

Рентгеновская томография позволяет исследовать образцы различных размеров, не только коллектора, но и любые другие горные породы.

Литература

1. Еременко Н.М., Муравьева Ю.А. Применение методов рентгеновской микротомографии для определения пористости в керне скважин // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – Т. 7. – № 3. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/2/35_2012.pdf (дата обращения: 23.02.2014 г.).
2. Жуковская Е.А., Лопушняк Ю.М. Использование рентгеновской томографии при исследовании терригенных и карбонатных коллекторов // Геология и геофизика, 2008. – 55 с.
3. Иванов М.К., Бурлин Ю.К., Калмыков Г.А., Карнюшина Е.Е., Коробова Н.И. Петрофизические методы исследования кернового материала. Учебное пособие в двух книгах. – М.: Изд-во Московского университета, 2008. – 104 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЦИАЛЬНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПРИМЕРЕ ПЛАСТОВ ЮК₂₋₅ КРАСНОЛЕНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Л.К. Кудряшова

Научный руководитель профессор В.Б. Белозеров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы одними из основных источников увеличения запасов нефти и газа являются залежи углеводородов глубокозалегающих горизонтов со сложным геологическим строением и неоднозначными фильтрационно-емкостными свойствами коллекторов. Повышение эффективности поисков, разведки и разработки рассматриваемых объектов требует построения качественно новых геологических моделей.

Экономическая целесообразность их разработки основывается на надежности прогноза распространения коллектора и анализе условий его формирования, влияющих на выбор технологической схемы эксплуатации залежи углеводородов. Одним из методов прогноза особенностей строения и пространственного развития нефтеносного пласта является фациальный анализ отложений его слагающих.

При фациальном анализе осадочных образований важнейшая роль принадлежит гранулометрическим исследованиям [6]. В литологии существуют различные способы характеристик фракционного состава, позволяющих разделять осадки различных фаций, например, генетические и динамогенетические диаграммы Л.Б. Рухина, Р. Пассеги, Г. Фридмана, Г.Ф. Рожкова и других.

Одной из относительно простых является диаграмма К. Бьёрликке, основанная на разных соотношениях отсортированности и характере асимметрии распределения фракций песчано-алевритовых пород [2].

Наиболее удовлетворительные результаты в определении генезиса современных осадков были получены на динамогенетических диаграммах Р. Пассеги и Г.Ф. Рожкова. Несмотря на различный подход к определению условий седиментации, результаты, полученные на этих двух диаграммах для водной среды седиментации, оказались во многом сходными [4].

Важную роль генетической интерпретации играют аутигенные минералы, являющиеся индикаторами определенных сред осадконакопления. Например, Д. Голдсмит с коллегами выяснил фазовые отношения в системе Са–Mg–Fe–Mn–CO₂, помогающие определить условия осадкообразования. Они связывают причину образования сидерита с обстановкой, характерной для застойных бассейнов или участков, подвергающихся действию приливов и отливов, а также эстуариев, для которых присуща высокая продуктивность органического вещества [5].

Таким образом, проанализировав современные подходы к определению генезиса по данным гранулометрического и минералогического анализов, можно сделать вывод о том, что разные обстановки осадконакопления могут иметь схожие характеристики, при этом совместное использование существующих методик гранулометрических исследований позволяет однозначно решать некоторые вопросы фациального анализа. В рассматриваемой работе предлагается комплексное использование методов по следующей схеме:

1. Обобщенное определение обстановки, по Фюхтбауэру и Мюллеру [1];
2. Определение генезиса отложений по соотношению отсортированности и особенностям асимметрии (диаграмма К. Бьёрликке);
3. Определение условий седиментации по соотношению асимметрии и эксцесса (динамогенетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова);
4. Определение способа переноса обломочных частиц в водной среде (генетическая диаграмма Р. Пассеги);
5. Анализ состава аутигенных минералов, присутствующих в породах.

При таких комплексных исследованиях каждым последующим методом уточняются условия осадконакопления, что позволяет более объективно определять условия формирования осадка.

Рассмотрим предлагаемую методику на примере Ем-Еговской площади Красноленинского месторождения (Тюменская область), расположенной в северо-восточной части месторождения.

Основная продуктивность связана с пластами тюменской свиты (ЮК₂₋₅). Породы-коллекторы представлены песчано-алевритовыми разностями с подчиненными по мощности прослоями глин. Песчаники

мелкозернистые, алевритистые с преобладающей песчаной (0,12–0,30 мм) и алевритовой (0,05–0,10 мм) размерностью.

Были обработаны и проанализированы результаты гранулометрического анализа 208 образцов пластов ЮК_{2,5} тюменской свиты, отобранных из 7 скважин Ем-Еговского месторождения.

Гранулометрический состав определен ООО «Сибгеоцентр» двумя методами: во-первых, в прозрачных петрографических шлифах и, во-вторых, механическим ситовым (до фракции 0,05 мм) и отмучиванием пипеточным (более мелкие фракции) методами.

В качестве начального этапа графической обработки результатов были построены гистограммы гранулометрического состава для изучения и иллюстрации изменения характера пород по разрезу. Затем строились кумулятивные кривые, которые важны, как для графического изображения аналитических данных, так и для определения ряда параметров, характеризующих структуру породы. Рассмотрим в качестве примера результаты, полученные для скважины 1819 Ем-Еговского месторождения (табл.).

Следующим этапом является анализ полученных данных по методике, описанной выше.

Таблица

Основные гранулометрические характеристики пород (скважина 1819 Ем-Еговского месторождения)

№ обр.	Глубина, м	Литология	X _{ср}	S ₀	Md, мм	A	E	Открытая пористость по керну, Кп, %	Объемная плотность, г/см ³
27	2259,65	Алевритистая глина	0,08	1,85	0,088	0,024	0,733	5,88	2,585
38	2266,25	Песчанистый алевролит	0,11	1,40	0,110	0,165	1,004	8,30	2,503
39	2266,95	Глинистый алевролит	0,10	1,46	0,093	-0,102	0,997	8,69	2,468
40	2267,20	Глинистый алевролит	0,09	1,53	0,095	0,143	0,856	9,81	2,470
41	2267,95	Глинистый алевролит	0,09	1,53	0,098	0,193	0,820	7,99	2,521
42	2268,07	Глинистый алевролит	0,08	1,58	0,090	-0,001	0,961	7,55	2,553
43	2268,86	Глинистый алевролит	0,09	1,55	0,090	-0,007	0,985	6,85	2,550
45	2270,90	Сидеритово-алевритистая глина	-	-	-	-	-	5,38	2,651

Примечание: X_{ср} – средний размер частиц, S₀ – стандартное отклонение (коэффициент сортировки), Md – медиана, A – параметр асимметрии, E – мера эксцесса

Согласно обобщениям Фюхтбауэра и Мюллера, исследуемые породы в основном были сформированы в речной обстановке осадконакопления (русло и прирусловые отмели), так как сортировка в основном > 1,2; асимметрия < 1.

По соотношению отсортированности к асимметрии (по К. Бьёрликке) изучаемые породы относятся к турбидитам.

При этом способ накопления турбидитных отложений понимается по-разному: либо как результат перемещения береговой линии и изменения глубины места седиментации, происходившие на относительно мелководном (не более 200 м) шельфе, либо как результат осаждения этих образований из мутьевых потоков в нижней части и у подножия континентального подводного склона в относительно глубоководной (1200 м и более) части бассейна седиментации [3]. Поэтому необходимо провести дальнейшее уточнение генезиса осадков.

Учитывая, что на осаждение материала в эстуарии существенное влияние оказывают морские приливы и отливы, течения, связанные с приливами, могут характеризоваться различной скоростью. В эстуариях происходит латеральное и вертикальное перемешивание вод [6], т.е. столкновение двух разнонаправленных динамических потоков и выпадение осадка, характеристика которого близка к турбидитам

Следующим шагом является построение и анализ динамогенетических диаграмм Г.Ф. Рожкова и Р. Пассеги. Из анализа расположения точек на диаграмме Г.Ф. Рожкова следует, что часть образцов попала в область прибрежно-морских фаций (поле VII, нижняя часть), а другая – в область прибрежной фации огромных открытых акваторий (поле VIII). На диаграмме Р. Пассеги образцы попали в область поля R – область берегового вала.

Ассоциация аутигенных минералов – каолинит+сидерит+пирит свидетельствуют в пользу переходных условий осадконакопления. Так, преобладание глинистой составляющей в качестве каолинита указывает на континентальную обстановку формирования, но следует отметить и значительное содержание хлорита и смешанно слойных образований (ССО), которые говорят о морских условиях. Большое содержание сидерита является показателем континентальной или прибрежно-морской обстановки.

Необходимо также обратить внимание на наличие в осадке одновременно, как обломков древесины, отпечатков листьев, корней растений, указывающих на континентальный режим осадконакопления, так и оолитовых известняков, характерных для мелководных прибрежных участков с высокой турбулентностью течений [6], а также ростов белемнитов, наличие которых может быть связано с процессами их переотложения в условиях морского побережья.

Таким образом, проанализировав полученные результаты определения генезиса по совокупности гранулометрических и минералогических исследований, можно сделать следующий вывод – изучаемые отложения были сформированы в пределах эстуария.

Необходимо отметить, что все описанные в работе методы определения генезиса осадков не называют четкой фациальной обстановки осадконакопления, а позволяют только разграничить осадки на морские, континентальные или сформированные в переходной зоне.

Для более точного определения фаций необходимо провести комплексное исследование изучаемой территории с подбором седиментационной модели, основываясь не только на данных гранулометрического анализа, но и привлекая дополнительные данные по керну (фаунистические, петрографические, текстурные и т.д.), ГИС (фациальный электрометрический анализ), ГДИС (фильтрационно-емкостные).

Литература

1. Крашенинников Г.Ф., Волкова А.Н., Иванова Н.В. Учение о фациях с основами литологии. Руководство к лабораторным занятиям. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 214 с.
2. Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение. Учеб. пособие для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. – 511 с.
3. Маркевич П.В. «Турбидиты» и «флиш» без пояснений – опасные термины // Вестник ДВО РАН. – 2004. – № 4. – С. 95 – 105.
4. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа) / В.А. Гроссгейм, О.В. Бескровная, И.Л. Геращенко и др. – Л.: Недра, 1984. – 271 с.
5. Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. – М.: Мир, 1976. – 536 с.
6. Романовский С.И. Седиментологические основы литологии. – Л.: Недра, 1977. – 408 с.

ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ ШЕРКАЛИНСКОЙ СВИТЫ НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТИ ТАЛИНСКОЙ ПЛОЩАДИ КРАСНОЛЕНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Л.К. Кудряшова, А.Ю. Фомичев

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с истощением основных запасов углеводородов на крупных месторождениях Западной Сибири необходимо вовлекать в разработку перспективные глубокозалегающие горизонты, характеризующиеся сложным строением и неоднородными фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС).

Ярким примером являются пласты ЮК₁₀, ЮК₁₁ шеркалинской свиты Талинской площади Красноленинского месторождения. Это один из наиболее сложных и уникальных объектов нефтедобывающей промышленности.

Разработка залежей нефти шеркалинской свиты характеризуется как крайне неблагоприятная: из 895 млн. т геологических запасов нефти промышленных категорий в лучшем случае будет добыто 150 – 180 млн. т.

Поэтому актуальной для данной площади является проблема увеличения коэффициента извлечения нефти (КИН) из пластов шеркалинской свиты. В связи с этим целью данной работы является выбор и обоснование наиболее рационального метода по увеличению КИН.

Талинская площадь расположена в западной части Красноленинского свода – структуре первого порядка [3]. Основными продуктивными отложениями в исследуемом районе являются пласты ЮК₁₀, ЮК₁₁ шеркалинской свиты, представленные разнородными песчаниками и гравелитами. В составе этих пластов уверенно выделяются пять циклитов: ЮК₁₀^а, ЮК₁₀^б, ЮК₁₀^с, ЮК₁₁^а, ЮК₁₁^б. Наиболее опесчаненными представляются циклиты в подошвенной части пластов, а наиболее заглинизированными – в кровельной.

Стоит также отметить, что пласты шеркалинской свиты имеют сложное геологическое строение, обусловленное условиями осадконакопления [1]. Формирование коллекторов шеркалинской свиты началось с накопления турбидитно-дельтовой толщи и закончилось комплексом отложений со сложным внутренним строением, обусловленным различными обстановками подводных дельт.

Устойчивая цикличность в режиме осадконакопления характеризует четко выраженную дифференциацию ФЕС пород-коллекторов пластов ЮК₁₀ и ЮК₁₁ и усложняет процесс извлечения нефти. ФЕС меняются в широком диапазоне, как по разрезу, так и по площади. Так, для песчаников и гравелитов проницаемость ($K_{пр}$) колеблется в пределах от 0,01 до 4418,00 мД, а пористость (K_p) – от 9,0 до 24,2 %.

По результатам ГДИС в режиме КВД оценили скин-эффект. Для добывающих скважин объектов ЮК₁₀, ЮК₁₁ средняя величина скин-эффекта составила 7,2. Простые расчеты зависимости изменения дебита от скин-эффекта свидетельствуют, что в нашем случае ухудшение ФЕС в призабойной зоне пласта снижает дебит скважин ~ в 1,8 раза.

Также значительное влияние на нефтеотдачу оказывает система разработки месторождения. На начальном этапе обеспечение высоких дебитов фонтанных скважин сопровождалось значительным увеличением депрессии на пласт. Низкие забойные давления в фонтанирующих скважинах приводили к разгазированию нефти в прискважинной области пласта. Высокие темпы отборов привели к снижению пластового давления и, как следствие, к уменьшению дебитов фонтанных скважин. С целью компенсации добычи нефти форсировали освоение системы заводнения.