

УДК 552.558.2.061.32:551.77(571.642)

Т.А. Кирюхина¹, С.И. Бордунов², А.А. Соловьева³

НЕФТЕМАТЕРИНСКИЕ ТОЛЩИ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-САХАЛИНСКОГО БАССЕЙНА

В качестве основных нефтегазоматеринских толщ в пределах юго-западной части Южно-Сахалинского бассейна выделяются глинистые отложения верхнеудейской свиты раннемиоценового возраста и среднемиоценовые темно-серые и черные аргиллиты курасийской свиты, а также, вероятно, черные аргиллиты быковской свиты позднемиоценового возраста.

Ключевые слова: нефтегазоносность, нефтегазоматеринские толщи, геохимия, кайнозой, Южный Сахалин.

The main source rock within the south-western part of the Yuzhno-Sakhalinsk pool allocated clay deposits of Verhneduyskaya Formation Ealy Miocene age and Middle Miocene dark gray, black argillites of Kurasiyskaya Formation, as well as, probably, black argillites Bykovskaya Formation of Late Cretaceous age.

Keywords: oil and gas potential, source rock, geochemistry, Cenozoic, South Sakhalin.

Введение. Нарращивание нефтегазовой ресурсной базы на о. Сахалин — важная государственная задача. Северный Сахалин — традиционный район с развитой добывающей промышленностью, хорошо разведан, в то же время меньше внимания уделяется Южному Сахалину, перспективы нефтегазоносности которого достаточно высоки. Южно-Сахалинский бассейн имеет размеры 600×60÷120 км, которые сопоставимы с размерами других бассейнов о. Сахалин и прилегающих акваторий. Мощность осадочного чехла, представленного олигоцен-миоценовыми и среднемиоцено-четвертичными отложениями, на западе бассейна составляет 4–6 км, на востоке — 5,4–6,3 км; в заливе Терпения вулканогенно-осадочные отложения сергеевской серии (аракайская, холмская, чеховская свиты) мощностью до 3,5 км с размывом перекрыты переслаивающимися глинами, алевролитами и песчаниками аусинской, курасийской и маруямской свит макаровской серии; в заливе Анива макаровская и помырская серия имеют мощность до 5 км. В регионе отмечены нефтегазопоявления, как в скважинах, так и в обнажениях, а также грязевой диапиризм и вулканизм [Веселов и др., 2012]; открыто несколько газовых месторождений, что создает благоприятные предпосылки для дальнейших поисков нефти и газа [Тютрин и др., 1992; Баженова, 2002]. Цель работы — исследование нефтегазоматеринских толщ для уточнения перспектив нефтегазоносности региона.

Фактический материал и методика исследований. Для геохимических исследований

Рис. 1. Расположение точек отбора образцов: 1 — Макаровский район; 2 — Долинский район; 3 — Анивский район; звездочка — положение Пугачевского грязевого вулкана; АБ — сейсмический профиль; штрихпунктирные линии — границы седиментационных бассейнов: I — Северо-Сахалинский; II — Западно-Сахалинский; III — Южно-Сахалинский



нефтемаатеринских пород из обнажений в южной части о. Сахалин отобрано 32 образца (рис. 1). Методика геохимических исследований включала следующие методы: макроскопическое описание горной породы, микрописание пород в шлифах, петрографические исследования в аншлифах, пиролиз по методу Rock-Eval, люминесцентно-битумологическое исследование, жидкостная экстракция в хлороформе, газовая хроматография.

Литоолого-стратиграфическая характеристика отложений. Кайнозойские отложения слагают осадочный чехол всего Южно-Сахалинского бассейна. Фундамент представлен разновозрастными вулканогенно-осадочными и эффузивными породами, иногда метаморфизованными, смятыми в складки разной вергентности. Пред-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, вед. науч. с.; e-mail: takir@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, ст. науч. с.; e-mail: sib-msu@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, аспирант; e-mail: zasol@mail.ru

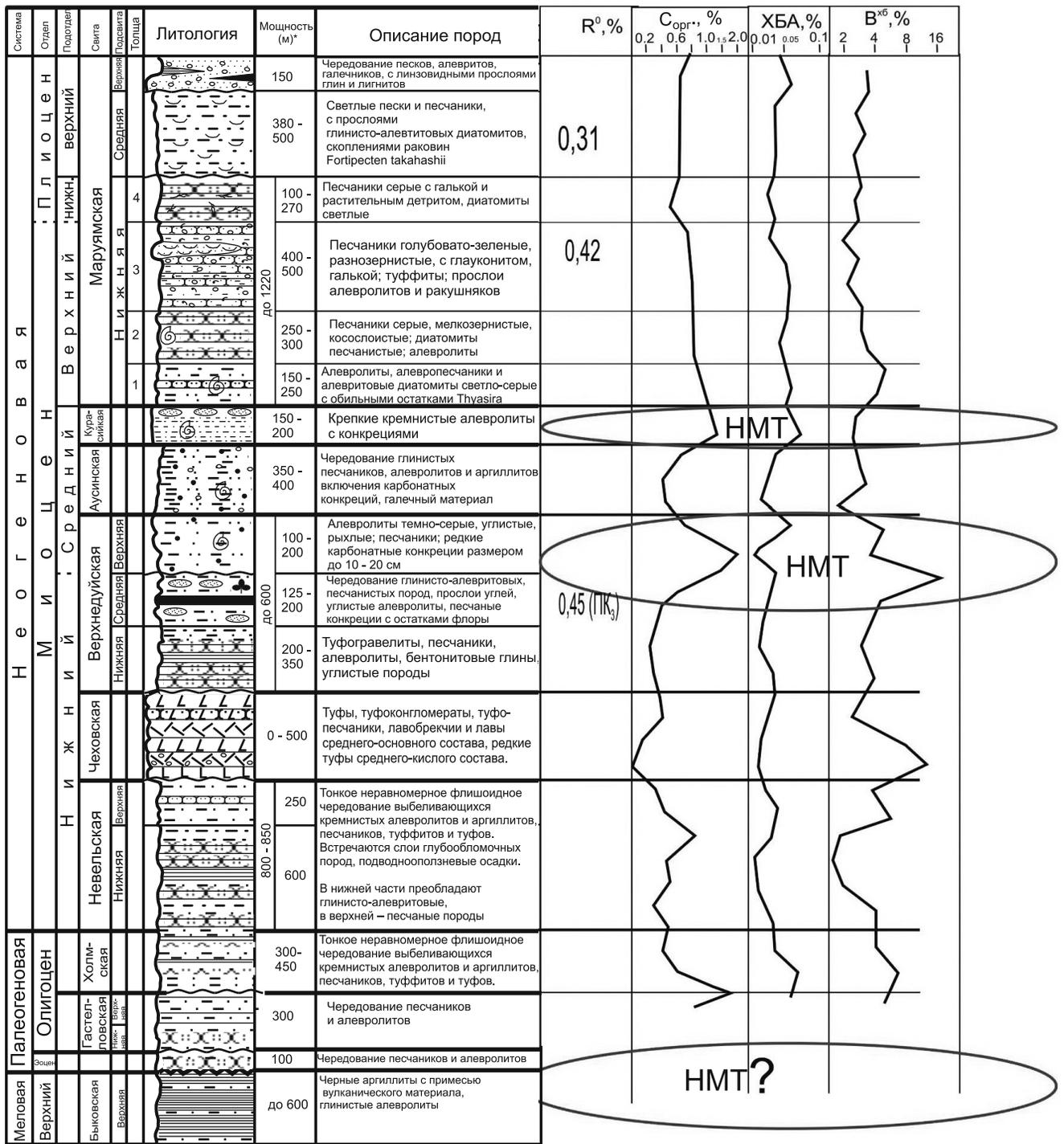


Рис. 2. Сводная литолого-стратиграфическая колонка с результатами геохимических исследований

полагаемый возраст пород фундамента — от палеозоя до палеоцена.

Кайнозойские отложения с разрывом и угловым несогласием (рис. 2–4) залегают на черных аргиллитах, которые смяты в складки, местами с примесью вулканического материала, отвечают быковской свите позднемелового возраста. Мощность 1800–2700 м. На них залегают отложения песчано-алевритистой толщи, представленной чередованием прослоев песчаника и алевролита, мощность до 100 м, возраст толщи средне-позднеэоценовый.

Эти отложения относятся к краснопольевскому и шебунинскому кайнозойским горизонтам региональной стратиграфической шкалы.

Толщу с разрывом перекрывают отложения нижней подсвиты гастелловской свиты, в нижней части представленной чередованием песчаников и алевролитов. В основании подсвиты залегают песчаники, содержащие гальку и линзы угля. Верхняя часть сложена кремнистыми алевролитами. Мощность подсвиты до 300 м. Возраст нижней подсвиты — рупельский век раннего олигоцена.

Условные обозначения:



Рис. 3. Условные обозначения к литолого-стратиграфической колонке

Отложения гастелловской свиты относятся к аракайскому и холмскому горизонтам региональной стратиграфической шкалы.

Верхняя подсвита залегает на нижней согласно и представлена чередованием песчаников, алевролитов и конгломератов, присутствуют прослои туфов. Мощность подсвиты до 400 м. Возраст верхней подсвиты гастелловской свиты — хаттский век позднего олигоцена.

Холмская свита представлена кремнистым флишем в виде чередования аргиллитов, алевролитов и туфов, иногда перекристаллизованными опоками. Возраст свиты конец позднего олигоцена — начало раннего миоцена. Мощность холмской свиты до 300 м. Отложения невелинской

свиты трудноотличимы от отложений холмской свиты и представлены тем же типом осадков кремнистого флиша. Встречаются рассеянная галька и карбонатные конкреции, прослои гравелитов и конгломератов. Мощность невелинской свиты до 850 м. Свита имеет раннемиоценовый возраст. Холмская и невелинская свиты относятся к холмско-невелинскому горизонту.

На отложениях невелинской свиты залегают отложения верхнедуйской свиты, представленные песчаниками с прослоями глин, алевролитов, конгломератов. Присутствуют прослои углистых аргиллитов и углей. Свита подразделяется на три подсвиты: нижнюю (200–350 м), среднюю (125–200 м) и верхнюю (100–200 м). Мощность свиты 425–700 м.

В районе г. Чехов фациальный аналог невелинской и верхнедуйской свит представлен отложениями чеховской свиты, сложенными туфами, базальтовыми лавами, лавобрекчиями, песчаниками с прослоями конгломератов. Мощность свиты до 500 м. Все эти свиты имеют раннемиоценовый возраст.

Отложения сертунайской (аусинской) свиты залегают согласно на нижележащих. Они сложены в основном песчаниками с прослоями алевролитов и глин, в верхней части отмечены прослои слабокремнистых аргиллитов. В средней части встречаются карбонатные конкреции и псевдоморфозы гейлюзита по кальциту. Мощность 350–400 м. Возраст свиты среднемиоценовый.

Выше согласно или с несогласием залегают отложения курасийской свиты, осадочные отложения представлены чередованием кремнистых аргиллитов и опоковидных алевролитов (рис. 5). Мощность отложений свиты 150–200 м. Возраст свиты — средний–поздний миоцен.

Маруямская свита залегает на курасийской согласно, с постепенным переходом. Свита делится на три подсвиты. Нижняя подсвита на основании литологических данных в свою очередь подраз-

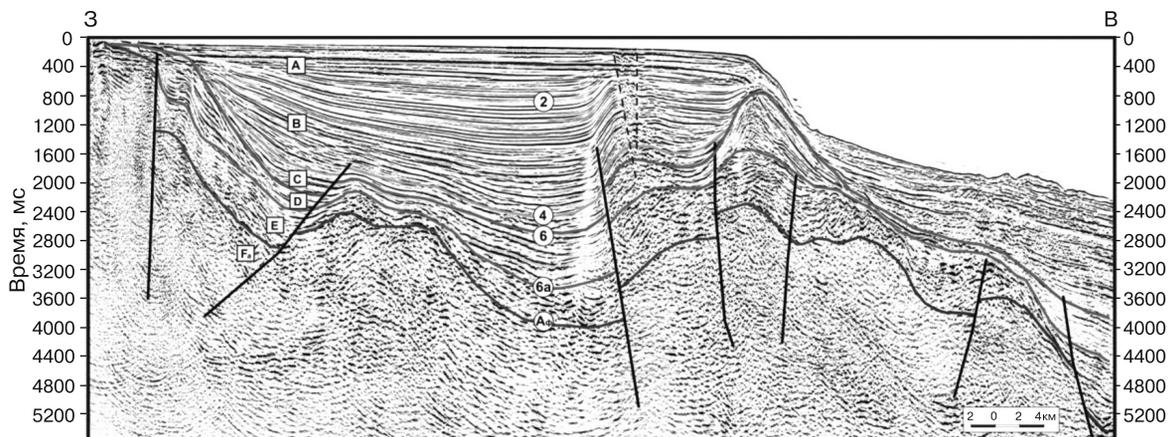


Рис. 4. Сейсмогеологический разрез по линии АБ (положение разреза см. на рис. 1), по [Гранник и др., 2013] Сейсмические комплексы (буквы в квадратах): Фа — акустический фундамент; Е — палеоген–нижний миоцен; D — нижний–средний миоцен; С — средний–верхний миоцен; В — верхний миоцен–нижний плиоцен; А — нижний плиоцен–квартер. Сейсмические горизонты — цифры в кружках, черные линии на профиле — разломы, штрихпунктирные линии — проницаемые зоны миграции флюидов

деляется на 4 литологические пачки. Пачка 1 представлена алевролитами и диатомитами с прослоями песчаников и витрокластических туфов, горизонтами карбонатных конкреций. Мощность пачки 150–250 м. Пачка 2 сложена мелкозернистыми песчаниками с редкими прослоями диатомитов и алевролитов (рис. 6). Мощность пачки 250–300 м. Пачка 3 состоит из плохосортированных песчаников с рассеянным гравием и мелкой галькой и прослоями туфов. Мощность пачки 400–500 м. Пачка 4 представлена грубопластовым чередованием песчано-алевритистых диатомитов и песчаников (рис. 7). Мощность пачки 100–200 м.

Средняя подсвита залегает с размывом и сложена песчаниками плохосортированными и слабосцементированными, косослоистыми, с гравием и галькой, редкими карбонатными конкрециями. Характерно присутствие раковин *Fortipecten takahashi*, *Anadara trilineata*, *Spisula densata*. Мощность подсвиты 380–500 м.

Верхняя подсвита сложена песками и песчаниками, гравелитами и конгломератами, характеризуется кося и груболинзовидной слоистостью, присутствует обильный растительный детрит, пласты и линзы лигнитов. Мощность до 150 м. Общая мощность свиты 1430–1900 м.

Нефтегазоносность. Южно-Сахалинский бассейн относится к бассейнам окраинно-континентального орогенного типа [Баженова, 2004]. В разрезе Южно-Сахалинского бассейна выделяются 3 нефтегазоносных комплекса и 2 возможно нефтегазоносных комплекса. Нефтегазоносные комплексы — среднеэоцен-олигоценый, нижнемиоцен-среднемиоценовый и среднемиоцен-верхнемиоценовый (основной). Возможные нефтегазоносные комплексы — апт-позднемиоценовый и плиоценовый.

В пределах южной части о. Сахалин известны многочисленные нефте- и газопроявления в скважинах. В Анивском прогибе открыто три мелких газовых месторождения: Южно-Луговское, Золоторыбное и Восточно-Луговское, где продуктивны отложения маруямской свиты. Непромышленные притоки газа получены при испытании на Луговской, Зеленодольской и Лозинской структурах. Газ преимущественно метановый

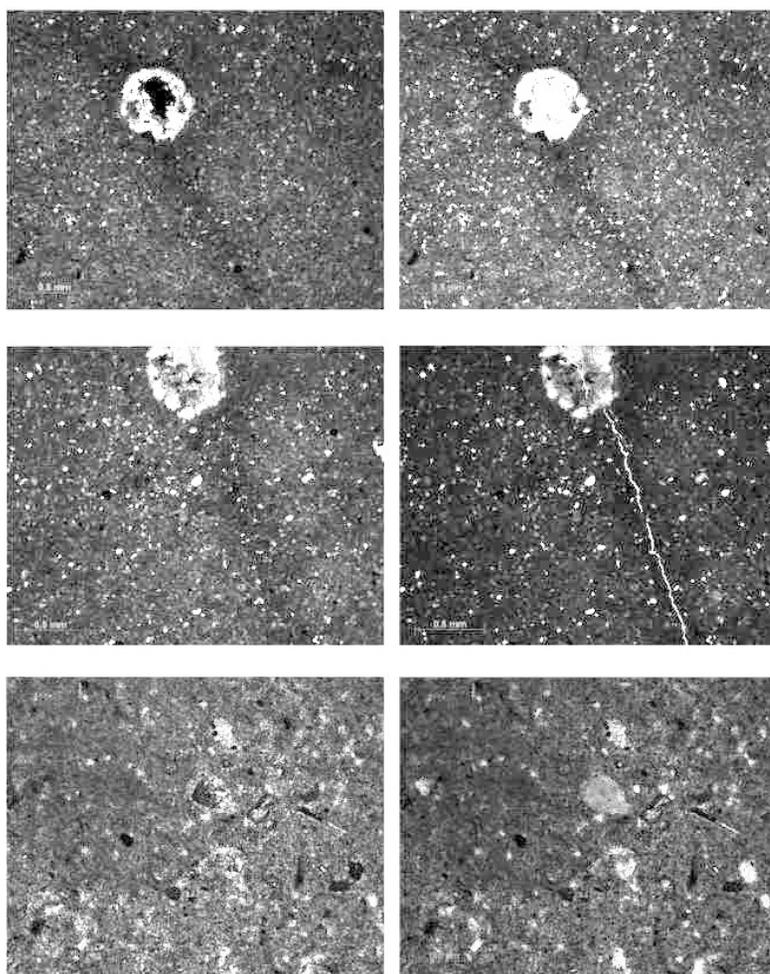


Рис. 5. Фото шлифа обр. № 7/1 (аргиллит кремнистый, курасийская свита, Макаровский район)

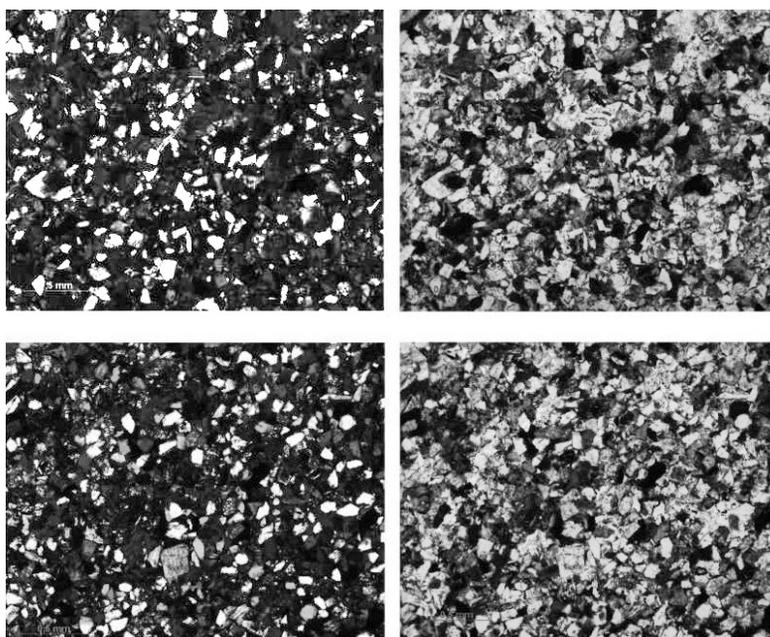


Рис. 6. Фото шлифа обр. № 5/14а (алевролит, маруямская свита, 2-я толща, Макаровский район)

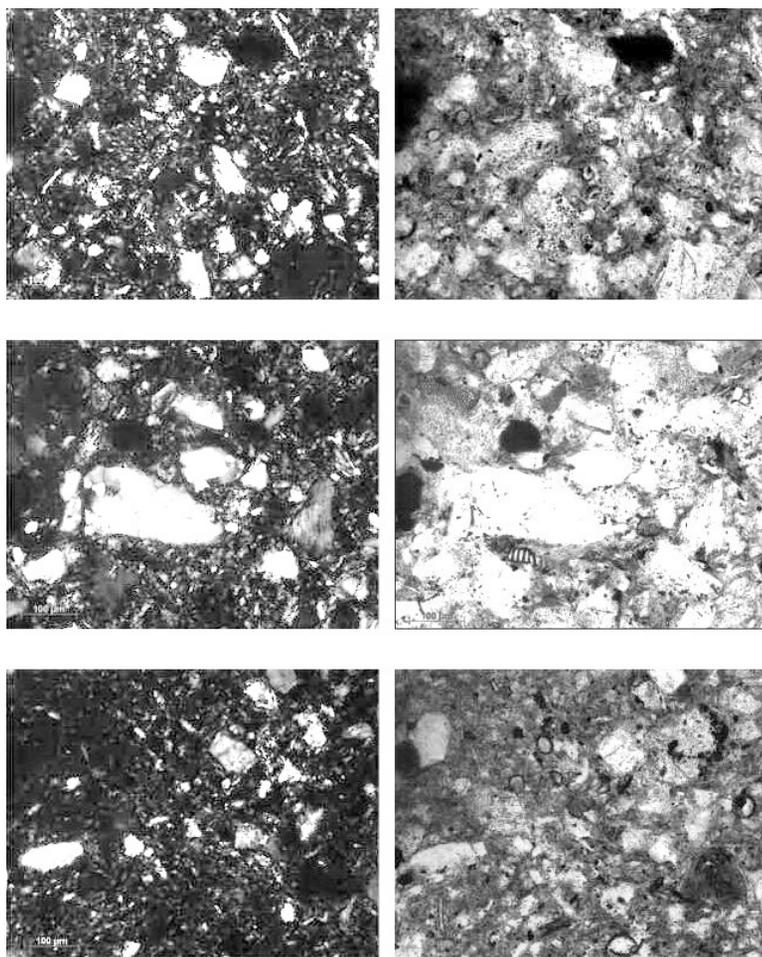


Рис. 7. Фото шлифа обр. № 4/1 (песчаник, марьямская свита, 4-я толща, Макаровский район)

(содержание CH_4 составляет 92%), с незначительным содержанием углекислого газа и тяжелых углеводородов (УВ). Две параметрические скважины в акватории Анивского залива — Петровская и Новиковская — вскрыли разрез кайнозойских и меловых отложений без признаков нефти и газа. В пределах Поронайского прогиба поверхностные нефте- и газопроявления отмечены во всех стратиграфических подразделениях. В Макаровском районе известны также грязевые вулканы, периодически выбрасывающие глинистую массу, насыщенную углеводородными газами [Веселов и др., 2012]. В процессе бурения и испытания скважин отмечены пленки нефти, повышенная газонасыщенность пластовых вод, газопроявления. Все перечисленные характеристики свидетельствуют в целом о перспективности Южно-Сахалинского бассейна в отношении углеводородного сырья.

Участки недр, перспективные на углеводороды, расположены на южном и юго-восточном шельфе Сахалина, в заливах Анивский и Терпения. По оценкам специалистов, месторождения содержат до 563 млн т в нефтяном эквиваленте [Харахинов, 2010].

Результаты геохимических исследований. Образцы для геохимических исследований представ-

лены аргиллитами, алевролитами, кремнистыми алевролитами, а также глинами и одним образцом угля из верхнедуйской свиты. Материал охватывает почти весь разрез кайнозойских отложений района работ — от холмской до марьямской свиты.

Макроскопическое описание включало определение цвета породы, ее структуры и текстуры, отмечены включения минералов, растительного детрита.

Микроскопическое описание шлифа включало описание структуры и текстуры пород, ее минерального состава, выявление трещиноватости и детрита. Микроописание выполнено для всех встреченных литотипов пород.

Затем образцы изучены в люминесцентном свете, проведена реакция с HCl . Так как большинство образцов кремнистые, то реакция отсутствовала, но в аргиллите из курасийской свиты (образец № 88155) и в песчанике из 3-й толщи марьямской свиты (образец № 8/6а) произошло бурное вскипание, что говорит о локальном увеличении карбонатности по разрезу. В описании пород под люминесцентной лампой крупные пятна свечения не выявлены. Чаще всего наблюдались мелкие вкрапления и полосы, приуроченные к образцам породы из верхнедуйской и марьямской свит (рис. 8). Цвет свечения был разным, но чаще голубоватый, встречены желтые и коричневые пятна, ярко светились и обломки раковин моллюсков.

Люминесцентно-битумологическое исследование показало, что средний балл для пород южной части о. Сахалин невысокий и колеблется в пределах 4–5, но в образцах верхнедуйской (глина) и курасийской (аргиллит) свит достигает 7–9 (образцы № 1/2, 88155), это означает, что содержание битумоида в породе составляет 0,01–0,04%. В некоторых образцах курасийской, аусинской, марьямской и верхнедуйской свит наблюдается осернение в виде желтых кристаллов. Преобладающий в разрезе тип битумоида — МСБА (маслянисто-смолистый битумоид А). Более «благородный» легкий маслянистый битумоид (ЛМБА) приурочен к глинам 5-й пачки марьямской свиты, а также к аргиллитам 1-й пачки марьямской свиты. Помимо этого, ЛМБА наблюдается в разрезе в алевролитах и аргиллитах из верхней части курасийской свиты, а также из верхов аусинской свиты в аргиллитах. Маслянистый битумоид А (МБА) в разрезе выявлен в алевролитах аусинской свиты, в глинах из низов верхнедуйской свиты и в алевролитах холмской свиты. Результаты исследований приведены в табл. 1.

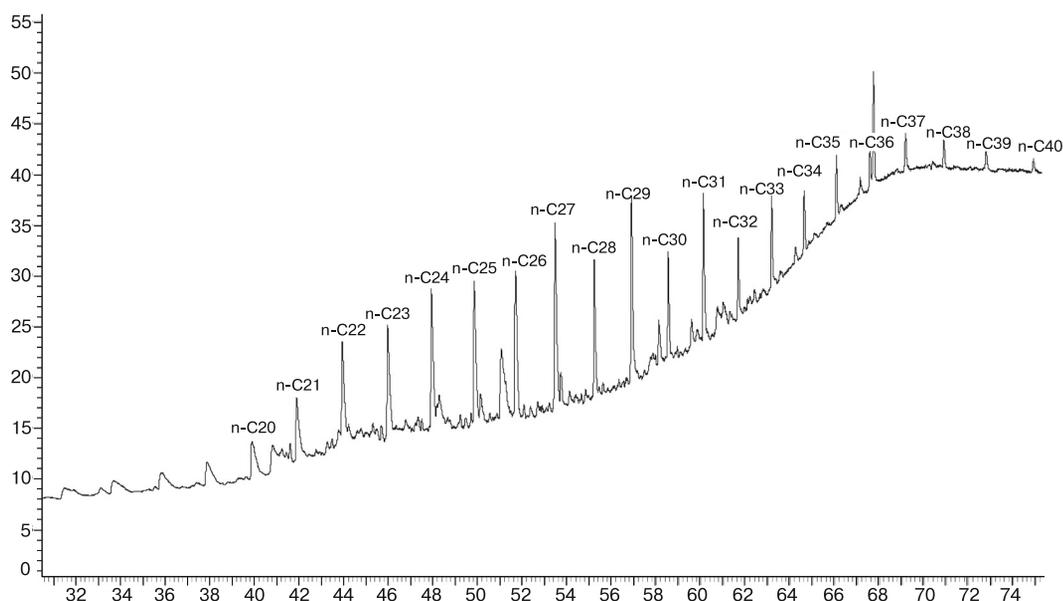


Рис. 8. Хроматограмма битумоида из обр. № 6/2а (алевролит кремнистый, холмская свита, Макаровский район)

Для количественного определения содержания хлороформенного битумоида в породе применялся метод ультразвуковой экстракции раздробленной породы в условиях многократной смены растворителя. По результатам люминисцентно-битумологического исследования на экстракцию были отобраны 4 образца из верхнедуйской (глина), курасийской (аргиллит), невельской (аргиллит кремнистый) и холмской (алевролит кремнистый) свит. Результаты экстракции показали, что наибольшее содержание битумоида заключено в глинах верхнедуйской свиты и достигает 0,2437%. Далее следуют аргиллиты невельской свиты, где его содержание составляет 0,0314%. В других образцах, представляющих курасийскую и холмскую свиты, количество битумоида небольшое — 0,012 и 0,0094% соответственно. В фракционном составе битумоидов незначительно преобладают асфальтены, содержание которых колеблется от 46 до 63%. Содержание мальтенов во фракционном составе изменяется от 32 до 46% (табл. 2).

Хроматографические исследования показали на хроматограммах высокий нефтяной фон, на котором видны пики нормальных алканов с C₂₀ до C₃₆ и даже до C₄₀. Наличие больших концентраций высокомолекулярных алканов свидетельствует о том, что в формировании исходного органического вещества принимали участие формы континентальной органики. Отмечается преобладание нечетных алканов над четными, что, с одной стороны, говорит о привносе большого количества континентального органического вещества (восков растений), а с другой — о низкой степени катагенетического преобразования ОВ. Последнее подтверждается большим нефтяным фоном, представленным значительным количеством неразделяемых методом газожидкостной хроматографии соединений, которые, скорее всего, представляют собой

циклические и полициклические углеводороды (рис. 8–10).

На углепетрографические исследования в аншлифах было отобрано 11 образцов из маруямской, курасийской, верхнедуйской и холмской свит. Замеренные значения показателя отражения витринита колеблются от 0,31 до 0,45, что говорит о невысокой степени преобразованности вещества. Максимальным значением (0,45) характеризуется образец из верхнедуйской свиты, что соответствует градации ПК₃ по катагенетической шкале Н.Б. Вассоевича. Показатель отражения витринита закономерно возрастает с увеличением глубины, что дает нам право сделать предположение о более высокой степени преобразованности нижележащих пород, где показатель отражение измерить не представилось возможным. В аншлифе образца глины из верхнедуйской свиты (1/2) наблюдаются многочисленные битумоидные подтеки, что свидетельствует о хорошем насыщении его битумоидом (рис. 11, а). Судя по содержанию хлороформенного экстракта, максимальное содержание которого отмечено (0,0853 г) в толще верхнедуйской свиты, фиксируются паравтохтонные (выделевшиеся в свободную фазу, но не покинувшие материнскую породу) битумоиды. Кроме того, в образце аргиллита из холмской свиты найдены небольшие трещинки со следами миграции УВ флюида(?) с ярким рыжим свечением ожелезнения на краях каналов. Этот факт может фиксировать наличие вертикальной миграции из меловых отложений или внутриформационной миграции флюида (рис. 11, б).

Результаты пиролитических исследований на Rock-Eval образцов из маруямской свиты показали, что породы характеризуются значениями водородного индекса (HI) — 18–58 мг УВ/гC_{орг}. Величина T_{max} варьирует от 401 до 426 °С, что говорит о незрелости исследуемых отложений. По

Таблица 1

Результаты люминесцентно-битумологических исследований

№ п/п	Номер образца	Описание	Свита	Цвет раствора	Балл	Цвет вытяжки	Тип битумоида	Содержание битумоида, %	Сера
1	88158	Аргиллит	Курасийская	Белый	6	Желтый, с голубоватым	МСБА	0,005	нет
2	88155			Яркий голубовато-белесый	7,5	Тусклый желтый	МСБА	0,01	нет
3	88170			Голубовато-желтый, прозрачный	6	Тусклый желтый	ЛМБА	0,005	немного
4	88171			Желтовато-голубой	5	Голубовато-желтый	ЛМБА	0,0025	есть
5	88301		Маруямская	Голубовато-желтый	3	Голубовато-желтый	ЛМБА	0,000625	есть
6	4/2a	Алеврит песчанистый	Маруямская, 4-я толща	Желтовато-белесый	4	Рыжий	МСБА	0,00125	много
7	4/3	Глина	Маруямская, 5-я толща	Желтовато-голубой, прозрачный	3	Желтовато-голубой	ЛМБА	0,000625	нет
8	8/1	Аргиллит	Курасийская	Голубоватый, очень мутный	3	Желтовато-голубой	ЛМБА	0,000625	есть
9	8/3	Алевролит кремнистый	Верхнекурасийская	Желтовато-голубой, мутный	3,5	Желтовато-голубой	ЛМБА	0,000625–0,00125	есть
10	8/6a	Песчаник	Маруямская, 3-я толща	Коричневато-белый, мутный	3	Голубовато-рыжеватый	МСБА	0,000625	мало
11	5/2	Алеврит глинистый	Верхнедуйская	Голубовато-белесый	5	Тускло-рыжий с голубоватой полоской	МСБА	0,0025	нет
12	5/3	Алевролит	Аусинская	Голубовато-белесый, мутный	4	Голубовато-желтый	ЛМБА	0,00125	есть
13	5/6	Алевролит кремнистый	Курасийская	Голубовато-желтый	4	Желтовато-голубой	ЛМБА	0,00125	есть
14	2	Глина	Аусинская	Голубовато-белесый, мутный	4	Желтый с рыжими и голубыми полосами	МСБА	0,00125	нет
15	1a		Верхнедуйская	Голубовато-желтый, прозрачный	3	Голубовато-желтый	МБА	0,000625	нет
16	1/2			Белесо-желтый	7–9	Буровато-желтый	СБА	0,01–0,04	очень много
17	5/4	Алевролит	Аусинская	Желтовато-белесый	3	Желтый	МБА	0,000625	нет
18	16	Глина	Верхнедуйская	Голубовато-желтый, мутный	6	Рыжегато-желтый, с голубоватым верху	МСБА	0,005	нет
19	10/16	Аргиллит	Невельская	Желтовато-белесый	5	Ярко-рыжий	МСБА	0,0025	нет
20	6/2a	Алевролит кремнистый	Холмская	Желтовато-белесый	5	Яркий желтый с голубой полосой	МБА	0,0025	нет
21	6/2	Аргиллит кремнистый		Ярко-белесый, мутный	6	Рыжий	МСБА	0,005	есть
22	9/16	Аргиллит		Голубовато-белесый	5	Рыжегато-коричневатый	МСБА	0,0025	есть
23	9/1	Аргиллит кремнистый		Белесый	4	Ярко-рыжий	МСБА	0,00125	есть

Таблица 2

Результаты экстракции, содержание битумоида и фракционный состав

Номер образца	Порода	Свита	Масса, г	%	Мальтены		Асфальтены	
					масса, г	%	масса, г	%
88155	Аргиллит	Курасийская	0,006	0,012	0,00219	36,5	0,0038	63,3
1/2	Глина	Верхнедуйская	0,0853	0,2437	0,0401	46,9	0,0452	52,8
10/16	Аргиллит	Невельская	0,0157	0,0314	0,0052	32,7	0,0037	
6/2a	Кремнистый алевролит	Холмская	0,0047	0,0094	0,00189	38,5	0,0023	46,9

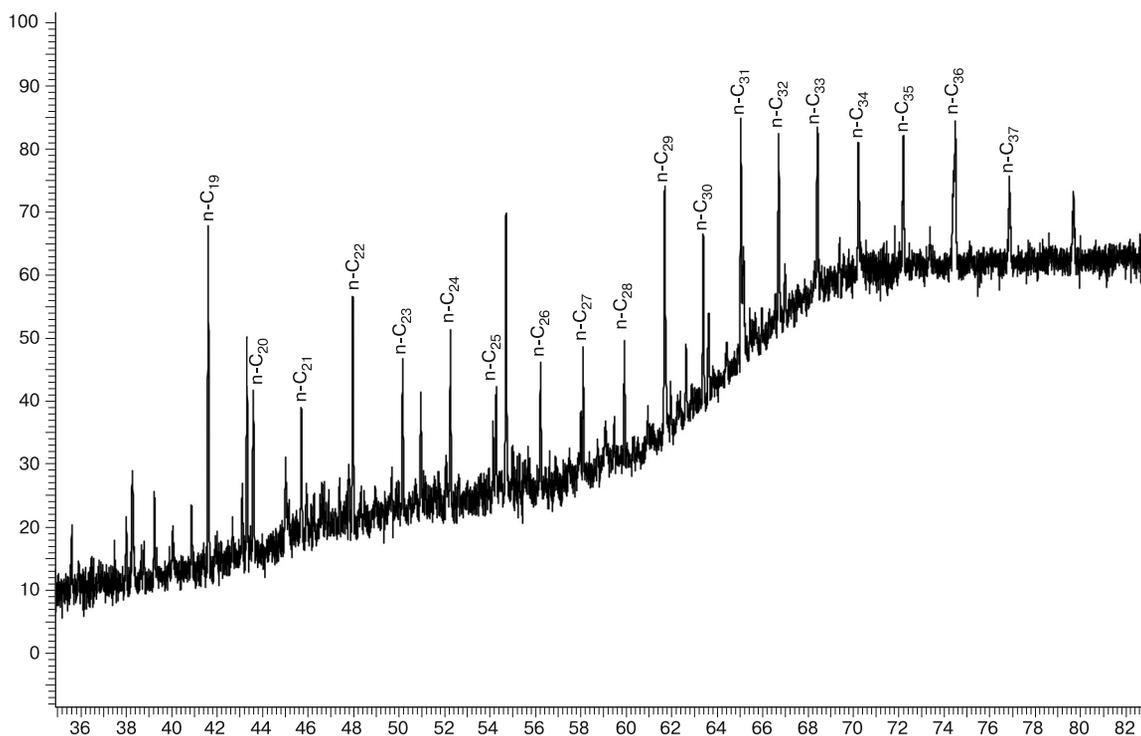


Рис. 9. Хроматограмма битумоида из обр. № 10/16 (аргиллит кремнистый, невельская свита, Макаровский район)

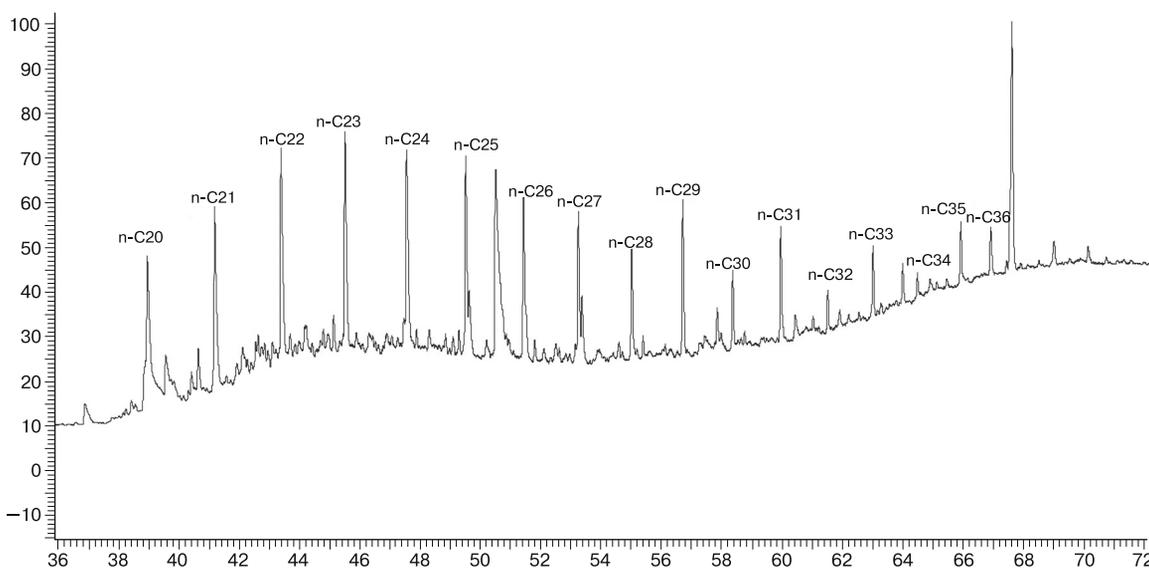


Рис. 10. Хроматограмма битумоида из обр. № 88155 (аргиллит, курасийская свита, Анивский район)

величине S2 потенциал пород маруямской свиты является плохим, так как значения изменяются в пределах 0,06–0,62 мг УВ/г. Содержание $C_{орг}$ в образцах из этой свиты — 0,33–1,07.

Для кремнистых алевролитов и аргиллитов курасийской свиты значения HI изменяются от 31 до 96 мг УВ/г $C_{орг}$. Величина T_{max} варьирует в пределах 402–437 °С, что указывает на частичную зрелость исследуемых отложений. По величине S2 потенциал пород курасийской свиты плохой, так как значения попадают в диапазон 0,15–0,89. Содержание $C_{орг}$ в породах этой свиты — 0,48–1,13. Значения PI могут достигать 0,16, что при от-

сутствии миграции означает нахождение пород в главной зоне нефтеобразования (ГЗН).

Для алевролитов и глины аусинской свиты значения HI варьируют от 34 до 57 мг УВ/г $C_{орг}$. Величина T_{max} изменяется от 403 до 418 °С, что говорит о незрелости этих пород. По величине S2 потенциал оценивается как плохой, так как его значения изменяются от 21 до 29 мг УВ/г. Содержание $C_{орг}$ в породах этой свиты — 0,51–0,8.

Для глин и глинистого алевролита верхне-дуйской свиты значения HI изменяются от 16 до 64 мг УВ/г $C_{орг}$. Величина T_{max} варьирует от 418 до 432 °С, что является доказательством частич-

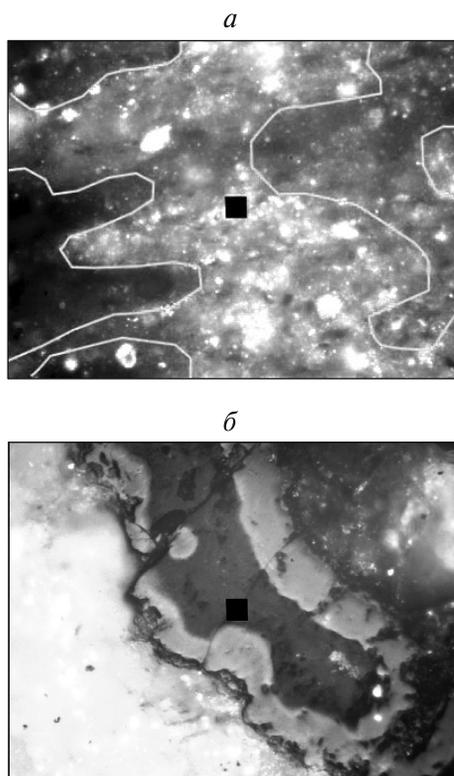


Рис. 11. Фото шлифов в обычном свете ($\times 50$): *a* — битумоидные подтеки, обр. № 1/2 (глина, верхнеудейская свита, Макаровский район); *b* — следы миграции с ожелезнением на краях, обр. № 6/2а (аргиллит, холмская свита, Макаровский район)

ной зрелости пород. По величине S_2 потенциал оценивается как плохой, так как его значения изменяются от 0,04 до 0,9 мг УВ/г. Содержание $C_{\text{орг}}$ — 0,21–1,4%, где преобладают значения больше 1. P_1 составляет 0,03–0,33, что по шкале Espitalie условно отвечает зоне ГЗН.

Для аргиллита невельской свиты HI составляет 33 мг УВ/г $C_{\text{орг}}$. Величина T_{max} равна 418 °С, что говорит о незрелости породы. По величине S_2 , составляющей 0,2 мг УВ/г, потенциал породы представляется плохим. Значение $C_{\text{орг}}$ составляет 0,61%.

У кремнистых пород холмской свиты характерные значения HI изменяются от 17 до 74 мг УВ/г $C_{\text{орг}}$. Величина T_{max} варьирует от 406 до 439 °С, что говорит о частичной зрелости этих пород. По величине S_2 , варьирующей от 0,05 до 0,46 мг УВ/г, можно судить о плохом потенциале породы как нефтематеринской. Значения $C_{\text{орг}}$ изменяются от 0,29 до 0,62% (табл. 3).

На графике, построенном по данным пиролиза видно, что в основном, органическое вещество в породе находится в сильно диспергированном состоянии. Это может служить причиной некорректного использования метода Rock-Eval для определения степени зрелости нефтематеринских пород (рис. 12).

Заключение. Таким образом, по проведенному комплексу геохимических исследований палеоген-неогеновых пород в южной части о. Сахалин можно на данном этапе исследований условно

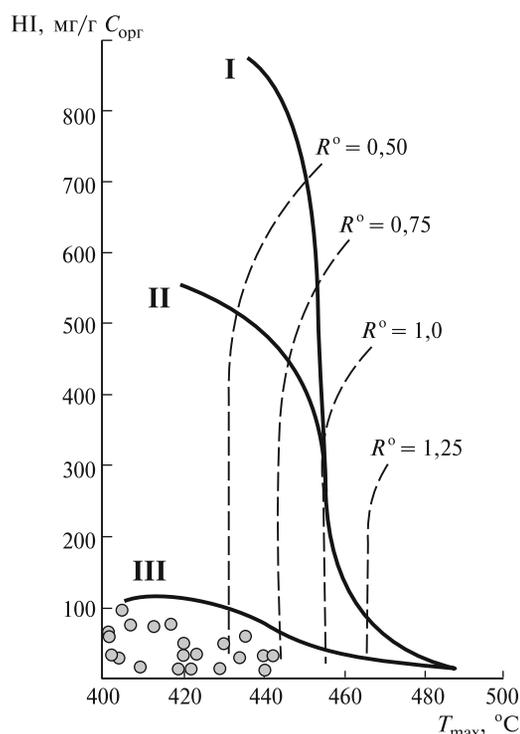


Рис. 12. Типы ОВ и степень их преобразования (I–III) в кайнозойских отложениях Южного Сахалина

но выделить две нефтегазоматеринские свиты: верхнеудейскую (нижний миоцен) и курасийскую (средний–верхний миоцен). Верхнеудейская свита сложена пачками глин и алевролитов с прослоями углей, которые накапливались в обстановках общей регрессии в пределах суши и шельфовой зоны. По значениям T_{max} и показателя отражения витринита эта свита характеризуется градацией катагенеза ПК₃. Значения показателей УВ потенциала породы (S_2) низкие, и потенциал оценивается как плохой. Содержание $C_{\text{орг}}$ практически во всех образцах более 1%. Тип органического вещества определяется как гумусовый.

Курасийская свита сложена пачками аргиллитов и кремнистых алевролитов, накопление которых происходило в морских условиях. Отложения курасийской свиты характеризуются невысокой степенью преобразованности (ПК₃) и плохим УВ потенциалом, если судить по пиролитическому показателю S_2 , хотя в этой свите, относительно всего разреза, он повышен. Благоприятное условие для определения этой свиты в качестве нефтегазоматеринской — $C_{\text{орг}} > 1\%$ в сочетании с наличием кремнистой составляющей, которая даже при такой степени катагенетической преобразованности ускоряет начало процесса генерации углеводородов. Это связано с выделением дополнительного тепла при переходе одной формы опала в другую, а также с происходящими при этом изменениями адсорбционных свойств матрицы, что способствует миграции УВ [Баженова и др., 2004]. Тип органического вещества определяется как смешанный.

Таблица 3

Результаты пиролиза ОБ кайнозойских отложений Южного Сахалина

Номер образца	Порода	Свита	S1	S2	PI	T _{max}	S3	PC	RC	C _{орг}	HI	C _{мин}
4/3	Глина	Маруямская, 5-я пачка	0,02	0,06	0,22	426	2,13	0,08	0,25	0,33	18	0,01
4/2a	Алевролит песчанистый	Маруямская, 4-я пачка	0,02	0,09	0,17	406	3,97	0,14	0,25	0,39	23	0
8/6a	Песчаник	Маруямская, 3-я пачка	0,02	0,08	0,2	416	0,68	0,04	0,33	0,37	22	0,82
88301	Аргиллит	Маруямская	0,11	0,62	0,15	401	4,66	0,23	0,84	1,07	58	0
4/3	Алевролит кремнистый	Курасийская	0,05	0,72	0,06	405	1,98	0,14	0,61	0,75	96	0,04
8/1	Аргиллит		0,11	0,89	0,11	411	2,78	0,19	0,94	1,13	79	0,04
5/6a	Алевролит кремнистый		0,05	0,52	0,09	402	3,38	0,16	0,65	0,81	64	0,04
88158	Аргиллит		0,02	0,24	0,08	430	2,12	0,1	0,63	0,73	33	0
88155			0,01	0,15	0,07	437	0,21	0,03	0,45	0,48	31	3,53
88170			0,06	0,31	0,16	402	3,91	0,17	0,65	0,82	38	0
88171			0,07	0,71	0,1	414	5,41	0,24	0,63	0,87	82	0
5/3		Алевролит	0,05	0,27	0,14	403	4,52	0,17	0,63	0,8	34	0,03
2	Глина	Аусинская	0,03	0,21	0,12	418	5,74	0,2	0,54	0,74	28	0,04
5/4	Алевролит		0,04	0,29	0,13	416	1,86	0,09	0,42	0,51	57	0,05
5/2	Алевролит глинистый	Верхнедуйская	0,03	0,9	0,03	432	10,37	0,39	1,01	1,4	64	0,05
1a	Глина		0,02	0,04	0,33	418	1,13	0,04	0,17	0,21	19	0,02
1б			0,04	0,66	0,06	427	16,05	0,52	0,77	1,29	51	0,08
10/16	Аргиллит	Невельская	0	0,2	0,02	418	2,75	0,11	0,5	0,61	33	0,02
6/2a	Алевролит кремнистый	Холмская	0,01	0,05	0,21	437	2,29	0,08	0,21	0,29	17	0,02
6/2б			0,02	0,46	0,04	406	2,02	0,11	0,51	0,62	74	0,02
6/2	Аргиллит кремнистый		0,01	0,17	0,03	439	2,21	0,08	0,46	0,54	31	0,02
9/16	Аргиллит		0,01	0,15	0,06	418	2,18	0,09	0,4	0,49	31	0,02
9/1	Аргиллит кремнистый		0,01	0,25	0,04	419	1,73	0,08	0,48	0,56	45	0,02

Отметим, что курасийская и верхнедуйская свиты, скорее всего, работают как нефтегазоматеринские толщи, но степени их преобразованности достаточно лишь для генерации «сухого» (верхнего или биогенного) газа. Этот же факт подтверждается данными о составе газов из месторождений Анивского залива. В составе газов содержание CH₄ варьирует от 89,10 до 99,0%, а содержание гомологов — от 0,07 до 0,28%,

оставшиеся доли процентов приходятся на N₂ и CO₂ (0,53–10,1 и 0,10–2,21% соответственно) [Шакиров и др., 2012].

Результаты углепетрографических исследований свидетельствуют о существовании потенциальной нефтематеринской верхнемеловой толщи, что доказывает наличие вертикальной миграции углеводородного флюида(?) из меловых отложений в отложения холмской свиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баженова О.К. Нефтегазоматеринский потенциал и нефтегазоносность // Кайнозой Сахалина и его нефтегазоносность / Под ред. Ю.Б. Гладенкова. М.: ГЕОС, 2002. С. 137–194.
 Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия горючих ископаемых. 3-изд. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. 415 с.
 Веселов О.М., Волгин П.Ф., Лютая Л.М. Строение осадочного чехла Пугачевского грязевулканического района (о. Сахалин) по данным геофизического моделирования // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31, № 6. С. 4–15.
 Гранник В.М., Рудницкая Е.С., Литвинова А.В., Ким А.Х. Кайнозойские осадочные бассейны Охотомор-

ского региона: особенности строения и формирования // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32, № 3. С. 20–28.
 Тютрин И.И., Шапошников А.В., Запывалов Н.П. Новое направление поисков нефти и газа на Сахалине // Геология нефти и газа. 1992. № 3. С. 15–18.
 Харахинов В.В. Нефтегазовая геология Сахалинского региона. М.: Научный мир, 2010. 276 с.
 Шакиров Р.Б., Сырбу Н.С., Обжиров А.И. Изотопно-газогеохимические особенности распределения метана и углекислого газа на о. Сахалин и прилегающем шельфе Охотского моря // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2012. Вып. № 20. № 2. С. 100–113.