ГЕОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ ПОЛУОСТРОВА ПОСЬЕТ (ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ) С МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

© 2019 А.В. Можеровский

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия,
690041; manatoly@poi.dvo.ru*

Изучены аутигенные минералы в вулканогенно-осадочных породах п-ова Посьет (Южное Приморье). Они являются чуткими индикаторами условий осадконакопления, указывают на изменения палеогеографической обстановки и характер диагенетических преобразований осадочного материала. Обнаруженные минералы — корренсит, ректорит, высокоупорядоченные смешанослойные разности типа хлорит-сметит (корренситоподобные), иллит-сметит (ректритоподобные), гидрослюда и хлорит характерны для пород палеогенового и мелового возраста, широко развитых в зоне перехода от Азиатского континента к Тихому океану. Предыдущими исследованиями было показано, что высокоупорядоченные образования типа сметит-хлорит (корренсит), сметит-гидрослюда (ректрит) имеют довольно узкий временной интервал (мел – палеоген) и важное маркирующее значение. Автором предпринята попытка уточнения стратиграфических построений с использованием минералогических данных, а также предложено расширить возрастной диапазон опробованных отложений района п-ва Посьет от раннего мела до олигоцена.

Ключевые слова: стратиграфия, смешанослойные минералы сметит-хлорит и сметит-гидрослюда.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на довольно хорошую изученность, до сих пор не выяснено геологическое и стратиграфическое положение толщ слагающих полуостров Посьет (рис. 1). Согласно схеме тектонического районирования Приморья (Геодинамика ..., 2006) район расположен в пределах Лаоелин — Гродековского террейна. Считается, что он сложен отложениями назимовской, зайсановской и краскинской свит, возраст которых принят от позднего палеоцена до эоцена. При детальном изучении цемента вулканогенно-осадочных пород был найден ряд аутигенных минералов, свойственных породам мелового и палеогенового возраста.

Предыдущими исследованиями (Можеровский, 2016; Mozherovsky, Terekhov, 2016) было показано, что формирование нижнемеловых и палеоценовых осадочных толщ зоны перехода от азиатского континента к Тихому океану имеет сходные черты, и, вероятно, проходило сначала в условиях мелководного морского бассейна на материковой окраине (рифтогенная стадия), иногда в условиях близких к эвапоритовым,

с частой сменой фациальной обстановки от мелководья до глубоководного режима отложения, с эпизодическими поставками вулканогенного материала и постепенным углублением бассейнов седиментации. Предполагалось, что в раннемеловое и палеогеновое время бассейны осадконакопления, образующие собой разрозненную сеть на материковой окраине северо-востока Азии, развивались в едином минералогическо-тектоническо-седиментологическом режиме растяжения земной коры — в накапливающихся отложениях формировались минералы, которые в процессе эпигенеза трансформировались по следующим направлениям: сметит-ректрит-слюда и сметит (пальгорскит, сепиолит?) — корренсит-хлорит. В изученных осадочных комплексах выделялось три минералогических этапа: хлорит-гидро-слюдистый (меловое и более позднее время); переходный — развиты смешанослойные корренситоподобные и ректоритоподобные минералы (ранний мел и палеоцен-эоцен), и сметитовый (от олигоцена до настоящего времени).

Целью исследований является попытка уточнения возраста и обстановки формирования вул-

каногенно-осадочных отложений п-ова Посьет на основании предложенной последовательности трансформации аутигенных минералов. В сочетании с результатами традиционных биостратиграфических и литологических исследований полученные данные позволят в дальнейшем полнее расшифровать историю формирования всего Южного Приморья.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА

Важнейшими исследованиями являлись геологосъемочные работы масштаба 1:50 000,

проведенные Г.М. Власовым в 1943–1944 гг. (1944)¹ на площади Хасанского бурогоугольного месторождения. Стратиграфическая схема кайнозоя Краскинской впадины, составленная им, долгое время являлась основой для всех последующих работ и научных публикаций. В северном борту Краскинской впадины обнаружены выходы апт-альбской молассоидной гладкинской толщи. Сама впадина выполнена отложениями палеоцен-эоценовой угленосной назимовской свиты. Выше залегают эоценовые вулканы зайсановской свиты и краскинской толщи, еще выше эоцен-олигоценные отложения угленосной хасанской свиты.

Рис. 1. Район исследований (а) и схематическая геологическая карта Хасанской (Краскинской) впадины (б) (Павлюткин и др., 2006, 2010). Обозначения: 1 — верхнефаташинская подсвита; 2 — нижнефаташинская подсвита; 3 — хасанская (назимовская) свита; 4 — зайсановские и краскинские эффузивы нерасчлененные; 5 — нижнемеловые отложения; 6 — образования домелового возраста (граниты, роговики); 7 — (а) местонахождения макрофитофоссилий, (б) пункты отбора проб для споровопыльцевого анализа; 8 — индексы геологических объектов и их возраст (в скобках — по (Власов, 1949²)).

Fig. 1. Study area (a) and schematic geological map of the Khasanskaya (Kraskinskaya) depression (b) (Pavlutkin et al., 2006, 2010). Legend: 1 — Upper-Fatashinskaya suite; 2 — Nizhnefatashinskaya suite; 3 — Khasanskaya (Nazimovskaya) suite; 4 — Zaisanovskie and Kraskinskie effusives, undifferentiated; 5 — Lower Cretaceous deposits; 6 — pre-Cretaceous formations (granites, hornfels); 7 — (a) the location of macrophytes, (b) sampling points for spore-and-pollen analysis; 8 — indices of geological objects and their age (in brackets — according to (Vlasov, 1949²)).

¹ Власов Г.М. Геология и угленосность Хасанского бурогоугольного месторождения Приморского края // Отчет о геолого-съемочных работах м-ба 1: 50000 Хасанской партии за 1943–44 гг. Хабаровск: 1944 г. [Vlasov G.M. Geology and coal-bearing capacity of the Khasansky brown coal field in Primorsky Kray // Report on geological surveying works, scale 1: 50000, Khasanskaya Partiya, 1943–44. Khabarovsk: 1944. (in Russian)].

² Власов Г.М. Третичные отложения Сихотэ-Алиня // Отчет тематической партии 109. Хабаровск: 1949 г. [Vlasov G.M. Tertiary sediments of the Sikhote-Alin // Number 109. Thematic Party Report Khabarovsk: 1949 (in Russian)].

Нижний мел, аптский — альбский ярусы. Гладкинская толща (K_1 gd) сложена конгломератами, песчаниками, алевролитами с прослоями и линзами бурого угля, алевроитскими песчаниками, углистыми алевролитами, туфоалевролитами, туффитами, глинами и песками, обнажается только в приустьевой части р. Гладкой (рис. 1б). Она с размывом залегает на раннеюрских гранитах и перекрывается базальтами зайсановского комплекса. Первоначально эти отложения относились к хасанской свите. Палинологическое изучение разреза В.С. Маркевич (1981) позволило сузить возрастной интервал формирования отложений до аптского-альбского веков.

Палеоцен — ранний эоцен, назимовская свита (P_{1-2} nz) представлена алевролитами, аргиллитами, часто углистыми, песчаниками, бурыми углями, туффитами, содержащая в основании конгломератобрекчии, распространена только в северной части полуострова Посъет. С угловым несогласием и размывом залегает на сланцах новгородского метаморфического комплекса, согласно перекрывается андезитами зайсановской свиты. Флора была определена (Кутуб-Заде и др., 2013), как эоценовая. Дополнительные сборы позволили уточнить возраст фитоценоза как палеоцен-раннеэоценовый.

Эоцен. Зайсановский комплекс (P_2 zs) сложен базальтами, андезибазальтами, андезитами, дацитами (в резко подчиненных количествах), туфами андезитов, туфоконгломератами с линзами туффитов, распространен на полуостровах Посъет и Крабе (рис. 1б), согласно залегает на назимовской свите и перекрывается краскинской толщей. Имеющиеся данные (лавы зайсановской свиты перекрывают назимовскую свиту палеоцен-раннеэоценового возраста) позволяют считать возраст свиты эоценовым. Этому не противоречат К-Аг датировки базальтов (55.1 млн лет) и андезитов (34.8 млн лет) (Варнавский и др., 1988).

Эоцен. Краскинская толща (P_2 kr) представлена флюидальными и брекчиевыми лавами риолитов, риодацитов, вулканическими стеклами, туфами риолитов и туффитами, распространена на восточном берегу бухты Экспедиции и полуостровах Посъет и Крабе (рис. 1б), согласно залегает на зайсановской свите и с размывом перекрывается хасанской. Возрастное положение толщи определяется на том основании, что она залегает на эоценовой зайсановской свите и в свою очередь перекрыта (несогласно с размывом) эоцен-олигоценовой хасанской свитой. Геохронологические К-Аг датировки лав толщи 41–51.9 млн лет, а экструзивных риолитов — 36.7 и 21 млн лет. (Варнавский и др., 1988). На основании вышеизложенного возраст комплекса принимается в пределах эоцена.

Эоцен — олигоцен. Хасанская свита (P_{2-3} hs) распространена в западной части Краскинской впадины. Нижняя часть свиты сложена конгломератами, дресвяниками с линзами туфов и песков. В верхней части (собственно угленосная толща) преобладают алевролиты, часто углистые, песчаники с линзами гравелитов, туфопесчаники, туфы, туффиты, алевроиты, глины и пласты бурого угля. Свита с размывом залегает на позднепермских и раннеюрских гранитоидах, эоценовой краскинской толще и согласно перекрывается туффитовой. Возраст свиты, подтвержденный палиноспектрами, принимался в интервале палеоцена — раннего олигоцена (Кутуб-Заде и др., 2013). Она сопоставляется с угловской свитой в одноименной группе угленосных впадин юга Приморья и относится к угловскому биостратиграфическому горизонту.

Олигоцен. Туффитовая толща (P_3 t), представлена туффитами, туфами риолитов, слаболиффицированными песчаниками и аргиллитами, песками, алевроитами, глинами с галькой и гравием, и составляет среднюю часть кайнозойского разреза Краскинской впадины. Она согласно залегает на верхнем угольном пласте хасанской свиты и согласно перекрывается толщей песчаников. Анализ всех материалов (Кутуб-Заде и др., 2013) позволяет принять возраст толщи как олигоценовый.

Пока общепринятым фактом является присутствие в Краскинской впадине нижнемеловых отложений в районе устья р. Гладкой (рис. 1б). Относительно других стратиграфических подразделений имеются разночтения. Основным противоречием между работой Т.К. Кутуб-Заде с соавторами (2013) и работами Б.И. Павлюткина с соавторами (2006, 2010) является залегание назимовской толщи. Первые помещают ее в основание разреза (возраст палеоцен-ранний эоцен), а затем наращивают его зайсановскими и краскинскими эффузивами. Вторые, напротив, утверждают, что п-ов Посъет сложен зайсановскими и краскинскими эффузивами (не расчлененными), а назимовская свита залегает на них с размывом и отвечает уровню усть-давыдовского горизонта эоценового возраста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По периметру полуострова Посъет из береговых обнажений автором были отобраны типичные образцы грубозернистых вулканогенно-осадочных пород с частотой опробования от 5–10 до 50–100 м. Валовый рентгенофазовый анализ проб проводился на дифрактометре «Дрон-2.0» с Cu K α излучением (плоский графитовый монохроматор), напряжением на аноде в 40 kV и токе 30 mA.

Ориентированные из водной суспензии образцы снимались в воздушно-сухом состоянии и насыщенные этиленгликолем. Диагностика смешанослойных образований осуществлялась согласно моделям предложенным (Дриц, Сахаров, 1976).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Предварительные геологические работы автора позволили выделить в районе п-ова Посьет две зоны (рис. 2): I — преимущественно терригенно-вулканогенную, делящуюся на две подзоны (*a* и *б*, цифры 1, 2) и II — вулканогенно-терригенную, которую можно разделить на три подзоны (*в*, *г* и *д*, цифры 3, 4, 5, 6, 7 для минералогически выделенных типов).

Особенности минерального состава цемента пород п-ова Посыет (рис. 3, 4) позволяют выстроить два трансформационных ряда. Первый ряд прослеживается от начальной хлоритизации (появления смешанослойной фазы смектит-хлорита рис. 3а, 3б, рефлексы 15.8, 2.98 Å в воздушно-сухом и 17.7, 8.71 Å в насыщенном состояниях), через хорошо окристаллизованный корренсит (рис. 3в, 3г, 3д, 3е, с целочисленной серией рефлексов в 30, 14.7, 7.4 и 31.5 Å соответственно), до чистого хлорита (рис. 4е, рефлексы 14.7, 7.25, 4.79, 3.57 Å с примесью гидрослюда — рефлексы 10.0, 5.0, 3.34 Å, хлорит-гидрослюдистая ассоциация

с присутствием кварца — рефлексы 4.26, 3.34 Å и плагиоклаза — 4.04, 3.76, 3.18 Å). Параллельно первому прослеживается второй прерывистый ряд преобразования смектита в гидрослюда (рис. 3г, наряду с смектит-хлоритом — рефлексы 14.7 и 7.31 Å, отмечаются рефлексы 17.7 и 9.3 Å в насыщенном и 13.8, 10.0, 8.04 и 2.57 Å в воздушно-сухом состояниях принадлежащие низкоупорядоченному смешанослойному образованию смектит-гидрослюда с примесью высокоупорядоченной разности — ректорита, рефлекс 29.8 Å в насыщенном состоянии), через высокоупорядоченный ректорит (рис. 4а) с примесью вермикулита и корренсита (рис. 4б, 4г, 4д) до чистой гидрослюда (рис. 4в, рефлексы 10.0, 5.0 и 3.34 Å гидрослюда-хлоритовая ассоциация с присутствием кварца — рефлексы 4.26, 3.34 Å и плагиоклаза — 4.04, 3.76, 3.18 Å).

В целом, полученные рентгеновские данные (таблица, рис. 3, 4) позволили более детально выделить четыре минералогических зоны (рис. 2): гидрослюда — хлоритовую (I а, цифра 1); хлорит — гидрослюдистую (II в, цифра 3); корренситовую (II д, цифры 5, 6, 7) и корренситоподобную (I б цифра 2 и II г, цифра 4). По мнению автора наиболее «минералогически» древними являются зоны I а и II в (рис. 2) поскольку хлорит и гидрослюда, как новообразованные минералы (рис. 4е, рефлексы 14.7, 7.2, 4.84, 3.59 Å и 10.0, 5.0, 3.34 Å соответственно) типичны для меловых отложений (Можеровский, 2016). Следовательно, часть пород п-ова Посъет (рис. 2, зоны I а и II в и рис. 5, 6) имеет как минимум позднемеловой или более древний раннемеловой возраст, предположительно коррелируемый с гладкинской толщей. Если предположить, что появление корренсита приурочено к тектонической перестройке и изменению климата в сторону потепления (Mozherovsky, Terekhov, 2016) (создание условий для испарения морской воды), то корренситовую зону можно подразделить на три подзоны: 1 — подзона хорошо окристаллизованного корренсита (рис. 3е), с примесью ломонтита (рефлекс 9.8 Å) и начальным появлением хлорита (рефлексы 14.7, 7.2, 4.67 и 3.68 Å) может иметь маастрихт-датский (66 млн лет, рис. 5, 6) и более древний возраст, в которую попадают туфобрекчии мыса Тироль (рис. 2, зона II д, цифра 5); 2 — подзону корренсита без хлорита, но с присутствием гидрослюда в следовых количествах (рефлекс в 10 Å). Предполагаемый возраст — палеоцен-эоценовый температурный максимум (56 млн лет) (рис. 5, 6). Сюда попадают туфопесчаники мыса Шелеха (рис. 2, зона II д, цифра 6) и 3 — подзону начального образования корренсита (рис. 2, зона II д, цифра 7) в смеси с корренситоподобным образованием предположительно эоценового возраста (56–33 млн лет)

Рис. 2. Упрощенная геологическая схема п-ова По-
сьет. 1 — предполагаемый возраст; 2 — принадле-
жность к выделенному минеральному типу; 3 — на-
правление предполагаемого минералогического
«омоложения».

Fig. 2. Simplified geological scheme of the Posyet Peninsular. 1 — estimated age; 2 — belonging to the selected mineral type; 3 — the direction of the proposed mineralogical «rejuvenation».

номер образца	координаты северной широты	координаты восточной долготы	гидрослюда	хлорит	каолинит	дефектный хлорит	высокоупорядоченный (гидрослюда-смектит) (рекорит)	высокоупорядоченный хлорит-смектит (коррентит)	высокоупорядочен- ный смектит-хлорит (коррентитоподобный)	низкоупорядоченный смектит-гидрослюда	смектит	пальтогорскит	сепиолит	цеолит	кварц	плагиоклаз	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Устье реки Гладкой. Предположительно нижнемеловые породы (гладкинская толща?)																	
96	42°40'696	130°50'249	XX			XX									XX	XX	туфопесчаник
97	42°40'696	130°50'249	XXX			XX	X?								XX	XX	м/з туфопесчаник
98	42°42'173	130°50'218	XXX	X											XX	XX	м/з туфопесчаник
99	42°42'173	130°50'218	XXX	X											XXX	X	м/з туфопесчаник
100	42°42'173	130°50'218	XXX												XX	X	с/з туфопесчаник
Устье реки Гладкой. Предположительно палеогеновые породы																	
387	42°42'059	130°49'436								XXX					X	X	туфобрекчия
386	42°42'083	130°49'362							XX				XXX				сепиолит
П-ов Посыет. Существенно осадочная толща. Предположительно нижнемеловые породы (гладкинская толща?)																	
190	42°39'766	130°47'665	X	X		XX		X?							XXX		м/з песчаник тонкослоистый
191	42°39'766	130°47'665	X			X?	X?								XX	XX	гидротермалит
192	42°39'766	130°47'665	X	XX				XX							X	XXX	м/з песчаник гидротермально преобразованный
193	42°39'768	130°47'677				X?	XXX								X	XXX	к/з песчаник
194	42°39'768	130°47'677	XXX				XX								X	XXX	к/з песчаник
195	42°39'770	130°47'684	X	XX				XX		X?						XXX	туфопесчаник с растительными остатками
196	42°39'770	130°47'686				XX	XX								XX	XX	м/з тонкослоистый песчаник
197	42°39'806	130°47'715	XXX												XXX	XX	м/з тонкослоистый песчаник
198	42°39'822	130°47'727		XX		XX			XX						XX	XX	м/з тонкослоистый песчаник
199	42°39'822	130°47'727	XXX	X		X?									XXX	XX	м/з тонкослоистый песчаник

Продолжение [Continued]																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
200	42°39'836	130°47'736	XXX	X											XX	XX	м/з тонкослоистый песчаник
201	42°39'850	130°47'747	X	XX		XX		XX	X?						XXX	X	с/з песчаник выветрелый
202	42°39'850	130°47'747	XXX				X?								XX	XX	с/з песчаник
203	42°39'865	130°47'753	XXX	X											XX	XX	с/з песчаник
204	42°39'865	130°47'753	X	XX				XX							X	X	с/з песчаник
205	42°39'869	130°47'753	X	XXX										XXX	XX	XX	с/з песчаник сливной
206	42°39'880	130°47'763	XXX	XX		X?									XX	XX	с/з песчаник
207	42°39'881	130°47'772	X	XXX		X?			XX						X	XXX	с/з песчаник
208	42°39'881	130°47'772	XXX				X?		X						XX	XX	песчаник плохо сортированный
209	42°39'886	130°47'792	XXX	X			X?								XXX	XX	песчаник выветрелый
210	42°39'887	130°47'811	XXX	X											XX	XX	песчаник тонкослоистый плохо сортированный выветрелый
211	42°39'910	130°47'839	X	XXX											XX	XX	с/з песчаник тонкослоистый
212	42°39'919	130°47'847	XXX	X										XXX	XX	XX	к/з туфопесчаник темноцветный
213	42°39'937	130°47'865	XX	XX		X	X?							XXX	XXX	XX	с/з песчаник
370	42°39'603	130°47'937	XX	XX					X						XXX	XX	тонкослоистый песчаник
П-ов Посет. Существенно осадочная толща. Предположительно палеогеновые породы																	
371	42°39'313	130°47'944		X					XXX						X	X	с/з туфопесчаник
369	42°39'707	130°47'587							XXX						XX	XXX	м/з туфопесчаник
368	42°39'734	130°47'587		X					XXX						X	X	туф
367	42°39'738	130°47'590		XX					X						XX	XX	светлый туф
366	42°39'738	130°47'590		X					XXX						X	X	туфопесчаник
365	42°39'533	130°47'513	XX						XXX						X	X	песчаник выветрелый.
364	42°39'516	130°47'490					X		XXX						X	X	песчаник выветрелый
П-ов Посет. Существенно-вулканогенно-осадочная толща. Предположительно палеогеновые породы																	
381	42°38'653	130°47'754	X												XX	X	туф
382	42°38'658	130°47'691						XXX	XX								к/з туфопесчаник
383	42°38'654	130°47'676		X					XXX						X	X	туфобрекция
384	42°38'674	130°47'638	X						XXX						XXX	XX	туф
92	42°38'742	130°47'399	X	X			X?								XXX	XX	с/з туфопесчаник
93	42°38'742	130°47'399					XX	XX							XX	XX	к/з туфопесчаник
94	42°38'661	130°47'301					XX	XX							XX	XX	к/з туфопесчаник
95	42°38'661	130°47'301						XXX	X						XX	XX	туфопесчаник

Окончание [Continued]																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
375	42°39'360	130°47'090	XX	XX					XX			XX?			XX	X	прослой туфопесчаника в туфе
376	42°39'297	130°47'210					XX		XX								туфобрекция
377	42°39'283	130°47'285					XX	XXX							XX	X	туфобрекция гидротермально измененная
378	42°39'278	130°47'304						XX	XXX						XXX	XX	туфобрекция
379	42°39'260	130°47'369	X	X				XXX							XX	X	туфобрекция гидротермально измененная
380	42°38'739	130°47'396					XX	XXX							X	XX	туфобрекция
П-ов Посыет. Преимущественно вулканогенно-осадочная толща. Предположительно нижнемеловые породы (гладкинская толща?)																	
385	42°39'011	130°47'891				XXX			X						XX	X	туфопесчаник, измененный
363	42°39'516	130°47'490	XX	XXX				XX							X	X	туфопесчаник
362	42°39'501	130°47'398	X	XX					XXX						X	X	к/з туфопесчаник
361	42°39'498	130°47'388	XXX	X											XXX	XX	туфопесчаник
360	42°39'481	130°47'355	X	XXX			XX		XX						XX	X	туфопесчаник
359	42°39'481	130°47'355	XXX	XX					X						XXX	XX	туф
358	42°39'480	130°47'321	XXX	XX					X						XX	X	туф
357	42°39'480	130°47'321	XX	XXX					X						X	XX	туф (туфопесчаник?)
356	42°39'485	130°47'306		XXX				X							X	X	туфопесчаник
355	42°39'488	130°47'302		XXX				XX							XX	XXX	м/з туфопесчаник
354	42°39'488	130°47'302		XXX				XX							XX	XX	туфопесчаник
353	42°39'491	130°47'297		XXX					X						X	X	к/з туфопесчаник
П-ов Посыет. Преимущественно вулканогенно-осадочная толща. Предположительно палеогеновые породы																	
350	42°39'466	130°46'962							XXX						X	X	к/з туфопесчаник
351	42°39'524	130°47'023							XXX						X	X	туф? литовитрокластический
352	42°39'530	130°47'193	X	XX			X		XXX						XX	X	песчаник, выветрелый, слабо литифицированный
372	42°39'379	130°47'011					XXX			X					XXX		агломератовый туф
373	42°39'379	130°47'011					X		XXX						X	XX	агломератовый туф
374	42°39'365	130°47'077					X		XXX						X	XX	агломератовый туф

Примечание: X — минерал содержится в подчиненных количествах; XX — присутствует в смеси; XXX — доминирует в смеси. Буквенные сокращения: м/з — мелкозернистый; с/з — среднезернистый; к/з — крупнозернистый.

Note: X — mineral contains in subordinate quantities; XX occurs in the mixture; XXX — dominates in the mixture. Alphabetic abbreviations: м/з (f/g) — fine-grained; с/з (m/g) — medium-grained; к/з (c/g) — coarse-grained.

Рис. 3. Рентгенограммы цемента валовых проб вулканогенно-осадочных пород района полуострова Посыет: 1 — ориентирован; 2 — насыщен. Буквенные обозначения: *a*) начальная хлоритизация (корренситизация), смешанослойный смектит-хлорит в соотношении слоев $\approx 80:20$ с незначительной примесью кварца и плагиоклаза; *б*) аналог образца *a*, но с присутствием хлорита в смеси; *в*) появление корренсита в смеси со смешанослойным смектит-хлоритом в соотношении слоев $\approx 80:20$; *г*) ректорит в смеси с вермикулитом? и хлоритом; *д*) корренсит с примесью кварца и плагиоклаза; *е*) корренсит в смеси с хлоритом, и примесью ломонтита, кварца и плагиоклаза.

Fig. 3. X-ray data of the bulk cement samples from volcanic-sedimentary rocks in the Posyet Peninsular: 1 — oriented; 2 — saturated. Literal marking: *a*) initial chloritization (corrensitization), mixed-layered smectite-chlorite in a layer ratio of $\approx 80:20$ with an insignificant admixture of quartz and plagioclase; *б*) equivalent of sample *a*, but with the presence of chlorite in the mixture; *в*) the appearance of corrensite in a mixture with mixed-layer smectite-chlorite in a layer ratio of $\approx 80:20$; *г*) rectorite in mixture with vermiculate? and chlorite; *д*) corrensite mixed with quartz and plagioclase; *е*) corrensite mixture with chlorite and mixed with lomontite, quartz and plagioclase.

(рис. 5, 6). В зону корренситоподобных минералов (рис. 2, подзоны I б и II г, цифры 2–4 соответственно) попадают породы назимовской свиты и базальты зайсановской. Их возраст, по мнению автора, олигоценый (33–23 млн лет) (рис. 5, 6), т.к. рентгенограммы этих образований типичны для цемента пород с начальной хлоритизацией (появление смешанослойных образований смектит-хлорит — корренситоподобных), проявляющейся в породах олигоценового возраста (Можеровский, 2016).

Предлагаемые временные рамки формирования пород п-ова Посыет отражены на рисунках 2, 5 и 6. В результате проведенной работы

был несколько расширен временной диапазон образований, формирующих п-ов Посыет — от нижнего мела до олигоцена, что отличается от предыдущих исследований, предполагающих исключительно его палеогеновый возраст. При этом более контрастно охарактеризованы слагающие полуостров вулканогенно-осадочные породы. Наиболее достоверный К-Аг возраст эффузивных пород — базальтов, андезитов и риолитов от 55.1 до 21 млн лет (Варнавский и др., 1988), но базальты мыса Тироль «минералогически» самые молодые и скорее всего, относятся к минимальному временному рубежу в 33–23 млн лет. Этому же возрастному диапазону могут

Рис. 4. Рентгенограммы цемента валовых проб вулканогенно-осадочных пород района полуострова Посыет: 1 — ориентирован; 2 — насыщен. Буквенные обозначения: а) ректорит с примесью кварца и плагиоклаза; б) ректорит в смеси с вермикулитом?, хлоритом, гидрослюдой и с примесью кварца и плагиоклаза; в) хлорит с примесью кварца и плагиоклаза; г) смешанослойный хлорит-сметтит с соотношением слоев $\approx 80:20$ в смеси с корренситом, хлоритом, гидрослюдой и примесью кварца и плагиоклаза; д) ректорит в смеси с хлоритом, корренситом и примесью кварца и плагиоклаза; е) хлорит в смеси с подчиненным количеством гидрослюды.

Fig. 4. X-ray data of the bulk cement samples from volcanic-sedimentary rocks in the Posyet Peninsula: 1 — oriented; 2 — saturated. Literal marking: а) rectorite with admixture of quartz and plagioclase; б) rectorite an admixture with vermiculite?, illite, chlorite and mixed with quartz and plagioclase; в) chlorite mixed with quartz and plagioclase; г) a mixed-layer chlorite-smectite with a layer ratio of $\approx 80:20$ mixed with corrensite, chlorite, illite and admixture of quartz and plagioclase; д) rectorite mixed with chlorite, corrensite, illite, and admixture of quartz and plagioclase; е) chlorite mixed with a subordinate amount of illite.

принадлежать и опробованные песчаники назимовской свиты, стратиграфическое положение которой остается спорным. Из палеогеновых вулканогенно-осадочных образований предположительно наиболее «минералогически» древними являются туфобрекчии, расположенные между мысами Тироль и Шелеха (K_2-P_1 , 66 млн лет, рис. 5, рис. 6), затем следуют туфопесчаники мыса Шелеха (P_1-P_2 , 56 млн лет) и его оконечности (P_2 , 56–33 млн лет). Интересными маркирующими породами в этом районе являются кислые риолитовые туфы, обнаруженные в двух местах полуострова — одни на границе с назимовской

свитой, а вторые — в контакте с туфопесчаниками мыса Шелеха. Их рентгенограммы (рис. 3г и рис. 4д соответственно) похожи по составу высокоупорядоченных смешанослойных минералов — корренситоподобный и ректоритоподобный, но первые отличаются присутствием хлорита и гидрослюды, что может свидетельствовать о более древнем возрасте.

ВЫВОДЫ

Несмотря на некоторую условность построений в отношении геологии и стратиграфии

Рис. 5. Схематическая геологическая карта Хасанской (Краскинской) впадины (Павлюткин и др., 2006; 2010) модифицированная автором. 1–8 представлены на рис. 1; 9 — предположительно меловые отложения; 10–13 — зоны развития корренсита: 10 — рубеж позднего мела и палеоцена; 11 — рубеж палеоцена — эоцена; 12 — зона развития корренсита эоценового возраста; 13 — отложения содержащие корренситоподобные образования предположительно олигоценового возраста.

Fig. 5. Schematic geological map of the Khasanskaya (Kraskinskaya) depression (Pavlyutkin et al., 2006; 2010) modified by the author. 1–8 — see explanations for Figure 1; 9 — supposedly Cretaceous sediments; 10–13 — zones of corrensite development: 10 — the border of the Late Cretaceous and Paleocene; 11 — Paleocene – Eocene; 12 — the zone of corrensite development of Eocene age; 13 — sediments containing corrensite-like formations presumably of the Oligocene age.

п-ова Посыет, метод минералогического картирования вполне имеет право на существование, хотя и ограничен довольно четкими временными рамками (мел — олигоцен). Несомненно, с дальнейшим углубленным изучением аутигенных минералов, развитых в

породах этого района, предположения, высказанные автором, могут найти более весомые подтверждения.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы ТОИ ДВО РАН, № гос. регистрации АААА-А17-117030110033-0.

Эра		Система		Отдел		Ярус	Возраст, млн лет назад	Породы	Свиты	Минеральные ассоциации
КАЙНОЗОЙСКАЯ	Палеогеновая		Олигоцен	Хатгский	23.0-28.0	песчаники	назимовская	Коррелсиговая		
				Рюпельский	28.0-34.0				базальты	зайсановская мыс Тироль
			Эоцен	Приабонский	34.0-37.0	туфо-песчаники	зайсановская мыс Шелеха			
				Бартонский	37.0-40.0					
				Лютецкий	40.0-48.0	туфо-песчаники	зайсановская мыс Шелеха			
				Ипрский	48.0-55.0					
			Палеоцен	Танетский	55.0-59.0	туфо-песчаники	зайсановская мыс Шелеха			
				Зеландский	59.0-61.7					
				Датский	61.7-65.0				туфо-брекчий	зайсановская мыс Тироль
				Мастрихтский	63.5-73.0					
МЕЗОЗОЙСКАЯ	Меловая	Верхний	Апт-Альб	97.0-125.0	туфо-песчаники	гладкинская толща? мыс Тироль	Хлорит-гидро-слюдистая			
		Нижний								

Рис. 6. Минеральные ассоциации в вулканогенно-осадочных породах полуострова Посыет.

Fig. 6. Mineral associations in volcanogenic-sedimentary rocks of the Posyet Peninsular.

Список литературы [References]

- Варнавский В.Г., Седых А.К., Рыбалко В.И. Палеоген и неоген Приамурья и Приморья. Владивосток: ДВО АН СССР. 1988. 184 с. [Varnavsky V.G., Sedykh A.K., Rybalko V.I. Paleogene and Neogene Priamurye and Primorye. Vladivostok: Far East Branch of the USSR. 1988. 184 p. (in Russian)].
- Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / ред. А.И. Ханчук. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. 981 с. [Geodynamics, Magmatism and Metallogeny of the East of Russia / Ed. A.I. Khanchuk. Vladivostok: Dal'nauka, 2006. V. 1. 981 p. (in Russian)].
- Дриц В.А., Сахаров Б.А. Рентгеноструктурный анализ смешанослойных минералов / Тр. ГИН. Вып. 295. М.: Наука, 1976. 256 с. [Drits V.A., Sakharov B.A. X-ray analysis of mixed-layer minerals / Tr. GIN, V. 295. M.: Nauka, 1976. 256 p. (in Russian)].
- Кутуб-Заде Т.К., Коваленко С.В., Короткий А.М. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000. Серия Ханкайская. Листы К-52-XI, XVII. Объяснительная записка. М.: МФ ВСЕГЕИ, 2013. 207 с. [Kutub-Zade T.K., Kovalenko S.V., Korotkiy A.M. et al. State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 200,000. Khanka Series. Sheets K-52-XI, XVII. Explanatory note. M.: MF VSEGEI, 2013. 207 p. (in Russian)].
- Маркевич В.С. Альбская палинофлора Приморья // Эволюция организмов и биостратиграфия середины мелового периода / Ред. В.А. Красилов Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 116–129 [Markevich V.C. Albian Palynoflora of Primorye // Evolution of Organisms and Biostratigraphy of the Middle Cretaceous Period / Ed. V.A. Krasilov Vladivostok: Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR, 1981. P. 116–129 (in Russian)].
- Можеровский А.В. Аутигенное минералообразование как индикатор условий формирования мезокайнозойских вулканогенно-осадочных комплексов дальневосточных морей: Автореф. дисс. докт. геол.-мин. наук. Владивосток, 2016. 45 с. [Mozherovsky A.V. Authigenic mineral formation as an indicator of the formation conditions of the Meso-Cenozoic volcanogenic-sedimentary complexes of the Far Eastern seas: Abstract dis. Doctorate in Geological and Mineralogical Sciences. Vladivostok, 2016. 45 p. (in Russian)].
- Павлюткин Б.И., Неволлина С.И., Петренко Т.И., Кутуб-Заде Т.К. О возрасте палеогеновых назимовской и хасанской свит юго-западного Приморья // Стратиграфия. Геол. Корреляция. Т. 14. № 4. 2006. С. 108–121 [Pavlyutkin B.I., Nevollina S.I., Petrenko T.I., Kutub-Zade T.K. On the age of Paleogene Nazimov and Khasan Formations of the South-Western Primorye // Stratigraphy and Geological Correlation. V. 14. № 4. 2006. P. 108–121 (in Russian)].
- Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Стратиграфия палеоген-неогеновых отложений Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2010. 164 с. [Pavlyutkin B.I., Petrenko T.I. Stratigraphy of the Paleogene-Neogene sediments in Primorye / Vladivostok: Dal'nauka, 2010. 164 p. (in Russian)].
- Mozherovsky A.V., Terekhov E.P. Authigenic minerals of Meso-Cenozoic volcanic-sedimentary rocks of marginal seas bottom of the North-Western Pacific // Standard Global Journal of Geology and Explorational Research. V. 3(3). 2016. P. 105–114. (https://www.researchgate.net/publication/303811393_Authigenic_minerals_of_Meso-Cenozoic_volcanic-sedimentary_rocks_of_marginal_seas_bottom_of_the_North-Western_Pacific).

ГЕОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ
**MINERALOGICALLY BASED GEOLOGY AND STRATIGRAPHY
OF THE POSYET PENINSULAR (SOUTHERN PRIMORYE)**

A.V. Mozherovsky

V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, 690041

Authigenic minerals were studied in volcanogenic-sedimentary rocks of the Posyet Peninsular (Southern Primorye). They are sensitive indicators of sedimentation conditions, and indicate changes in the paleogeographic environment and the nature of diagenetic transformations in sedimentary material. The revealed minerals are corrensite, rectorite, highly ordered mixed-layer differences such as chlorite-smectite (corrensite-like), illite-smectite (rectorite-like), illite and chlorite are typical for the Paleogene and Cretaceous rocks, widely developed in the zone of transition from the Asian continent to the Pacific. Previous studies have shown that highly ordered formations such as smectite-chlorite (corrensite), smectite-illite (rectorite) have a rather narrow time interval (Cretaceous – Paleogene) and important marking significance. The author made an attempt to clarify stratigraphic constructions using mineralogical data, and also proposed to expand the age range of the tested deposits from the Posyet area from the Early Cretaceous to the Oligocene.

Keywords: stratigraphy, mixed-layer smectite-chlorite and smectite-illite.