управление НИОКР ЦИК, ООО  
«ТННЦ», к.ф.-м.н.

 Фадеев А.М.



Я, Фадеев Александр Михайлович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

#### Контактные данные:

Почтовый индекс, адрес: 625048, г. Тюмень, ул. Максима Горького, 42  
Телефон: +7(3452) 792-578, +7(963) 4551935  
E-mail: amfadeev@tnc.rosneft.ru

Подпись Фадеева Александра Михайловича заверяю:

«06» 12 2021 г.

  
  
Вторичное АЕ  
07.12.2021