

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ В НЕФТЕНОСНЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОРОДАХ (НА ПРИМЕРЕ КАЗАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

М.В. Юркова

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

В статье приведены результаты изучения состава и локализации рудных компонентов нефтеносных алевро-песчаных пород, обуславливающих петрофизическую, в частности, магнитную анизотропию в терригенных коллекторах нефтяных месторождений.

Объектом исследования являлись породы верхнеюрского пласта Ю₁¹⁻² Казанского нефтегазоконденсатного месторождения, расположенного в пределах Парабельского района Томской области. Пласт сложен алевролитами и песчаниками, которые разделены карбонатизированными прослоями, переходящими иногда в глинистые разности. Формирование отложений происходило в прибрежно-морских условиях, о чем свидетельствует наличие линзовидной и косой слоистости, местами со следами взмучивания и оползания.

Исследования литологических и петрофизических характеристик пород коллекторов данного месторождения проводились на предварительно палеомагнитно ориентированном керне и представлены в [5, 6]. Подобная проблема неоднородности строения терригенных пород рассматривается и в [4], однако отметим, что в работе авторы подробно анализируют современные методы определения магнитных характеристик осадочных образований, но вещественный состав рудных минералов, определяющих магнитные свойства пород, не изучался.

На данный момент для исследуемых пород Казанского месторождения в ориентированных шлифах морфологическим и микроструктурным анализом кварцевых зерен, составляющих скелет породы (иногда до 65 % от объема породообразующих компонентов), установлены предпочтительные их ориентировки. Преобладающим направлением укладки зерен песчаников является северо-восточное с подчиненным ему северо-западным (рис. 1, А). Интерпретация данных петрофизических исследований позволила определить преимущественные линии развития эллипсов магнитных параметров и ориентировки упругих характеристик. В большинстве изученных пород пласта Ю₁¹⁻² фиксируется северо-восточное направление главной оси эллипса анизотропии магнитных свойств, а для эллипса анизотропии упругих – северо-западное (рис. 1, Б, В). Сопоставление результатов морфологического анализа ориентированных шлифов изучаемых нефтеносных коллекторов с данными петрофизических параметров пород показало корреляцию направлений преимущественного расположения вытянутых кварцевых зерен с установленными направлениями развития эллипсов анизотропии магнитных и упругих параметров песчаных пород.

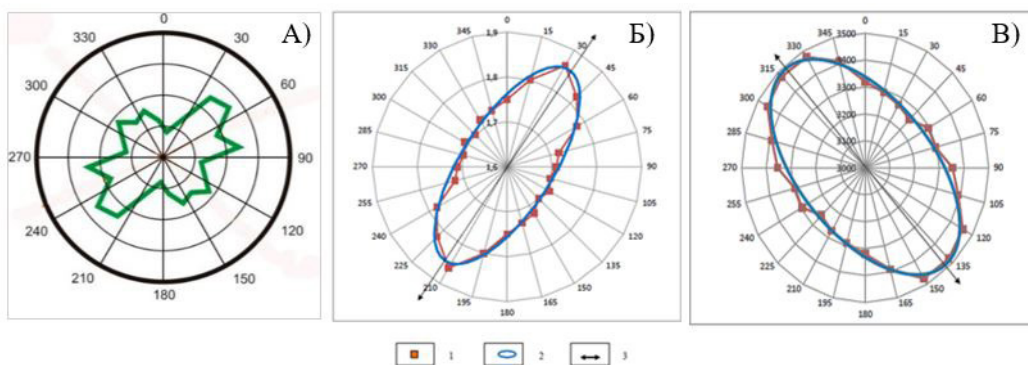


Рис. 1. Роза-диаграмма распределения предпочтительных удлинений кварцевых зерен песчаников по ориентированным шлифам (А), стереограммы пространственного распределения магнитной восприимчивости (Б) и скорости пробега упругих волн (В) пород
1 – фактические данные, 2 – аппроксимирующий эллипс, 3 – ось главной анизотропии

На данном этапе работ исследовательской группой поставлена цель – изучить и объяснить характер магнитной анизотропии в исследуемых нефтеносных породах, которая обусловлена локализацией и составом рудных компонентов в породе и литологическим составом терригенных осадков в целом.

Как известно [3], все породообразующие минералы по способности намагничиваться во внешнем магнитном поле подразделяются на три основные группы: диамагнетики (например, кварц, кальцит), парамагнетики (оливин, слюды, амфиболы и пироксены) и ферромагнетики (магнетит, гематит, гетит, пирротин и др., которые содержат большое количество железа). Именно последние приобретают и сохраняют сильную намагниченность даже после удаления внешнего магнитного поля и могут влиять на формирование анизотропии магнитной восприимчивости пород. В этом случае происходит суммирование восприимчивостей всех минералов, находящихся в образце, и проявляется анизотропность магнитных свойств, уровень которых, в первую очередь, зависит от типа минерала, а также от размера зерен, композитных примесей и взаимодействия зерен друг с другом [4]. В осадочных породах

магнитные свойства, как правило, обусловлены акцессорными ферромагнетиками, среди парамагнетиков наибольшее воздействие на магнитность пород оказывают сидерит, хлорит, пирит и иногда глинистые минералы, что обусловлено примесями, реликтами и новообразованиями железоокисных минералов [3].

Определение рудных компонентов пород проводилось на исследовательском микроскопе Axio Imager A2m, сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 SBU и рентгено-флуоресцентном микроскопе XGT-7200. Проведенные анализы показали, что преобладающими рудными минералами, входящими в состав песчаников, являются пирит (марказит), гематит, магнетит, встречаются редкие включения руд полиметаллов (галенит, сфалерит), фосфатов редких земель и единичные включения золота. Присутствующие ферромагнетики – гематит и магнетит, преимущественно развиваются в поровом пространстве песчаных пород, либо формируют скопления мелких агрегатов по периферийной части зерен породообразующих минералов (рис. 2). Учитывая направленность удлиненных терригенных зерен скелета в определенном направлении и развитие в этом же направлении пустотно-порового пространства, становится возможным объяснить проявление магнитных анизотропных характеристик в изучаемых песчаных породах в определенных направлениях.

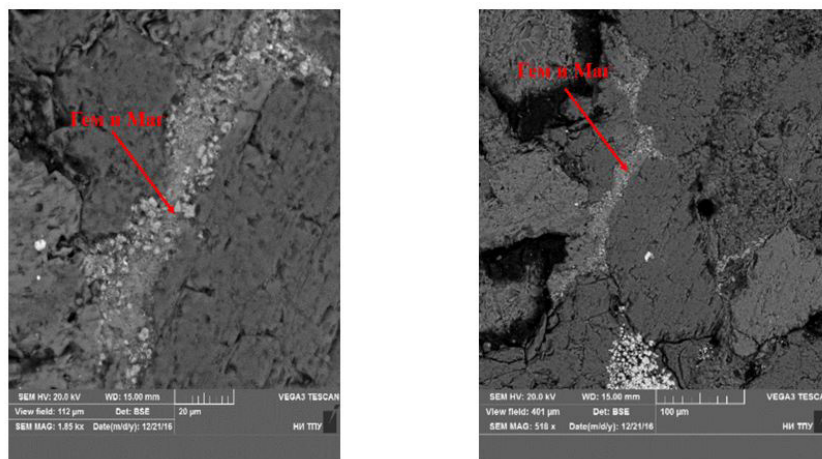


Рис. 2. Проявления магнетита и гематита в поровом пространстве нефтеносных песчаных пород (сканирующий электронный микроскоп TESCAN VEGA 3 SBU)

Укажем также, что изучение железосодержащих минералов – магнетита, гематита и очень распространенного в породе пирита, позволяет уточнять фациальные условия осадконакопления за счет окислительно-восстановительной способности железа [1]. В песчаниках пирит встречается не только в пустотно-поровом пространстве в виде фрамбоидов различных размеров и ксеноморфных выделений, но образует включения в породообразующих минералах либо кристаллические агрегаты, часто ассоциирует и с органическим веществом (битумоидами) вплоть до полного их замещения. Основная причина формирования пирита заключается в деятельности сульфатредуцирующих анаэробных бактерий [2].

В настоящий момент изучение рудных компонентов, влияющих на появление анизотропии магнитной восприимчивости нефтеносных пород, позволяет привести только первые предварительные полученные данные по их составу и локализации в породах. Тем не менее, отметим, что подобного рода исследования магнитной анизотропии ориентированного керна коллектора и определение причины субортогонального отношения между преимущественными направлениями магнитных и упругих параметров может значительно упростить изучение неоднородного строения терригенных образований, в том числе и определение наиболее преимущественных направлений фильтрационных потоков в коллекторах нефтяных месторождений.

Литература

1. Манапов Р.А., Вагизов Ф.Г., Мухаметшин Р.З., Романова У.Г., Юсупова Т.Н., Романов Г.В., Чичирова Н.Д. Геохимия нефтяных месторождений. Часть I. Распределение железа в песчано-алевритовых коллекторах девона южно-татарского свода как показатель геохимических фаций. Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. – 1999. – Т. 1. – № 2. – С. 5 – 10. ROI: jbc-01/99-1-2-5.
2. Савельева О.Л., Савельев Д.П., Чубаров В.М. Фрамбоиды пирита в углеродистых породах смягинской ассоциации острова Камчатский мыс // Вестник камчатской региональной ассоциации «Учебно-научный центр». Серия: Науки о Земле, 2013. – № 2. – С. 144 – 151.
3. Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова В.А. и др. Под ред. А.Н. Храмова. – Л.: Недра, 1982. – 312 с.
4. Jaco H. Baas, Ernie A. Hailwood, William D. McCaffrey, Mike Kay, Richard Jones. Directional petrological characterisation of deep-marine sandstones using grain fabric and permeability anisotropy: Methodologies, theory, application and suggestions for integration. // Earth-Science Reviews 82 (2007) – P. 101 – 142.
5. Krasnoshchekova L.A., Cherdantseva D.A., Yurkova M.V., Abramova R.N. Oriented core application in texture analysis of J_₁ formation in Kazan oil-gas condensate field (Tomsk Oblast) (Article number 012005) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015 – Vol. 27. – P. 1 – 4.
6. Krasnoshchekova L.A., Cherdantseva D.A., Yurkova M.V. Applying paleomagnetic oriented coring in investigating the lithofacies heterogeneity of terrigenous sediments. MATEC Web of Conferences 85, 01027 (2016).