

УДК 550.84

ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗЕРВУАРОВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ИХ ЛИТОТИПОВ

Шамаева К.Р., студент гр.СГЛ-23-01, III курс
Научный руководитель: Шарафутдинов А.Ф., старший преподаватель
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Баженовская свита Западно-Сибирского бассейна характеризуется сложными петрофизическими свойствами резервуаров, преимущественно низкопроницаемыми коллекторами с высокой неоднородностью.

Отложения баженовской свиты отличаются от типичных осадочных пород как по составу, так и по физическим характеристикам. Петрофизические исследования керн с различных месторождений выявили в разрезе наличие порово-трещинных и трещинных коллекторов. Для них характерна высокая неоднородность фильтрационно-емкостных свойств по всей площади распространения свиты [1, с. 57].

Подавляющее большинство (около 77%) залежей расположено на глубинах от 2000 до 4000 метров. С литологической точки зрения коллекторы отличаются разнообразием: песчаники составляют более 56%, песчано-алевролитовые коллекторы – почти 30%, аргиллиты – более 7%. Установлено, что 53,2% коллекторов баженовской свиты относятся к низкопроницаемым (проницаемость менее 0,05 мкм²), что напрямую определяет сложность извлечения нефти. Ещё 40,4% – это среднепроницаемые коллекторы, и лишь 6,4% можно отнести к высокопроницаемым. Большая часть нефти находится в пластах с температурой от 20 до 99 °С и давлением ниже среднего значения [2].

Характерной чертой пород баженовской свиты является высокое содержание керогена. Их минеральная часть представлена кремнезёмом, глинистыми минералами, пиритом, альбитом и карбонатами. Концентрация органического вещества (ОВ) варьирует от 2 до 60% (в среднем 15%), биогенного кремнезема и карбонатов – от 7 до 85% (в среднем 60%), глинистых минералов – от 2 до 27% (в среднем 20%), пирита – от 1 до 5% (в среднем 2,5%). Значительное количество ОВ в породе осложняет процедуру определения её пористости [1, с. 58].

Коллекторские свойства основной толщи пород баженовской свиты характеризуются низкими показателями: открытая пористость не превышает 2%, а абсолютная газопроницаемость – 0,1 мД. Однако в её разрезе присутствуют прослои с относительно высокими фильтрационно-емкостными свойствами. Для этих пород характерны значения открытой пористости до 15%

и абсолютной газопроницаемости до 60 мД. Данные свойства присущи радиоляритам с различной степенью карбонатизации [1, с. 64].

Значения удельного электрического сопротивления (УЭС) для аргиллитов изменяются в диапазоне 3–7 Ом·м, силицитов – 30–53 Ом·м, карбонатов – 59–90 Ом·м. В свою очередь, значения относительной диэлектрической проницаемости (ОДП) для этих же типов 105–412, 37–132 и 13–45 соответственно. Микститы занимают промежуточные значения между аргиллитами и карбонатами. Так, для глинисто-кремнистых микститов значения УЭС имеют диапазон 10–17 Ом·м, карбонатно-глинистых микститов – 20–35 Ом·м, карбонатно-кремнистых микститов – 45–73 Ом·м, а значения ОДП – 80–286, 54–204 и 24–85. На значения УЭС и ОДП наибольшее влияние оказывают пирит, глинистые минералы и органическое вещество. Рост их содержания приводит к увеличению ОДП и снижению УЭС, в то время как содержание апатитов, карбонатов и силикатов приводит к обратной зависимости: уменьшению значения ОДП и повышению УЭС [3, с. 25].

Из-за высокого содержания аквагенного органического вещества и образовавшихся из него битумоидов, породы баженовской свиты обладают гидрофобностью и быстро теряют поровые и «возрожденные» эллизионные воды. Пустотное пространство коллектора занято нефтью. Благодаря гидрофобности баженина, накопленная в нём нефть является безводной [4, с. 63].

В баженовской свите Западной Сибири нефтенасыщенность открытого порового пространства напрямую зависит от степени катагенетической зрелости органического вещества. В зонах, где катагенез достиг главной фазы нефтеобразования (стадии МК1–МК2, так называемое «нефтяное окно»), нефтенасыщенность преимущественно превышает 0,75 (75%). В районах, где катагенез соответствует началу стадии МК1, насыщенность не превышает 0,5, а в зонах с самой низкой зрелостью (начало МК1¹), например, в Усть-Тымском районе, нефтенасыщенность составляет менее 0,3. Высокие значения нефтенасыщенности (более 0,75) наиболее характерны для образцов с открытой пористостью выше 6%, хотя прямой корреляции между абсолютными значениями пористости и насыщенности не наблюдается [4, с. 65].

Генетическая классификация литотипов баженовской свиты основана на комплексном изучении минерального состава, содержания органического вещества, структурно-текстурных особенностей и генетических признаков пород. На основании сравнения минерально-компонентного состава, структурно-текстурных особенностей и генезиса пород обосновано выделение 14-ти литотипов отложений, 12-ть из которых относятся к нефтематеринским породам. Последние делятся на два генетических типа пород [5, с. 20].

Первый генетический тип – терригенно-биогенный. Для этих отложений характерно повышенное содержание глинистых компонентов и органического вещества. Сюда относятся такие литотипы, как углеродисто-кремнисто-глинистые, углеродисто-глинисто-кремнистые, высокоуглеродисто-

кремнисто-глинистые, высокоуглеродисто-глинисто-кремнистые, а также высокоуглеродисто-карбонатно-глинисто-кремнистые и высокоуглеродисто-глинисто-карбонатно-кремнистые породы [5, с. 21].

Второй генетический тип – биогенный. Эти отложения отличаются пониженным содержанием глинистого материала. К данному типу отнесены литотипы силицитов, радиоляритов, доломитов по радиоляритам, известняков по радиоляритам, пелоидных и других известняков, а также карбонатизированных фосфоритов [5, с. 21].

Для практического использования в моделировании литотипы объединяются в более крупные единицы – группы литотипов, а те, в свою очередь, – в классы пород. Всего выделено 8 групп литотипов, 6-ть из которых обладают нефтематеринскими свойствами. К терригенно-биогенному генетическому типу отложений относятся (1) углеродистые глинисто-кремнистые, (2) высокоуглеродистые глинисто-кремнистые и (3) высокоуглеродистые глинистокарбонатно-кремнистые группы литотипов. К биогенному генетическому типу отложений отнесены низкоуглеродистые (4) вторично преобразованные радиоляриты; (5) карбонатные и (6) фосфатные группы литотипов [5, с. 22].

Наиболее общим подразделением литогенетической классификации являются классы пород, в которые объединяются группы литотипов на основании схожего минерального состава и содержания ОВ, а также способности отдавать нефть в скважину. которые затем сводятся в три класса: карбонатно-глинисто-кремнистые низкопроницаемые породы (доманикиты – неколлекторы), кремнисто-карбонатные породы (доманикоиды – потенциальные коллекторы) и безуглеродные породы. Именно на уровне классов пород, которые уверенно выделяются по каротажным кривым, становится возможным построение трёхмерных геологических моделей, оценка запасов и планирование разработки [5, с. 22].

Таким образом, резервуары баженовской свиты характеризуются сложными петрофизическими свойствами и низкой проницаемостью, а породы характеризуются значительным содержанием органического вещества и керогена. На основе минерального состава и содержания ОВ выделены 14 литотипов, объединённых в генетические типы, которые группируются в классы пород для целей геологического моделирования и планирования разработки.

Список литературы:

1. Хамидуллин, Р.А. фильтрационно-емкостные свойства пород баженовской свиты / Р.А. Хамидуллин, Г.А. Калмыков, Д.В. Корост, Н.С. Балущкина, А.И. Бакай // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2013. – № 5. – С. 60–64.
2. Яценко И. Г. Условия залегания нефти баженовской свиты [Электронный ресурс]. Нефтегазовое дело. – 2024. – 13 февраля. – URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/geologorazvedka/819011-usloviya->

zaleganiya-nefti-bazhenovskoy-svity-/?ysclid=ml815ub0r3782502916

3. Глинских В. Н. Возможности диэлектрического каротажа применительно к изучению баженовской свиты / В. Н. Глинских, М. Н. Никитенко, А. А. Федосеев // Геофизические технологии. – 2019. – № 3. – С. 22–30.

4. Конторович А. Э. Пористость и нефтенасыщенность пород баженовской свиты / А. Э. Конторович, С. В. Родякин, Л. М. Бурштейн, Е. А. Костырева, С. В. Рыжкова, П. А. Ян // Геология нефти и газа. — 2018. — № 5. — С. 61–73.

5. Немова В. Д. Литогенетическая классификация пород и техноморфизм отложений баженовской свиты Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции : автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук : 25.00.06 / Немова Варвара Дмитриевна ; науч. конс. Ростовцева Юлиана Валерьевна ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М., 2021. – 51 с.