

для восточной части месторождения, а простираение клиноформ прослеживается в направлении с юго-востока на северо-восток.

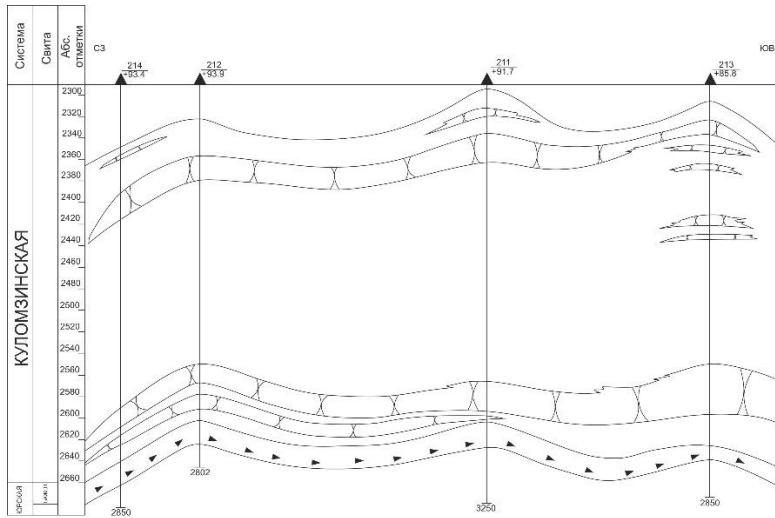


Рис. 4 Геологический профиль по линии скважин 214–212–211–213

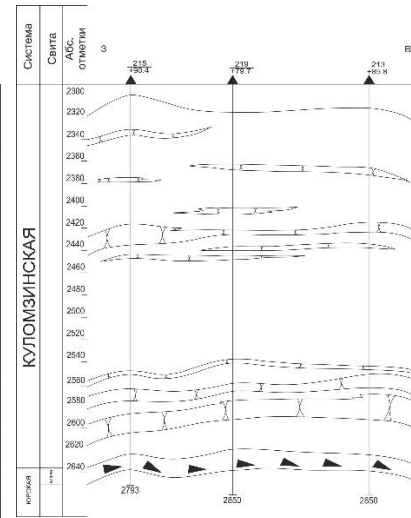


Рис. 5 Геологический профиль по линии скважин 215–219–213

Однако для выявления перспектив восточного участка Грушевого месторождения необходимо производить отбор керн в интервале залегания кудомзинской свиты, поскольку одни каротажные диаграммы не способны обеспечить полностью достоверную информацию о геологическом строении исследуемых отложений. В связи с этим для подтверждения распространения пластов-коллекторов клиноформного залегания на восточном участке Грушевой площади рекомендуется заложить проектную поисково-оценочную скважину на половине расстояния между скважинами № 215 и №218.

#### Литература

1. Даненберг Е.Е., Белозеров В.Б., Брылина Н.А. Геологическое строение и нефтегазоносность верхнеюрско-нижнемеловых отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты. – Томск: ТПУ, 2006. – С. 158 – 222.
2. Наумов А.Л., Хафизов Ф.З. Новый вид литологических ловушек в неокомских отложениях Западной Сибири // Геология нефти и газа, 1986. – № 6. – С. 31 – 35
3. Нежданов А.А., Пономарев В.А., Туренков Н.А., Горбунов С.А. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. – 247 с.

### ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕКАЗАНСКИХ НЕФТЕНОСНЫХ ДОЛОМИТОВ ВОСТОЧНОГО БОРТА МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ ПО ПЕТРОФИЗИЧЕСКИМ И ГЕОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Мударисова Р.А.

Научный руководитель - профессор Б.В. Успенский  
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Расчеты по запасам нефти и газа, предоставленные Счетной палатой России, исходящие из данных отчета по результатам экспертно-аналитического мероприятия «Анализ воспроизводства минерально-сырьевой базы РФ в 2015-2019 годах», показали, что нефть в России «закончится» через 35 лет. Из этих 35 лет добычу нефти на 20 лет удастся растянуть, благодаря трудноизвлекаемой нефти, которая составляет 65%.

Более того, у России уже нет такого потенциала для открытия новых крупных месторождений в нефтеносных провинциях. Поэтому все больше и больше нефтедобывающих предприятий уходит от легких нефтей и ищет новые источники наращивания минерально-сырьевой базы. Подобной базой в республике Татарстан могут служить природные битумы (ПБ) и сверхвязкие нефти (СВН) казанского яруса, которые до сих пор не введены в разработку, в том числе и Горское месторождение СВН.

Горское месторождение СВН приурочено к восточному борту Мелекесской впадины. Продуктивными на месторождении являются карбонатные породы нижнеказанского подъяруса (камышлинского горизонта), который слагается, главным образом, доломитами реликтово-органогенными, оолитовыми, нередко кавернозными. Из органических остатков в них встречаются частые раковины брахиопод, мшанок, водорослей. В нижней части горизонта доломиты более плотные, бедные органическими остатками, трещиноватые, загипсованные, иногда глинистые.

*Метод исследования.*

Метод электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР) основан на резонансном поглощении сверхвысокочастотной энергии переменного поля парамагнитным веществом, находящимся в сильном постоянном

## СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

магнитном поле. ЭПР наблюдается в системах с некомпенсированными магнитными моментами (парамагнитные ионы, свободные радикалы), с наличием неспаренных электронов.

Методика выполнения работ методом ЭПР: образцы kernового материала, согласно [2] «измельчались, в агатовой ступке, далее измельченные пробы с размером частиц <0,05 мм и массой от 20 до 100 мг в стандартной кварцевой ампуле помещались в установку-спектрометр EPR Spectrometer CMS 8400 при частоте 9,4 ГГц с амплитудой развертки  $H = 50$  мТл, с центром поля 330 мТл. В качестве внутреннего эталона выбран сигнал ЭПР ионов хрома  $Cr^{+3}$  в монокристалле корунда  $Al_2O_3$ . Спектры ЭПР изучались при комнатной температуре». Спектры ЭПР регистрировались с помощью программы Commander.

Парамагнитные центры (ПЦ) пород представляют собой своеобразные парамагнитные метки (ПМ). Это сигналы ЭПР ионов марганца  $Mn^{2+}$ , железа  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ , хрома  $Cr^{2+}$ , свинца  $Pb^{2+}$  в кристаллах кальцита и доломита, электронно-дырочные центры (ЭДЦ) этих минералов: ион-радикалы  $SO_3^-$ ,  $SO_2^-$ ,  $PO_2^-$  и радиационные  $E'$ -центры породообразующего кварца; углеродные радикалы  $C_{950}$ ,  $C_{600}$ ,  $C_{350}$ . ПЦ отражают состав сульфатной, терригенной (кварцевой) составляющих, ожелезненность. Фиксируются диагностические признаки, используемые при реконструкции обстановок осадконакопления. ПЦ отражают условия и среду формирования минералов, степень деградации сингенетического органического вещества (ОВ) пород, отражающие различные стадии катагенетического преобразования породы.

Объединение результатов ЭПР с магнитными данными горных пород позволяет идентифицировать диагенетические события, которые могли произойти после отложения горных пород. Ранее метод ЭПР, применяемый для изучения карбонатов, описывался в многих работах [1, 2, 3, 4].

Для исследования методом электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР) и фильтрационно-емкостных свойств выбраны 40 до(после) экстракции образцов kernового материала из скважины №8001 с отбором 0,5–1,5 м из продуктивных отложений.

### Результаты и обсуждения

В образце известняка при комнатной температуре 23 °С в диапазоне магнитного поля 269-399 мТл, (диапазон 130 мТл, центр развертки 334 мТл) на частоте  $\nu=9,4$  ГГц наблюдается спектр ЭПР  $Mn^{2+}$  в кальците и магнезите, состоящий из шести интенсивных линий сверхтонкой структуры ( $I=5/2$ ) электронного спинового перехода ( $-1/2 -1/2$ ) и 10 слабыми линиями. Первые строки относятся к разрешенным переходам (со сверхтонким расщеплением  $Mn^{2+}$   $a_0=9,34$  мТл и изотропным  $g=2,003$ , равным для всех выборок в пределах диапазона ошибок), а остальные строки соответствуют запрещенным переходам между уровнями, разделенными сверхтонким взаимодействием между электронным и ядерным спином  $Mn^{2+}$ .

В доломитах наблюдается более сложный спектр ЭПР  $Mn^{2+}$  (диапазон 130 мТл, центр развертки 334 мТл, частота  $\nu=9,4$  ГГц) за счет суперпозиции двух спектров  $Mn^{2+}$  в позициях кальция  $Ca^{2+}$  (358,5 мТл) и большей анизотропии спектра  $Mn^{2+} \rightarrow$  в позиции  $Mg^{2+}$  (356,6 мТл).

Величина  $\alpha$  является мерой относительной заселенности позиции  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  примесными ионами  $Mn^{2+}$  в доломите и имеет эмпирическую формулу:

$$\alpha = 15 \cdot I(Mg^{2+}) / I(Ca^{2+}), \text{ где } I - \text{ интенсивность } Mn^{2+} \text{ в позиции } Mg^{2+}/Ca^{2+}.$$

Величина  $\alpha$  имеет обратную зависимость от степени теплового воздействия и интенсивности гидротермальных изменений пород. Если значение  $\alpha \leq 2$ , температурная обстановка была невысокой и образование доломитов шло вместе с гипсами и ангидритами.

По спектрам ЭПР в карбонатных породах камышлинского горизонта установлена доминирующая доломитовая минерализация всего разреза. Происхождение доломита является спорным вопросом, отчасти из-за сложности его синтеза при температуре окружающей среды. Узкие линии спектра ЭПР (до 0,3 мТл) и низкое содержание  $Mn^{2+}$  указывают на преимущественно морские условия осадконакопления [1, 2].

Распределение  $Mn^{2+}$  по Ca- и Mg-позициям в доломитах с включениями ангидритов можно увязать с фациальными условиями их формирования и со скоростями их кристаллизации – чем больше эти скорости, тем менее упорядоченным образуется доломит, и ионы  $Mn^{2+}$  не успевают занять наиболее предпочтительные позиции  $Mg^{2+}$  в кристаллической решетке. При вторичном изменении сульфатов доломит, как более консервативный минерал, может помнить условия седиментации, записанные в его микропримесном составе.

По ЭПР можно наблюдать более четкую дифференциацию разреза камышлинского горизонта. Основным маркером расчленения разреза, в большей степени, явился параметр  $\alpha$ , в меньшей – распределение парамагнитных центров  $Mn^{2+}$  и ион-радикалов  $SO_2^-$ ,  $SO_3^-$  и *Rorg* в кристаллах доломитов (рис.).

Лабораторные анализы битумонасыщенности показали дифференцированную концентрацию СВН в скважине №8001. Выделяются даже участки с концентрацией битума менее 1% по весу.

При этом эти участки обладают хорошими коллекторскими свойствами: коэффициент открытой пористости 5-20 %, проницаемости – до 500 мД).

Среднее значение открытой пористости в скважине №8001 – 12,73%, проницаемости – 160,1 мД, битумонасыщенности весовой – 2,24, эффективной – 47,35%.

Характер изменения содержания парамагнитных меток в скважине №8001 и исследование ФЭС, позволяют уточнить неоднородность строения карбонатных пород-коллекторов, обусловленную влиянием не только минералогических фаз, но и типов пустотного пространства.

