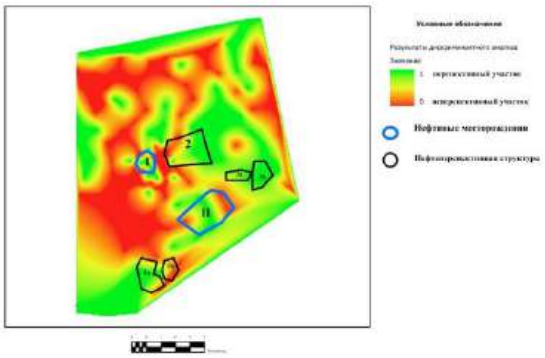

Рис. 1. Распределение территории по нефтеперспективности

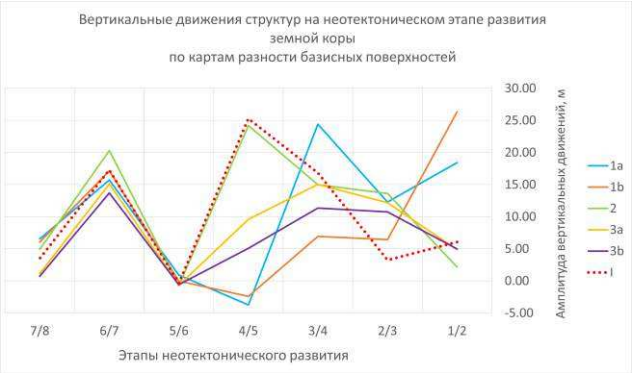

Рис. 2. Вертикальные движения структур на неотектоническом этапе развития земной коры по картам разности базисных поверхностей

Таким образом, по результатам геохимического и неотектонического ранжирования структур, выявленных по данным сейсморазведки, был сделан вывод о том, что структура 2 проявила себя перспективной на нефть, что позволяет в дальнейшем проводить качественные этапы комплексных поисковых работ на территории Волго-Уральской провинции.

Литература

1. Битнер, А. К. Геология и геохимия нефти и газа [Текст] / А. К. Битнер, Е. В. Прокатень. – Красноярск: СФУ, 2019. – 426 с.
2. Геодекян, А. А. Геохимические методы поисков месторождений нефти и газа [Текст] / А. А. Геодекян, Е. В. Карус. – М: Наука, 1983. – 201 с.
3. Sovolev, I. Experience in surface hydrocarbon geochemical, gamma-ray spectrometry and magnetic survey on oil field in the Bazhenov Formation [Text] / I. Sobolev, A. Orekhov, N. Bredikhin // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. – 2016. – V. 327. – P. 78–87.
4. Tedesco, S. A. Surface Geochemistry in Petroleum Exploration [Text] / S. A. Tedesco. – Springer Science & Business Media, 2012. – 549 p.

ПОЛИМОДАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ БОРА КАК ПРИЗНАК ФАЦИАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ТЕРРИГЕННОГО ПЛАСТА

Ходоров И.С.
Научный руководитель профессор И.А. Мельник
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью исследования являлось определение фациальных условий осадконакопления терригенного пласта коллектора одного из месторождений полуострова Ямал с использованием классических методов исследования (керн, геофизические методы исследования скважин) и статистически-корреляционного метода.

Задачей исследования являлось определение влияния гидродинамической активности среды седиментации и палеосолености бассейна на интенсивность распределения относительного содержания бора по комплексу данных геофизических исследований скважин и материалов керна. Под относительным содержанием бора понимается содержание бора относительно коэффициента глинистости.

Объектом исследования является пласт XM_2 яронгской свиты (K_1al) одного из месторождений полуострова Ямал.

Одним из индикаторов фациальных условий осадконакопления может служить бор, так как его накопление в результате сорбционных процессов эффективнее в морской воде (щелочной среде), по сравнению с процессом накопления бора в пресных и малосоленых водах вутриконтинентальных озер. Содержания бора в морских и континентальных глинистых породах могут различаться в 3–5 раз.

В исследованиях Валиева Ю.Я. было выявлено, что содержание бора определяется происхождением и составом формирующихся осадков, содержанием в них органического вещества и т.д. В песчаниках основное количество бора связано с некоторыми породообразующими минералами, такими как мусковит и плагиоклаз, среди в ряду глинистых минералов основным носителем бора является иллит [1].

Известно, что распределение интенсивности вторичных процессов с соответствующим содержанием вторичных минералов полимодальны, а каждый экстремум соответствует отношению времени преобразования элементов системы ко времени воздействия на нее внешнего фактора [2, 3].

В случае с бором, доминирующими факторами, влияющими на интенсивность его накопления в породах, являются гидродинамическая активность среды седиментации и палеосоленость бассейна, в котором происходит осадконакопление.

Используя методику определения относительного содержания бора в полимиктовом песчанике по материалам геофизических исследований скважин [2] была получена гистограмма мультимодального статистического распределения относительного содержания бора, нормированного на коэффициент глинистости (рис. 1).

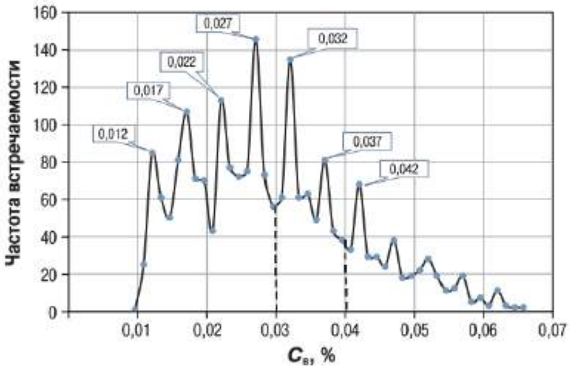

Рис. 1. Гистограмма распределения относительного содержания бора в меловых песчаных пластах углеводородных месторождений полуострова Ямал

Каждый экстремум относительного содержания бора отражает фациальную обстановку, характерную для вод с определенной гидродинамической активностью и палеосоленостью. Для каждого экстремума существует интервал, в пределах которого на исследуемой территории относительное содержание бора можно причислять к данному экстремуму [4].

В предыдущих исследованиях [6] было определено, что породы пласта $ХМ_2$ (рис. 2) сформированы в прибрежной полосе моря в условиях меняющейся гидродинамической активности. Пласт представлен переслаиванием песчаников и алевролитов. В процентном соотношении преобладают песчаники (47 %) над алевролитами (37 %). Условия формирования пород пласта $ХМ_2$ устанавливалась на основе генетических признаков (состав, текстура, структура, следы жизнедеятельности, макрофаунистические остатки и др.), заключенных в керновом материале, и информативного комплекса геофизических исследований скважин (каротаж самопроизвольной поляризации, гамма-каротаж, нейтронный гамма-каротаж). Интерпретация условий осадконакопления базировалась на выделении электрометрических моделей фаций по кривой ПС, по методике В.С. Муромцева [5].

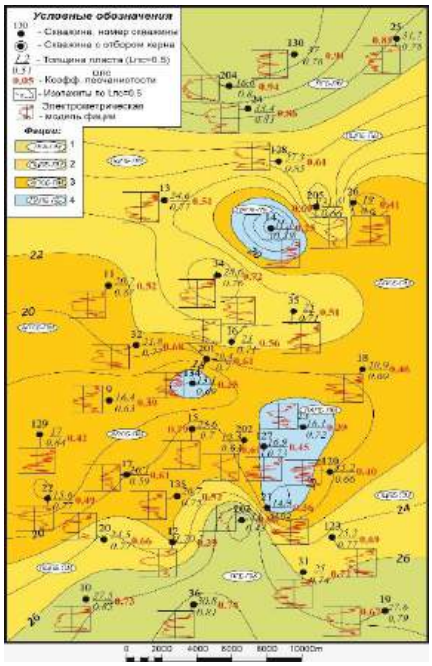

Рис. 2. Литолого-фациальная карта пласта ХМ2
Примечание: 1 – крупно-среднезернистых песков гребневых частей баров; 2 – среднезернистых песков центральных частей баров; 3 – средне-мелкозернистых песков и алевритов склоновых частей баров; 4 – песчано-алевритовых осадков подножий баров

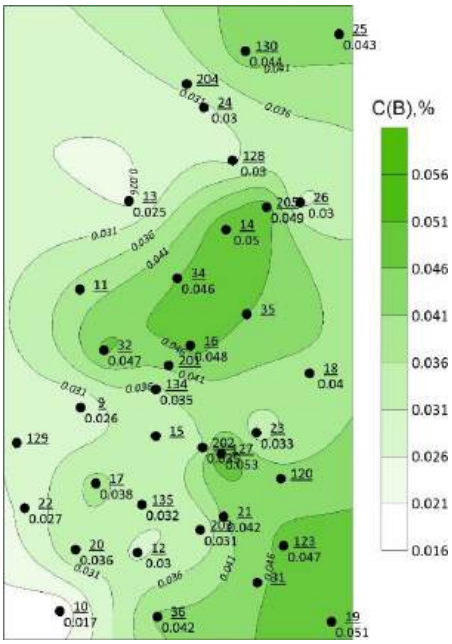

Рис. 3. Карта распределения относительного содержания бора

Осадочный материал пласта $ХМ_2$ накапливался в прибрежной полосе моря в водной среде с возвратно-поступательным (волновым) движением: фации крупно-среднезернистых песков гребневых частей баров прибрежной полосы моря (ПГБ-ПМ) формировались в условиях высокой гидродинамической активности среды седиментации (αПС = 0,7–0,94); фации среднезернистых песков центральных частей баров (ПЦПБ-ПМ) – в условиях высокой и средней гидродинамической активности водной среды (αПС = 0,4–0,72); фации средне-мелкозернистых песков и алевритов склоновых частей баров прибрежной полосы моря (АПСБ-ПМ) – в условиях изменчивой водной среды, от низкого до высокого уровня (максимальное значение αПС = 0,79); фации песчано-алевритовых осадков подножий баров

прибрежной полосы моря (ПАПБ-ПМ) накапливались преимущественно в условиях низкодинамичной водной среды, периодически возрастающей до среднего уровня (максимальное значение αПС = 0,45).

Увеличение концентрации бора 0,03–0,04 % наблюдается в центральной части территории, где локализуются фации центральных частей баров, что связано со снижением динамики среды седиментации до II уровня (αПС 0,6–0,7) и общим повышением солености вод.

Наиболее обогащены бором (0,04–0,053 %) песчаники подножий баров, где они имеют минимальные толщины и сформированы в углубленных участках морского дна в котлованах между барами. Гидродинамическая активность среды седиментации здесь минимальна (αПС 0,58), зернистость песчаников уменьшается, а глинистость увеличивается.

Литература

1. Валиев, Ю. Я. Геохимия бора в юрских отложениях Гиссарского хребта [Текст] / Ю. Я. Валиев. – М.: Наука, 1977. – 150 с.
2. Мельник, И. А. Определение интенсивности геохимических процессов по материалам геофизических исследований скважин [Текст] / И. А. Мельник. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2016. – 146 с.
3. Мельник, И. А. Полимодальность распределения вторичных каолинитов в открытых системах песчаных коллекторов [Текст] / И. А. Мельник // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, – 2023. – Т. 334. – № 8. – С. 17–29.
4. Мельник, И. А. Экстремумы дискретного распределения содержания бора как показатели гидродинамики осадконакопления [Текст] / И. А. Мельник, Н. М. Недоливко // Нефтяное хозяйство. – 2022. – № 10. – С. 14–18.
5. Муромцев, В. С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа [Текст] / В. С. Муромцев. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
6. Ходоров, И. С. Литологические особенности, генетические признаки и условия формирования продуктивных отложений пласта $ХМ_2$ месторождения N (ЯНАО) [Текст] / И. С. Ходоров, Н. М. Недоливко, О. А. Нечаева // Ашировские чтения, 2022. – № 1. – С. 33–42.

ФРАКТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД

Хуснутдинова А.Д., Штеренберг А.М.
Научный руководитель профессор А.М. Штеренберг
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Моделирование пористых пространств и движение флюидов в них является актуальным для целого ряда задач геологии и геофизики. Изучение физических свойств пористых пород представляет из себя трудоемкий и высокостоимостный процесс, поэтому разработка методов, используемых для создания цифровых моделей (двойников), является перспективной.

Горная порода представляет собой минеральный скелет, пронизанный порами и трещинами, которые заполнены нефтью, водой или газом. Наличие пор и трещин в породе характеризуется просветностью, извилистостью, а также пористостью (коэффициентом пористости) и фрактальной размерностью. Исследование фрактальной размерности горных пород позволяет установить корреляцию между фрактальной размерностью горной породы, ее проницаемостью и пористостью. Для определения фрактальной размерности горной породы требуется перевести значения фрактальной размерности для трех ее плоскостей в значение объемной фрактальной размерности. Значение фрактальной размерности для плоскости находится в диапазоне от 1 до 2, фрактальная размерность объемных тел лежит в диапазоне от 2 до 3. Метод фотографирования с последующей обработкой в специальных программах для вычисления фрактальной размерности позволяет оценить пористость и проницаемость образцов горных пород без проведения опытных исследований и использования дорогостоящего оборудования.

Исследованию фрактальной размерности горных пород посвящены работы А.Н. Хлюпина и О.Ю. Динариева [2]. В работе [2] проводился мультифрактальный анализ снимков различных образцов песчаника (Fontainebleau sandstone, Gray Berea sandstone, Achimov sandstone), полученных с помощью томографии, по методу клеточного алгоритма. Формулы расчета пористости по результатам фрактальной размерности приводятся в статьях [4, 5].

Результаты исследования

В статье представлены результаты исследования фрактальной размерности поверхности горных пород Рудниковской скважины 1п. пл. А4 месторождения N Самарской области методом фотографирования с последующей обработкой в программе ImageJ. Исследование горных пород проводилось с использованием микроскопа «Микромед» под увеличением 10x, 15x, 20x, 30x, 40x. Для исследования были отобраны образцы керна с глубины от 1019 м до 1070 м. Производилось фотографирование образцов в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Горная порода образцов керна представляет собой известняк с различной пористостью с включениями пирита, кварца, а также фузулинид и др. микроорганизмов. Для сравнения значений фрактальной размерности проницаемой породы (известняка) со значениями фрактальной размерности для непроницаемой породы исследовались образцы уральской яшмы, мрамора и диабаза.

Фотографии образцов загружались в программу Image J, в которой методом «Box counting» (подсчет кубов) путем деления снимка на 12 равных частей осуществлялся расчет среднего значения фрактальной размерности по поверхности керна. Было рассчитано среднее арифметическое фрактальной размерности для каждой плоскости образца.