

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
АЛЬМЕТЬЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ**

**Материалы Международной  
научно-практической конференции**

**ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

**Том 1**



**приуроченной к 60-летию  
высшего нефтегазового образования  
в Республике Татарстан**

**г. Альметьевск**

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Воздействие капиллярных сил на распределение воды и нефти в природных ловушках Когалымского месторождения* / Ю. Я. Большаков, Ю. В. Батыров // *НТЖ «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений» М. :ВНИИОЭНГ – 2016. – № 2. – С. 25–29.*
2. *Особенности моделирования куба нефтенасыщенности сложно построенных залежей с переходной зоной «нефть–вода» на примере Северо–Покурского месторождения* / Р. Х. Гильманова, Д. М. Васильев, А. А. Махмутов // *Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2014. – № 12. – С. 21–25.*

УДК 550.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПОИСКЕ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ НА ОСНОВНОЙ ЗАЛЕЖИ БАВЛИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ GEOLOGICAL MODELING TO SEARCH FOR REMAINING OIL IN PLACE IN MAIN PETROLEUM PLAY OF THE BAVLY FIELD

**И. В. Мельников, М. Ш. Магдеев, М. В. Федотов**

(I. V. Melnikov, M. Sh. Magdeev, M. V. Fedotov)

**Инженерный центр ПАО «Татнефть»**

(Engineering Center of OJSC TATNEFT)

В статье рассматривается новая фациально-дизъюнктивная геологическая модель при поиске остаточных запасов на Основной залежи Бавлинского месторождения.

The article is about a new facial-disjunctive geological model to search for remaining oil in place in the main play of the Bavlly field.

**Ключевые слова:** геологическая модель, обстановка осадконакопления, типизация разрезов, разломы.

**Key words:** geological model, sedimentation environment, cross-section typing, faults.

С начала разработки основной залежи Бавлинского месторождения из пашийского горизонта добыто 96,2 % от начальных извлекаемых запасов. Утвержденный КИН - 0,596 д. ед., текущий - 0,574 д. ед., обводненность – 95 %. Перед разработчиками стоит вопрос: каким образом экономически эффективно добыть остаточные извлекаемые запасы углеводородов?

Одним из способов решения этого вопроса может быть проведение геолого-гидродинамического моделирования с целью уменьшения падения добычи за счёт выявления остаточных запасов нефти в слабодренлируемых и тупиковых зонах, и последующим планированием комплекса ГТМ. Возможности прежней геологической модели, на которой были построены все геолого-технические мероприятия, проводимые на месторождении, исчерпаны и градиент падения добычи нефти продолжает увеличиваться.

Отложения пашийского горизонта залегают на размытой поверхности муллинских отложений. Литологически представлены, в нижней части, преимущественно мелкозернистыми песчаниками (89%), которые выше переходят в алевролиты (11%). В верхней части залегают глинистые породы. Песчаники и алевролиты, слагающие пласт Д<sub>1</sub>, по данным ГИС нередко переслаиваются глинистыми прослоями. Коэффициент песчаности пласта Д<sub>1</sub> составляет 0,859 доли ед., расчлененности – 2,215 доли ед.. Кровля пашийского горизонта отбивается по поверхности размыва, над которой залегают репер «верхний известняк». Таким образом, в пашийском горизонте на основной залежи размыв внутри горизонта не прослеживается и поэтому предполагается наличие лишь одного цикла осадконакопле-

ния. Толщина отложений пашийского горизонта изменяется от 19 до 30 м.

По многочисленным литературным источникам известно, что в пашийское время на данной территории были прибрежно-морские условия осадконакопления. При начале трансгрессии накапливались фации волноприбойной зоны – базальный пласт; фации лагунных глин; фации приливно отливной зоны – бары и приливно отливные каналы; глинистые отложения нижней части шельфа - забаровые глины; конуса выноса. Впоследствии разрез был осложнён вторичными изменениями в виде разломов субширотного и субмеридионального направления, обязанные своим генезисом формированию Предуральского прогиба в кунгурское время и Прикаспийской впадины в юрское время. Треть основной залежи на северо-западном участке покрыта сейсморазведкой 3D, по кубам атрибутов которой авторами и были выделены эти разломы. На остальной части залежи они были протрассированы при анализе геометрии структурной поверхности подошвы репера «верхний известняк».

По данным ГИС в разрезе скважин, с учётом наложенных разрывных нарушений, были выделены пять типов разрезов пашийского горизонта, что позволило корректно прокоррелировать следующие фации: эрозионные врезы, связанные с деятельностью рек, базальный пласт, баровый пласт, фации приливного-отливного канала, забаровые глины и конусы выноса. Корреляция скважин, проведенная с учетом типизации, позволила создать несколько отличную геологическую модель, представленную совокупностью не пластов, а фациальных тел, закономерно распределённых по территории месторождения. Эти тела, в свою очередь, осложнены разрывными нарушениями, которые могут быть как барьерами на пути движения флюидов, так и путями повышенного флюидоперетока.

Построенная по новой концепции геологическая модель, по мнению авторов, даст возможность на гидродинамической модели определить местоположение остаточных запасов углеводородов и провести планирование ГТМ для снижения градиента падения добычи нефти.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Геология, разработка нефтяных месторождений, физика и гидродинамика пласта. /Труды ТатНИПИнефть. –Казань, 1975. –410 с.*
2. *Закономерности размещения и условия формирования залежей нефти и газа Волго–Уральской области. Т. 3. М. : Недра, 1979. –168 с. Абдуллин Н. Г., Аминов Л. З. и др.*
3. *Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. Недра, 1984. Муромцев В. С*
4. *Подсчёт запасов нефти и газа пашийского горизонта Бавлинского месторождения. Отчет о НИР/ ТатНИПИнефть; Руководители М. Х. Зинатуллин, М. М. Нигматуллина, О. В. Заяц, Д. У. Загидуллина– Бугульма, 2003г.*

УДК 54.06

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЯМР С ИГМП ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭМУЛЬСИЙ ВОДА-МАСЛО (НЕФТЬ) В РЕЖИМЕ СПЕКТРАЛЬНОГО РАЗРЕШЕНИЯ APPLICATION OF PFG NMR IN SPECTRAL RESOLUTION MODE TO STUDY WATER-OIL EMULSIONS

**Д. Л. Мельникова, О. И. Гнездилов, В. Д. Скирда**

(D. L. Melnikova, O. I. Gnezdilov, V. D. Skirda)

**Казанский (Приволжский) федеральный университет**

(Kazan (Volga region) Federal University)

Целью данной работы является детальное исследование возможностей применения современных методик ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля (ИГМП) для изу-

чения структурно-динамических свойств эмульсий. Молекулярный состав изученной смеси аналогичен составу прямых водо-нефтяных эмульсий, что является предпосылкой для применения полученных результатов к реальным водо-нефтяным эмульсиям.

The main purpose of current work is the detailed investigation of the opportunities of modern PFG NMR methods for studying the dynamic and structural properties of emulsions. The molecular composition of this mixture is similar to the composition of direct water-oil emulsion, which allows to use obtained results on real water-oil emulsions.

**Ключевые слова:** эмульсия, ядерно-магнитный резонанс (ЯМР), самодиффузия.

**Key words:** emulsion, nuclear magnetic resonance (NMR), pulsed field gradient (PFG), self-diffusion

В нефтепромысловой отрасли для интенсификации добычи нефти и увеличения нефтеотдачи пласта широко используются различные типы нефтяных дисперсных систем техногенного происхождения (эмульсии, пены, гели), знание физико-химических характеристик которых необходимо для успешного проведения соответствующих технологий [1-3]. Интенсивное смешение нефти с водой приводит к образованию дисперсных систем типа водо-нефтяных эмульсий с размером капель дисперсной фазы от нанометров до тысяч мкм [4,5].

Одним из наиболее информативных экспериментальных методов исследования структурных и динамических свойств эмульсий является метод ядерного магнитного резонанса. Целью данной работы является детальное исследование возможностей применения методики ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля (ИГМП), в том числе в спектрально разрешенном режиме, для изучения структурно-динамических свойств эмульсий на примере сложных по молекулярному составу смесей, включающих несмешивающиеся между собой масло и воду, а также ПАВ.

В работе представлены результаты, полученные на примере исследования системы, в которой основные компоненты, масло, вода и ПАВ заданы в процентных соотношениях 8, 90 и 2%, соответственно, что соответствует условиям прямой эмульсии. Такую систему можно считать хорошей моделью прямых водо-нефтяных эмульсий, что является предпосылкой к возможности применения полученных результатов к реальным водо-нефтяным эмульсиям.

Измерения времен спин-спиновой ( $T_2$ ) и спин-решеточной ( $T_1$ ) ЯМ релаксации проводились на ЯМР-релаксометре-анализаторе «Протон 20М» производства ООО «Хроматек». 2D-измерения времён ядерной магнитной релаксации так же производились ЯМР-релаксометре-анализаторе «Протон 20М» при температуре 313 К. Для реализации двумерных измерений была применена комбинированная последовательность: инверсии-восстановления с последовательностью Карра-Парселла-Мейбума-Гилла (ИВ-КПМГ) [6-8].

Коэффициенты самодиффузии  $D_s$  были измерены с помощью метода ЯМР с ИГМП на оборудовании ЦКП ФХИ КФУ ЯМР Фурье-спектрометре Bruker Avance-III TM 400 МГц, оптимизированном для исследования твердого тела, магнитно-резонансной томографии и самодиффузии. Эксперименты проводились при температуре 298К с использованием последовательности стимулированное эхо.

На примере проведенного исследования показано, что необходимым и достаточным условием для доказательства существования прямой эмульсии в системе методом ЯМР с ИГМП является совпадение коэффициентов самодиффузии молекул ПАВ и масла, так как именно ПАВ призван стабилизировать структуру эмульсии.

Благодаря использованию метода ЯМР с ИГМП в спектрально разрешенном режиме показано, что исследуемая система является эмульсией, особенность структуры которой состоит в бимодальном распределении размеров диспергированных в воде образований масло-ПАВ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект №02.G25.31.0029).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Небогина Н. А. Исследование формирования эмульсий и осадкообразования высокопарафинистых нефтей / Н. А. Небогина, И. В. Прозорова, Н. В. Юдина // *Oil&Gas Journal*. – 2008. – № 6. – С. 94–97.
2. Познышев Г. В. Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий. М.: Недр. – 1982. – 221 с.
3. Gamal M. E., Mohamed A. –M. O., Zekri A. Y. Effect of asphaltene, carbonate, and clay mineral contents on water cut determination in water – oil emulsions // *J. Petrol. Sci. Eng.* –2005. –P. 109–224.
4. Евдокимов И. Н., Лосев А. П., Новиков М. А. «Особенности внутренней структуры природных водо-нефтяных эмульсий» // *Бурение и нефть*. – 2007. –№4 –С. 20–21
5. Зимон, А. Д. Коллоидная химия / А. Д. Зимон, Н. Ф. Лещенко. – М.: АГАР, 2001. 320 с.
6. Чижик, В. И. Ядерная магнитная релаксация / В. И. Чижик. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2004. – 388 с.
7. Фаррар, Т., Импульсная и Фурье-спектроскопия ЯМР /Т. Фаррар, Э. Беккер. – М.: Мир, 1973. –165 с.
8. Сликтер, Ч. Основы теории магнитного резонанса /Сликтер Ч. М.: Мир, 1981. – 448 с.

УДК 622.276.1/4

## ВЫЯВЛЕНИЕ ЗОН ЕСТЕСТВЕННОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТИ В НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ НА ОСНОВЕ АНОМАЛЬНОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ

**А. Н. Мингазутдинов., О. В. Семенова**

(институт «ТатНИПИнефть»)

Карбонатные породы содержат более половины мировых запасов нефти, при этом только часть запасов сосредоточена в коллекторах порового типа. Значительное количество углеводородов находится в низкопроницаемых карбонатных породах, которые могут быть коллекторами промышленного значения только при наличии в них открытых трещин. В этой связи актуальной является задача поисков трещинных зон и оценки степени трещиноватости в карбонатных толщах.

Наличие открытых трещин определяют с помощью различных методов, чувствительных к изменениям физических свойств пород, вызванных трещиноватостью. Однако, имеющиеся способы оценки трещиноватости физическими методами имеют ряд недостатков, не являясь прямыми методами.

Целью работы является анализ данных, полученных при спектральном гамма-каротаже (СГК) на керне и их сопоставлении с данными, полученными при изучении полно-размерного керна, для повышения полноты исследований свойств пластов и выделению интервалов трещинно-разуплотненных зон.

При спектральном гамма-каротаже определяют суммарную естественную радиоактивность породы и отдельное содержание в ней калия, урана и тория. Для чистых карбонатных пород характерно низкое содержание К, U и Th и соответственно низкая гамма-активность. Обогащение карбонатных пород глинистым материалом отмечается спектральным гамма-каротажем максимумом на кривой ГК и увеличением содержания К, U и Th. В отдельных случаях против карбонатных пород наблюдается повышенная гамма-активность по ГК при низком содержании К и Th, но высокой концентрации U. Эти интервалы совпадают с трещиноватыми и высокопродуктивными зонами карбонатных отложений.

Соединения тория труднорастворимы в воде и являются малоподвижными в процессе выветривания горных пород. Поэтому в осадочных породах торий концентрируется в основном в глинистых и некоторых тяжелых минералах, калий же встречается как во многих горных породах, так и пластовых водах. На содержание калия влияют процессы выветривания и диагенеза.

Соединения урана обладают высокой подвижностью. Поэтому на характер его накопления в пластах осадочных горных пород оказывает влияние взаимодействие физиче-