

УДК 551.24 (571.6)

СТРУКТУРИРОВАННЫЕ СЕРПЕНТИНИТОВЫЕ МЕЛАНЖИ КОРЯКСКО-КАМЧАТСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

© 2010 г. С. Д. Соколов, К. А. Крылов

Геологический институт РАН, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7

Поступила в редакцию 21.05.2009 г.

Рассмотренные в статье примеры структурированных серпентинитовых меланжей (Куюльский, Тайгоносский, Верхнехатырский) тихоокеанской континентальной окраины Северо-Восточной Азии разнообразны по тектоническому положению, составу, возрасту и истории развития. Для них характерно упорядоченное внутреннее строение, выраженное в закономерном расположении блоков пород определенного состава, которые слагают картируемые тектонические пластины, смятые в сложные разновозрастные покровные складки. Различия в составе блоков отдельных пластин часто сопровождаются разным составом серпентинитового цемента. Структурированные меланжи мыса Поворотный (Тайгонос) и Куюльского террейна образовались в процессе аккреции океанических комплексов к надсубдукционной структуре с последующим их тектоническим совмещением. В структуре Верхнехатырского меланжа объединены более разнообразные океанические, островодужные и окраинноморские комплексы. Изучение структурированных меланжей позволяет расшифровывать историю континентальной аккреции и трансформации океанической коры. Сочетание элементов упорядоченности и хаотического строения позволяет рассматривать структурированные меланжи как объекты нелинейной геодинамики.

ВВЕДЕНИЕ

Среди разнообразных хаотических образованных тектонических меланжи являются, пожалуй, наиболее изученными. Меланж — это “поддающееся картированию тело горных пород, сложенное рассланцеванной, мелкозернистой, обычно пелитовой, основной массой и включениями как местных, так и экзотических обломков, блоков или пластин; тело может достигать в длину несколько километров, а обломки могут иметь размеры в сантиметровом диапазоне” [14]. Большинство исследователей подчеркивали хаотическое строение меланжей и однородность матрикса [2, 10, 22, 24, 33, 35, 37, 40 и др.]. Меланжи различаются по составу цемента (терригенный, серпентинитовый и пр.), разнообразию включений (мономиктовый и полимиктовый) и генезису (аккреционный, субдукционный, протрузивный и др.).

Тектонические меланжи — характерный элемент складчатых поясов, и особенно часто они ассоциируются с офиолитами. Для последних наиболее типичны серпентинитовые меланжи. Обычно они рассматриваются как результат дезинтеграции офиолитовых разрезов. Действительно при становлении офиолитовых аллохтонов происходит их тектоническое расслаивание на пластины гипербазитового, габброидного, дайкового и вулканогенно-осадочного комплексов [10, 22, 24, 31]. Меланжи образуются как в подошве аллохтона, так и на границах отдельных пластин. Кроме того, способность серпентинитов к пла-

стическому течению обеспечивает масштабное развитие протрузивных явлений. Последующие складчатые и разрывные деформации аллохтонов увеличивают степень меланжирования и перемешивания пород, в результате которых возникает хаотическое строение.

Детальное картирование серпентинитовых меланжей в аккреционных структурах Корякского нагорья позволило обнаружить в некоторых из них элементы вещественной и структурной упорядоченности [7, 9, 29]. Она характеризуется закономерным чередованием в пространстве пластин меланжа, состоящих из включений пород какого-либо определенного состава. Такие меланжи с упорядоченной структурой было предложено называть структурированными меланжами [29]. При этом обращалось внимание на то, что их образование нельзя объяснить только дезинтеграцией офиолитового разреза, а их структура возникла в результате покровно-складчатых деформаций.

В статье рассматриваются наиболее типичные примеры структурированных меланжей Корякско-Камчатской складчатой области, позволяющие говорить о широком распространении данного класса хаотических образований, с целью привлечь внимание к необходимости их дальнейшего изучения и обнаружения в других регионах. Первым объектом является Куюльский серпентинитовый меланж, который рассматривается в качестве тектонотипа. Поскольку строение этого меланжа подробно дано в более ранней публика-

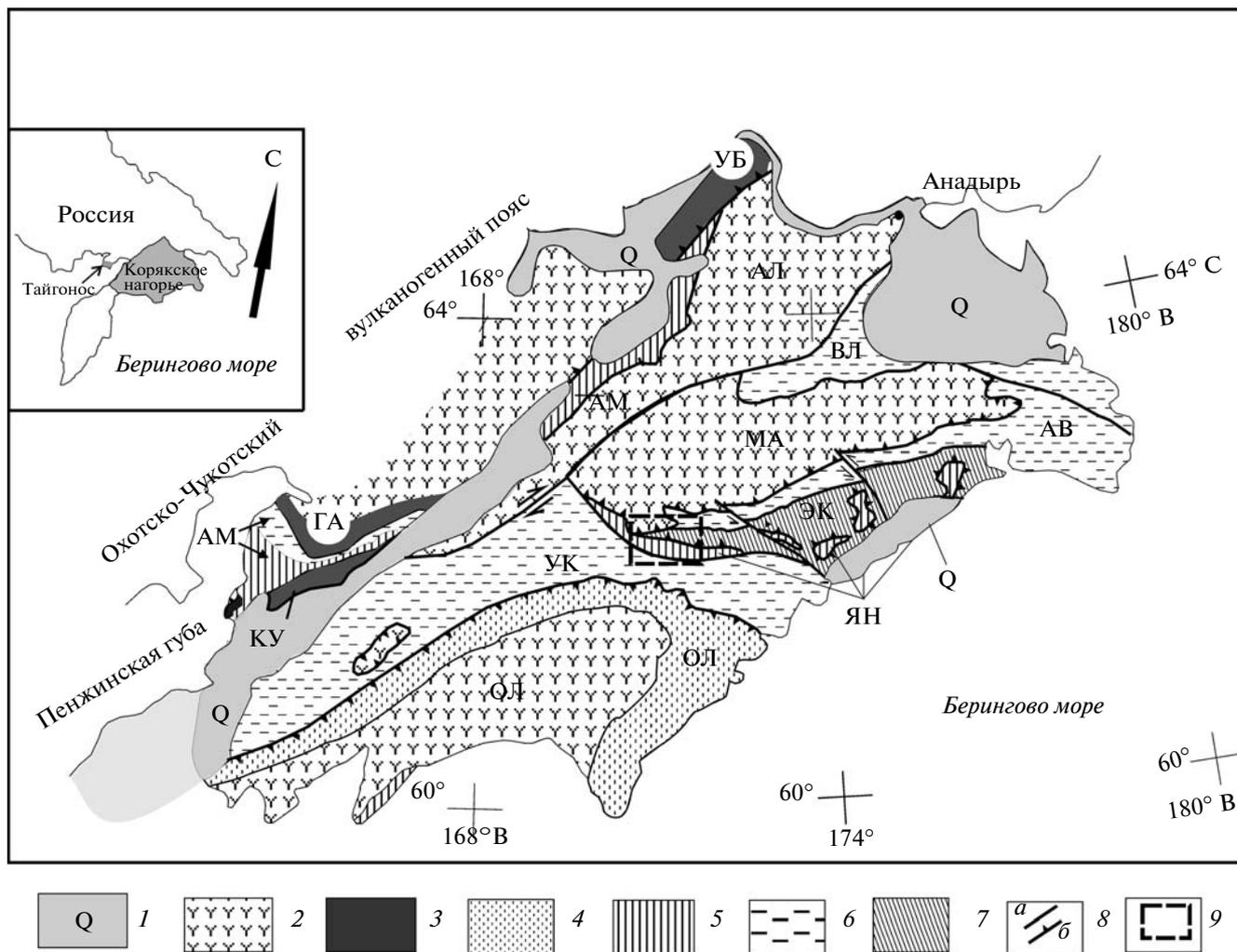


Рис. 1. Тектоническая схема Корякского нагорья

1 – палеоген-четвертичный чехол; 2–6 террейны с преобладанием комплексов: 2 – островодужных и окраинноморских, 3 – офиолитовых, 4 – океанических, 5 – аккреционных призм, 6 – терригенных; 7 – террейны сложного строения с комплексами различных геодинамических обстановок; 8 – тектонические границы *a* – сдвиги и сбросы, *b* – надвиги; 9 – рамка показывает участок Емраваам-Пикасваямской покровной системы (см., рис. 9).

Буквами обозначены террейны: АВ – Аькватваамский; АЛ – Алганский; АМ – Аьнынско-Майнский; ВЛ – Велико-реченский; ГА – Ганьчаланский; КУ – Куьольский; МА – Майницкий; ОЛ – Олюторский; УБ – Усть-Бельский; УК – Укэляятский; ЭК – Эконайский; ЯН – Янранайский

ции [29], ниже приводится только его краткое описание.

КУЮЛЬСКИЙ МЕЛАНЖ

Геологическое описание. Куьольский офиолитовый терреин расположен на стыке структур мезозойда Северо-Востока России и Корякско-Камчатской складчатой области (рис. 1). Офиолиты на поверхности прослеживаются в виде полосы шириной до 20 км на расстоянии более 140 км, а по результатам спутниковой магнитной съемки они продолжают еще более чем на 100 км к северо-востоку. На юго-востоке они перекрываются палеогеновыми вулканогенно-осадочными от-

ложениями Корякско-Камчатского вулканического пояса и неоген-четвертичными отложениями Парапольского дола, а на северо-западе граничат с терригенными, флишоидными отложениями верхней юры – нижнего мела Аьнынского террейна. Вместе с другими террейнами Пенжинского района они входят в состав средне меловой аккреционной континентальной окраины Азии [25, 26].

Куьольский терреин сложен офиолитами, которые сильно дезинтегрированы и превращены в серпентинитовый меланж [1, 2, 9, 16, 25, 29, 33, 41]. По составу обломков меланж относится к полимиктовому типу. Встречаются обломки ультрабазитов, габбро, дайкового комплекса, плагио-

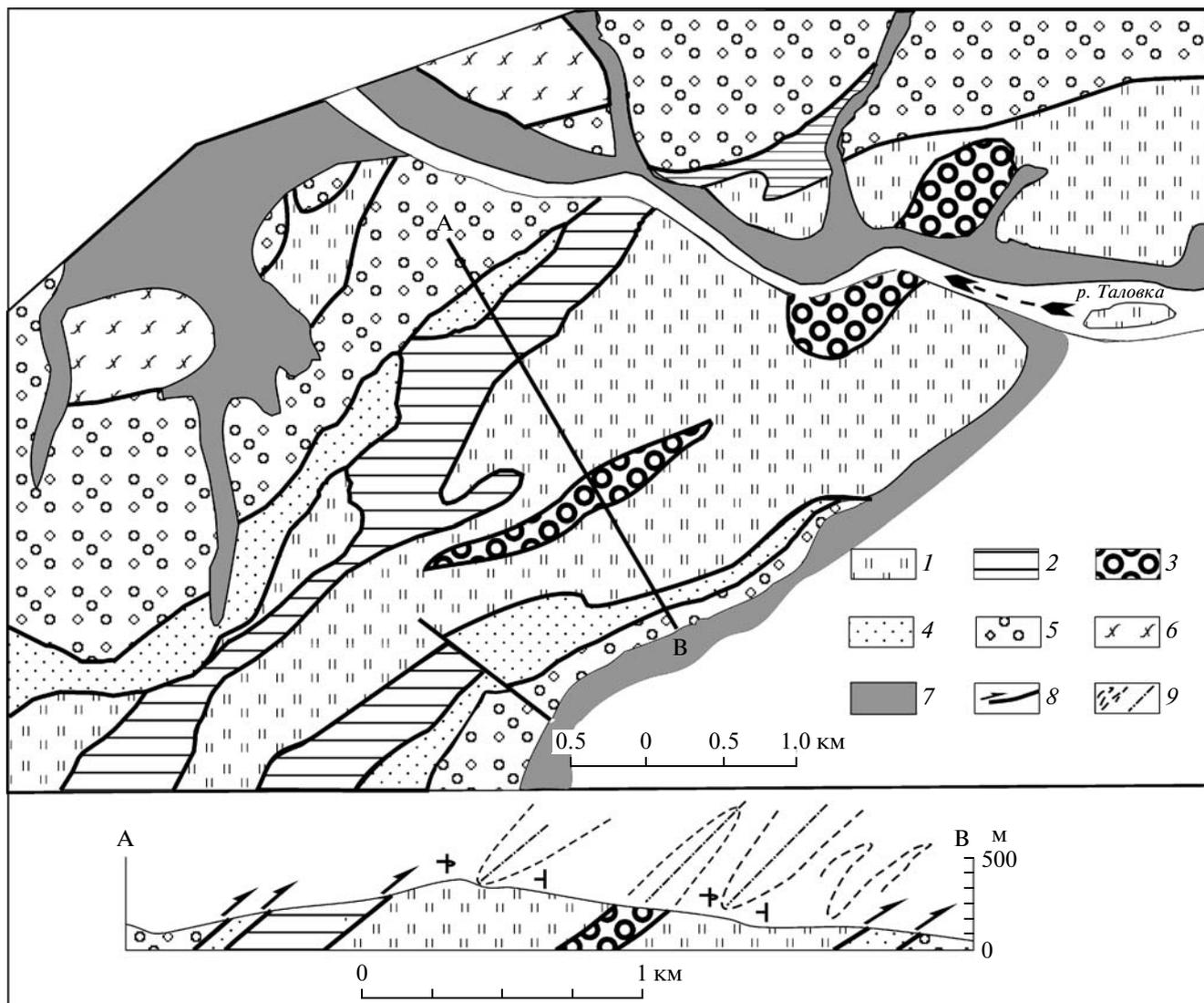


Рис. 2. Схема пластин серпентинитового меланжа в бассейне р. Таловка

1–5 – пластины серпентинитового меланжа Куюльского террейна: 1 – Веселая, с блоками базальтов, известняков, кремней (триас-средняя юра), 2 – Удачная, с амфиболитами и зелеными сланцами, 3 – Тылпынтыхлавая, с блоками алевропелитов, туфосилицитов и олистостром, 4 – Встречная с блоками базальтов, кремней; 5, 6 – Айнынский террейн: 5 – турбидиты (верхняя юра-нижний мел), 6 – метаморфические сланцы; 7 – неоген-четвертичные отложения; 8 – тектонические контакты; 9 – складчатые структуры

гранитов, базальтов, известняков, кремнистых, туфо-терригенных и метаморфических пород (зеленые сланцы, амфиболиты).

В Куюльском офиолитовом террейне тектонически совмещены, по крайней мере, три типа офиолитов: надсубдукционный, океанический и внутриплитный [2, 16, 29, 33]. Они слагают протяженные, картируемые полосы меланжа, в серпентинитовом цементе которых содержатся глыбы и блоки соответствующего состава (рис. 2). Детальное изучение внутреннего строения блоков, их положение в пространстве и взаимоотношения с другими блоками и матриксом позволили сделать вывод о том, что эти полосы представ-

ляют собой тектонические пластины в разной степени дезинтегрированные [29].

К первому типу относятся офиолиты Ганкувямской пластины. Наиболее полный разрез представлен мантийными перидотитами (гарцбургиты), габбро-троктолит-верлитовым кумулятивным комплексом и изотропными габбро, плагиогранитами, комплексом параллельных даек и пиллоу-лавами. В кремнистых стяжениях среди шаровых лав были определены бат-келловейские и титонские радиолярии [6]. Недавно были получены изотопные возраста цирконов 157.0 ± 4.0 для амфибол-пироксеновых пегматитов и 146.3 ± 3.7 млн. лет для плагиогранитов [12],

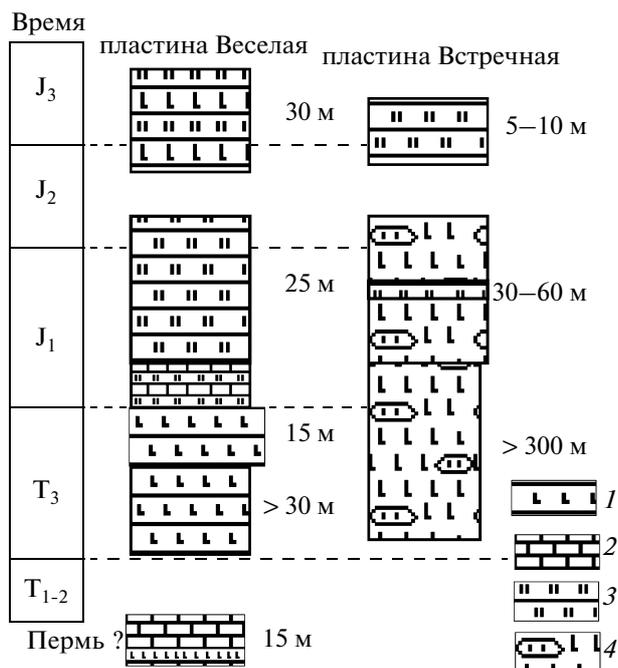


Рис. 3. Океанические комплексы Куюльского меланжа
1 – базальты; 2 – известняки; 3 – кремни; 4 – базальты с линзами и прослоями кремней

подтверждающие позднеюрский возраст надсубдукционных офиолитов. Принято было считать, что именно за счет дезинтеграции Ганкуваямского разреза образовался Куюльский серпентинитовый меланж [1, 2, 13 и др.]. Однако более поздние исследования блоков в меланже показали широкий спектр пород мафит-ультрамафитового и базальт-кремнистого комплексов, которые невозможно объединить в один офиолитовый разрез [9, 29, 33].

Океанические офиолиты дезинтегрированы на отдельные тектонические пластины, сложенные ультрабазитами и габбро (Уннаваямская пластина) и базальт-кремнистыми породами кингвеевского типа (пластины Встречная и Веселая). Мантийные перидотиты менее деплетированы по сравнению с Ганкуваямскими и по составу минералов сходны с океаническими ультрабазитами [29]. Пластина Веселая представлена базальт-известково-кремнистой, а Встречная – базальт-кремнистой ассоциациями (рис. 3), которые образовались в спрединговых центрах. По составу базальтов и характеру осадочных пород они являются океаническими образованиями и существенно отличаются от дифференцированной базальт – андезит – дацитовой серии Ганкуваямской пластины [29, 33]. В известняках и плитчатых кремнях содержатся радиолярии и конодонты пермского (?), среднетриас-байосского, бат-келовейского и раннетитонского возрастов [9, 19].

К третьему типу относится меланж Таловской пластины, в котором наряду с наименее деплетиро-

ванными мантийными перидотитами встречаются наиболее высокотитанистые внутриплитные базальты. Этот самостоятельный тип офиолитов условно был отнесен к внутриплитным [29].

Помимо пластин офиолитового состава были выделены также пластина Удачная, сложенная серпентинитовым меланжем с блоками амфиболитов и зеленых сланцев, и пластина Тылпынтыхлавая, представляющая собой терригенный меланж аккреционного типа с блоками туфо-терригенных и кремнистых пород. Природа метаморфических пород остается невыясненной, а отложения пластины Тылпынтыхлавая накапливались в глубоководном желобе или у подножья островной дуги [9, 29].

Внутренняя структура. Куюльский серпентинитовый меланж по характеру распределения блоков разной размерности в пространстве является типичным хаотическим меланжем, что хорошо видно на геологической карте, опубликованной в работе [27, см. рис. 3]. Однако, при детальном картировании наблюдается определенная упорядоченность в распределении блоков какого-либо одного состава (см. рис. 2). Это позволило сделать вывод о том, что меланж состоит из тектонических пластин, которые представлены дезинтегрированными фрагментами пород, образовавшихся в определенной геодинамической обстановке (таблица). Пластины смяты в сложные складки и осложнены сдвиговыми нарушениями. Складки видны внутри блоков (рис. 4) и восстанавливаются по расположению в пространстве блоков с разными элементами залегания (рис. 5), а также по нахождению блоков с нормальной и опрокинутой последовательностью слоев [29, см. рис. 4].

Левосторонние сдвиги с амплитудой десятки километров ориентированы по простиранию террейна, а правосторонние с амплитудой первые километры – в крест простирания [34]. Естественно, что в серпентинитовых меланжах трудно обнаружить следы сдвиговых деформаций, однако в некоторых местах встречаются блоки пород “S” – образной формы, ориентированные в соответствии с направлением продольных, левосторонних сдвигов.

Неоднократные деформации сопровождалась пластическим течением серпентинитового матрикса и нарастающей дезинтеграцией фрагментов офиолитовых разрезов. В результате возникло внешнее впечатление общей хаотической структуры, поэтому внутренняя упорядоченность долгое время ускользала от внимания геологов. Этому способствовало то, что в наиболее узких частях офиолитового террейна происходило перемешивание материала разных пластин во время более поздних деформаций и протрузивных явлений.

Блок-диаграмма (рис. 6) иллюстрирует внутреннюю упорядоченную структуру. Она характе-

Тектоно-стратиграфические единицы Куюльского террейна

Тектоническая пластина	Состав	Возраст, млн. лет, геодинамическая обстановка
Ганкуваямская	перидотиты, кумуляты, габбро, плагиограниты, дайковый комплекс, базальт–андезит–дацитовая ассоциация	$J_2-J_3^1$ 157 и 146 (U/Pb SHRIMP) надсубдукционная
Веселая	базальты–известняки–кремни	P–T– J_2 океаническая
Встречная	базальты–кремни	$T_2-J_3^1$ океаническая
Уннаваямская	перидотиты, кумуляты, габбро	Mz океаническая
Таловская	перидотиты, габбро, базальты	? внутриплитная
Тылпынтыхлаваам	песчаники, алевролиты, аргиллиты, кремни, олистостромы, терригенный меланж	J_3-K_1 океанический желоб
Удачная	амфиболиты, зеленые и глаукофановые сланцы	139 и 92 млн. лет (Rb/Sr метод) 134, 122, 82 млн. лет (K/Ar метод) субдукционная

ризуется достаточно закономерным распределением в пространстве блоков и глыб, которые картируются в виде полос, представляющих собой тектонические пластины меланжа, состоящие из включений пород, образовавшихся в одной геодинамической обстановке.

Тектоническая интерпретация. Формирование структурированного меланжа Куюльского террейна имеет сложную и длительную историю. Помимо дезинтеграции офиолитовых разрезов определяющую роль играло пространственное совмещение разнородных и разновозрастных офиолитов. Океанические офиолиты формировались в спрединговых центрах Палео- и Мезо-Пацифики, располагавшихся в более южных широтах [19, 25, 39]. “Внутриплитные” офиолиты образовались позднее уже во время перемещения океанической литосферы. Ганкуваямские офио-

литы возникли над зарождающейся зоной субдукции (бат – ранний титон). Хотя они располагались по палеобиогеографическим данным в относительно более северных широтах [19], нельзя также исключать их значительное перемещение. К сожалению, не удалось определить палеошироту палеомагнитными методами из-за более позднего перемагничивания [39].

Субдукция океанической плиты, соответствующая времени формирования офиолитов Ганкуваямской пластины, сопровождалась тектоническим расслаиванием океанических офиолитов и формированием пластин меланжа в процессе аккреции и наращивании снизу висячего крыла зоны субдукции (underplating). Этот этап аккреции соответствует времени накопления пород комплекса Тылпынтыхлаваам (оксфорд–берриас?). При этом нижний предел может быть ограничен

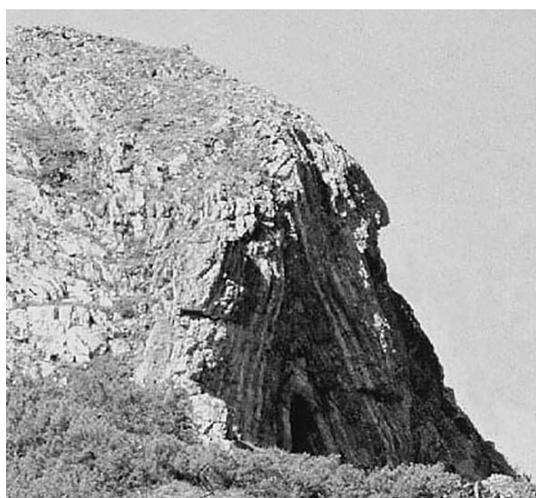


Рис. 4. Изоклиальные складки в известково-кремнистых породах пластины Веселая. (Фото К.А. Крылова)



Рис. 5. Панорама Куюльского меланжа. (фото К.А. Крылова). На переднем плане блок пластины Веселая, представленный фрагментом разреза – снизу вверх базальты (задернованный склон), известняки (светлое), кремнистые породы темное). На дальнем склоне блоки погружены в серпентинитовый цемент. По элементам залегания с различными углами падения видна общая синформная структура с более пологим юго-восточным крылом

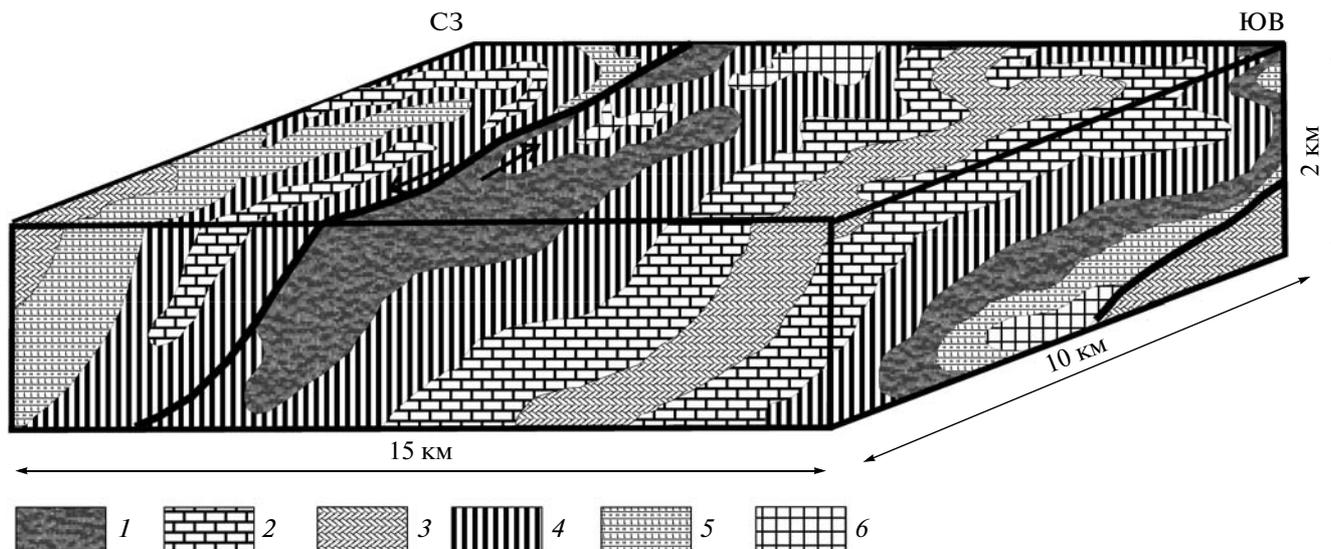


Рис. 6. Блок-диаграмма Куюльского серпентинитового меланжа [26]

Тектонические пластины, сложенные меланжем: 1 – Ганкуваямская с блоками и фрагментами разреза надсубдукционных офиолитов; 2 – Веселая с блоками океанических базальтов, известняков, кремней; 3 – Удачная с блоками амфиболитов и зеленых сланцев; 4 – Уннаваямская с блоками океанических ультрабазитов и габбро; 5 – Встречная с блоками океанических базальтов и кремней; 6 – Тылпытыхляваам с блоками терригенных пород и олистостромов, формировавшихся вдоль океанического желоба

возрастом самых молодых аккрецированных фрагментов океанической коры (ранний титон).

В раннемеловое время пластины Куюльского серпентинитового меланжа вместе с Ганкуваямскими офиолитами уже включались в состав Айынской аккреционной призмы, формировавшейся во фронте Удско-Мургалской островной дуги [22, 26]. Окончательная аккреция Куюльского террейна к окраине континента произошла в конце раннего мела. После этого, в позднем альбе, вдоль Азиатского континента заложился протяженный Охотско-Чукотский вулканический пояс андийского типа. Структурная перестройка конвергентной границы Северо-Западной Пацифики и Азиатского континента совпадает по времени с глобальной австрийской фазой деформаций [11].

СЕРПЕНТИНИТОВЫЙ МЕЛАНЖ м. ПОВОРОТНЫЙ

Геологическое описание. На полуострове Тайгонос широко развиты островодужные комплексы, которые формировались вдоль конвергентной границы Азиатского континента и Северо-Западной Пацифики [15, 18, 25, 27, 32]. В тектонической истории взаимодействия этих плит существовали три разновозрастные островодужные системы: позднепалеозойско-раннемезозойская Кони-Тайгоноская, позднеюрско-раннемеловая Удско-Мургалская и Охотско-Чукотского окраинно-континентального вулканического пояса. Для позднеюрско-раннемелового времени восстанавливается латеральный ряд структур: вулка-

ническая дуга – предостроводужная часть – аккреционная призма [27, 28].

Структуры аккреционной призмы сохранились вдоль южного побережья полуострова и наиболее детально были изучены в районе м. Поворотного, где развит разнообразный и сложно построенный комплекс пород, включающий серпентинитовые меланжи, вулканогенно-терригенные образования островодужного типа, базальт-кремнистые ассоциации океанического генезиса, а также терригенные отложения с турбидитами и олистостромами [5, 28, 41].

Наиболее крупные выходы меланжа расположены в центральной части структуры, которые на карте показаны как Главный серпентинитовый меланж (рис. 7). Меланж отделяет расположенные севернее островодужные образования от вулканогенно-кремнистых ассоциаций и турбидитов, которые слагают систему аккрецированных тектонических пластин в южной части м. Поворотный.

Пластины Кингивеем-1, 3 и 4 сложены базальтами и разноцветными кремнистыми и глинистыми породами [5, 28]. Пластины имеют сложное чешуйчатое внутреннее строение. Характерны срывы по кремнистым пачкам типа дуплекс и напряженные, часто опрокинутые, складки юго-восточной вергентности. Возраст кремнистых пород охватывает диапазон от позднего триаса до титона–берриаса. Геохимические особенности кремнистых пород указывают на их образование в океаническом бассейне. При этом появление тер-

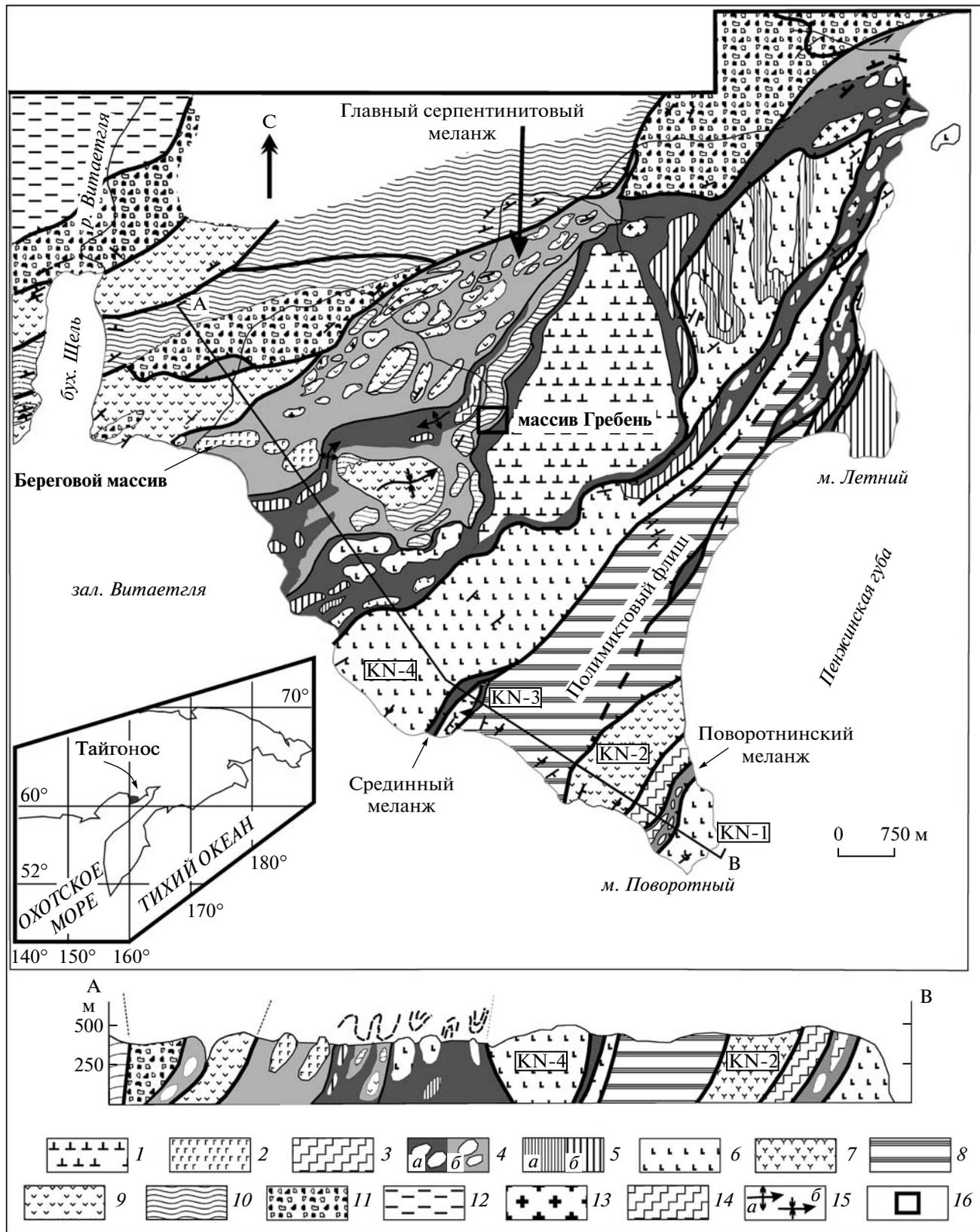


Рис. 7. Геологическая карта мыса Поворотного

1 – лерцолиты; 2 – гарцбургиты; 3 – габбро; 4 – серпентинитовый меланж с матриксом существенно: а) аполерцолитовым б) апогарцбургитовым; 5 – метаморфические породы: а) зеленые сланцы, б) амфиболиты; 6–7 – комплексы кингивеевского типа: 6 – базальт-кремнистая ассоциация; 7 – базальт-кремнисто-терригенная ассоциация; 8 – полимиктовые турбидиты; 9–11 – комплексы лагерного типа: 9 – бониниты, базальты, 10 – терригенные породы, 11 – микститы; 12 – туфогенные и вулканомиктовые турбидиты (Витаэтглинский предостроводужный комплекс); 13 – плагиограниты; 14 – габбро; 15 – оси складок (а – антиформы, б – синформы); 16 – положение рис. 8.

KN- латинскими буквами обозначены пластины Кингивеев-1, 2, 3, 4

ригенного материала в верхних частях разрезов свидетельствует о последующем их перемещении и сближении с континентальной окраиной. В пластине Полимиктового флиша, наряду с когерентными (ненарушенными) турбидитами, встречаются горизонты терригенного меланжа. В кремнисто-глинистых прослоях найдены радиоларии байоса-нижнего келловея.

К северу от Главного серпентинитового меланжа обнажаются Лагерный комплекс и Витаэтглинская толща (см. рис. 7). Лагерный комплекс представляет собой систему чешуй, сложенных вулканогенной, терригенной и микститовой (олиостромовой) ассоциациями. Вулканогенные породы представлены бонинитами и базальтами [5, 28, 36, 41].

Терригенная ассоциация сложена вулканомиктовыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Локально встречаются горизонты турбидитов, лав, лавобрекчий и туфов. Находки макрофауны (киммеридж-валанжин) и радиоларий (титон-готерив) дают достаточно широкий стратиграфический интервал.

Микститовая ассоциация представляет собой в различной степени тектонизированную олиостромовую толщу с олистолитами базальтов и кремней кингивеевского типа, вулканогенно-осадочных пород лагерного типа, амфиболитов, зеленых сланцев, мраморизованных известняков, ультрабазитов, габбро и плагиогранитов.

Витаэтглинская толща сложена вулканомиктовыми и туфогенными турбидитами, которые накапливались во фронтальной части островной дуги. Возраст толщи по находкам фауны определяется как валанжин-готеривский [15].

Внутренняя структура. По составу включений Главный серпентинитовый меланж относится к полимиктовому типу [5, 36]. В распределении глыб наблюдается определенная упорядоченность. В северной части сосредоточены блоки вулканогенных и терригенных пород “лагерного” комплекса, а также гарцбургиты (Береговой массив и др.) и плагиограниты. Вдоль южного фланга меланжа сосредоточены блоки базальт-кремнистой ассоциации “кингивеевского” типа, крупный массив лерцолитов г. Гребень и метаморфические породы. По геохимическим особенностям выделяются два типа перидотитов: истощенные гарцбургиты надсубдукционной природы и слабо

истощенные лерцолиты, которые рассматриваются как океанические [7, 41] или надсубдукционные [4].

В центральной части меланжа расположены блоки амфиболитов и габбро-амфиболитов с радиологическим возрастом 121.6–139.0 млн. лет [15]. Геохимические характеристики амфиболитов и реликты первичных текстур указывают на их образование по плутоническим и вулканическим породам океанической коры. Глубина их формирования оценивается в 20 км при температурах 420–800°C и согласуется с моделью “теплой” субдукции [41].

Подобное распределение блоков разного состава на первый взгляд можно было бы объяснить включением в меланж окружающих пород и выведением на поверхность в центральной части меланжа наиболее глубинных пород. Однако в центральной части меланжа (см. рис. 7) есть блоки лагерного комплекса, которые нарушают эту закономерность, а блоки метаморфических пород появляются вдоль контакта с породами кингивеевского типа. Причем амфиболиты и плагиограниты неизвестны среди пород рамы.

Детальное картирование отдельных блоков позволяет предполагать, что они представляют собой дезинтегрированные тектонические пластины. Породы кингивеевского типа пространственно связаны с выходами лерцолитов, а лагерного типа с – гарцбургитами. К сожалению, по сильно расланцованному серпентинитовому матриксу и мелким включениям серпентинитов очень редко можно определить первоначальный состав ультраосновных пород. Кроме того, как и в случае Куюльского меланжа, протрузивные явления и повышенная текучесть серпентинитового матрикса приводят к смешению ультраосновного материала.

На рис. 8 можно видеть пластины пород лагерной толщи, сложенные туфогенно-осадочными породами, и положение меланжей с апогарцбургитовым и аполерцолитовым матриксами. Более протяженная узкая восточная пластина с крутыми углами падения пород от 60–80° прослеживается на расстоянии нескольких километров. По простиранию в юго-западном направлении эта пластина сменяется крупным блоком, имеющим синформное строение и с более пологими элементами залегания. В северо-восточном направ-

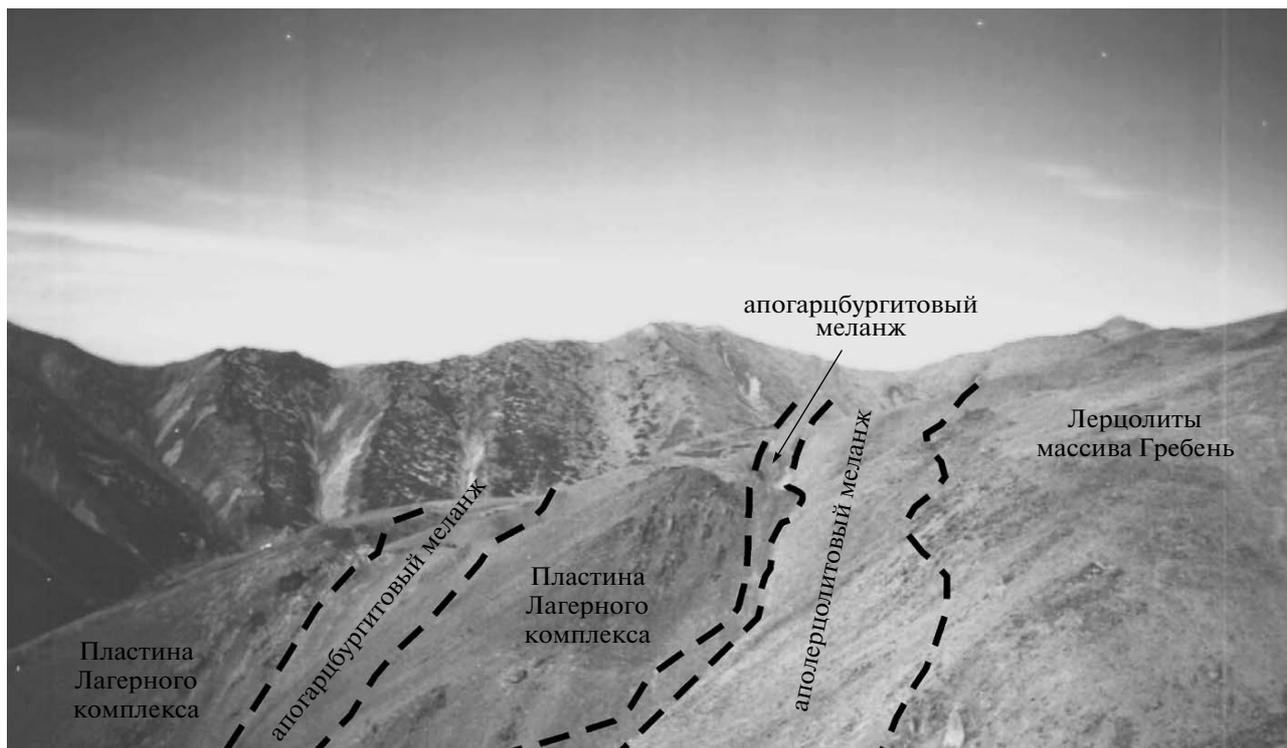


Рис. 8. Элементы упорядоченной структуры, представленные тектоническими пластинами меланжей и пород Лагерного комплекса

лении пластина распадается на ряд небольших блоков, придающих хаотический облик.

Наблюдения за контактами блоков и их внутренней структурой, направлением сланцеватости и составом матрикса указывают на возможность существования складчатых деформаций, которые показаны на рис. 7. Важно отметить, что последовательность деформаций, пространственная ориентировка осей сжатия и растяжения в микститовом комплексе, в пластинах кингвеевского типа и в серпентинитовых меланжах близки. Это свидетельствует об их формировании в пределах единой структуры [5]. Кроме того, в микститовой ассоциации и полимиктовом флише встречаются структуры “broken formation”, “block-in-matrix” и др., уже типичные для терригенных меланжей аккреционного типа [28].

Тектоническая интерпретация. На мысе Поворотном обнажается сложная система тектонических пластин и чешуй, которые можно интерпретировать как деформированную аккреционную призму [28], которая включает: микститовую ассоциацию и турбидиты; аккретированные фрагменты энсиматической дуги и океанической коры; серпентинитовые меланжи с эксгумированными высокобарическими метаморфитами.

Весь комплекс описанных выше пород позволяет восстановить следующий геодинамический

сценарий. Породы кингвеевского типа и лерцолиты указывают на формирование океанической литосферы. Судя по палеомагнитным данным, это была плита Изанаги [3, 38]. В пределах океанической плиты и, вероятно, на границе плит Изанаги–Фараллон возникла Лагерная энсиматическая дуга [3]. Другая зона субдукции погружалась под Азиатский континент, на краю которого формировалась Удско-Мургальская островодужная система, Именно вдоль края континента образовалась аккреционная структура, включавшая океанические и островодужные комплексы. После прекращения субдукции произошла деформация аккреционной призмы и эксгумация высокобарических комплексов [41].

Появление серпентинитовых меланжей в составе древних аккреционных призм отличает их от современных призм, которые хорошо изучены геофизическими методами и глубоководными скважинами. Появление меланжей и глубинных пород обусловлено позднейшими деформациями, которым подверглись древние призмы во время коллизионных и аккреционных событий, и последующей эксгумацией.

В результате аккреционные призмы могут оказаться настолько интенсивно деформированными, что исчезнут типичные их структурные признаки в виде системы синтетических надвигов и чешуй с характерным омоложением комплексов

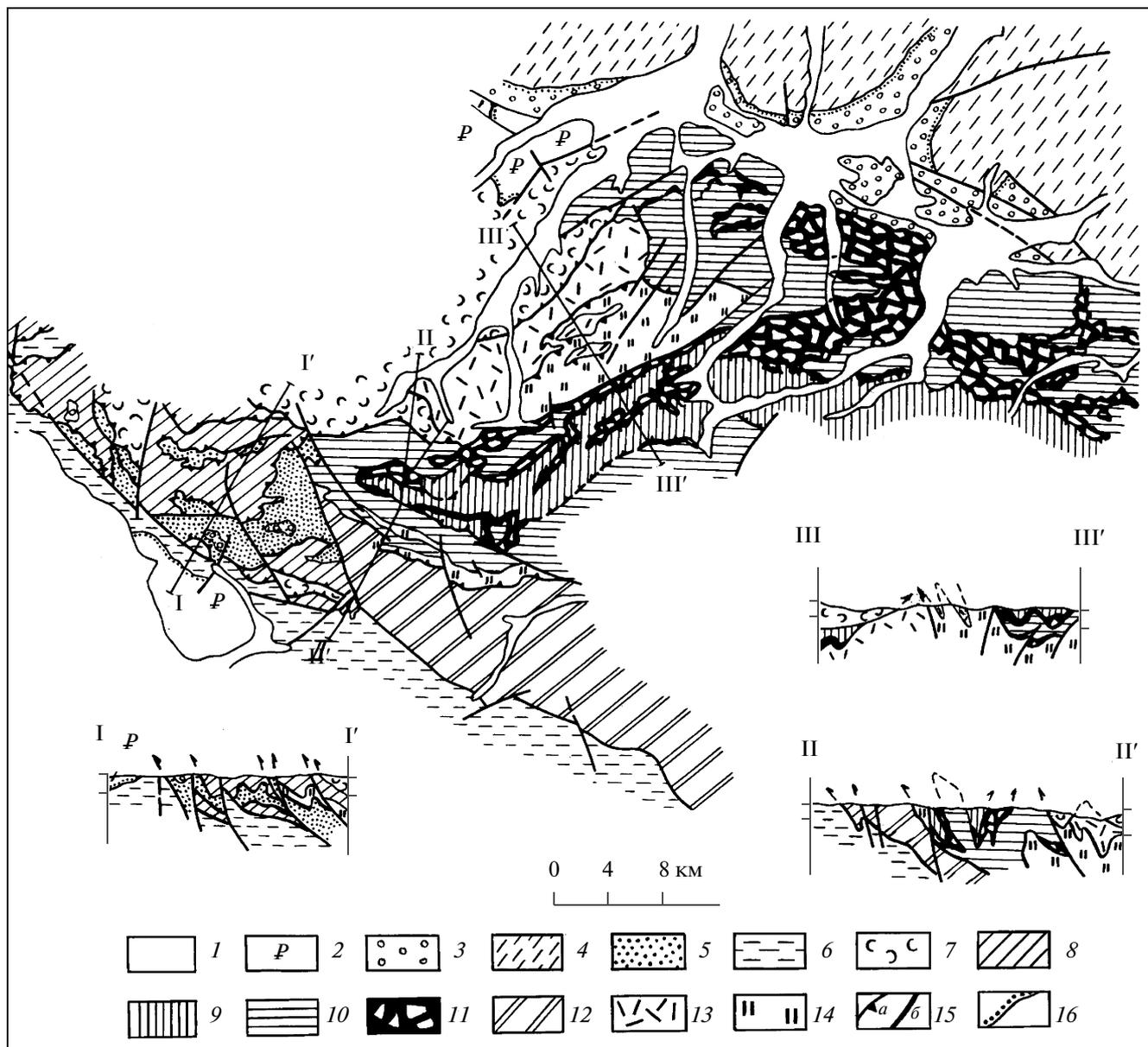


Рис. 9. Геологическая карта Емваам-Пикасвьямской системы покровов (составили С.Д. Соколов, В.Н. Григорьев, К.А. Крылов)

1 – неоген-четвертичные отложения; 2 – палеоген; 3–5 – терригенные отложения Корякского нагорья; 3 – маастрихт, 4 – кампан; 5 – сенон; 6 – корякская серия (сантон – маастрихт), Укелаятский террейн; 7 – емваамская толща, нижний мел; 8 – чирынайская серия нерасчлененная; 9 – чирынайская серия, верхняя пластина; 10 – чирынайская серия, нижняя пластина; 11 – Верхнехатырский серпентинитовый меланж; 12 – темдынынская толща; 13 – пестрая толща, киммеридж-валанжин; 14 – кремнистая толща с горизонтами вулканогенных и терригенных пород, средний-верхний триас; 15 – разломы: а) надвиги, б) сбросы, сдвиги; 16 – стратиграфические границы

слаугающих нижние пластины. Геологическая карта м. Поворотного с полем Главного серпентинитового меланжа и более мелкими зонами меланжей, пронизывающих и разделяющих структурно-вещественные комплексы (тектоностратиграфические единицы) аккрецированных фрагментов океанической коры и энсиматической дуги иллюстрирует “замороженную” стадию превращения аккреционной призмы в серпенти-

нитовый меланж. Глядя на карту, легко представить, что при более интенсивных деформациях серпентинитовые меланжи могли бы соединиться в единое поле, в котором дезинтегрированные пластины превратились бы в отдельные блоки. В этом плане интересно сравнение с Куюльским меланжем, где, вероятно, процессы деформации и разрушения аккреционной призмы продолжа-

лись более длительное время и завершились формированием меланжа.

ВЕРХНЕХАТЫРСКИЙ МЕЛАНЖ

Геологическое описание. Верхнехатырский меланж находится в центральной части Корякского нагорья в верховьях р. Хатырка. Он составляет самостоятельную тектоническую пластину в составе аллохтонного комплекса Емраваам-Пикасьваямской покровной системы [7, 25, 35]. Северным ограничением является полоса маастрихт-палеогеновых отложений, которые, по всей вероятности, являются продолжением Аляктаваамского террейна. На юге тектоно-стратиграфические комплексы покровной системы надвинуты на флишевые отложения Укэлаятского террейна (рис. 9). Подобное положение на границе крупных тектонических элементов Корякского нагорья и достаточно слабая изученность региона определяют необходимость более детально остановиться на геологическом строении и характеристике основных структурно-вещественных комплексов.

Емраваам-Пикасьваямская покровная система имеет сложное строение (см. рис. 9). В южном сегменте нижним структурным элементом является терригенно-кремнисто-вулканогенная темдынинская толща [7, 25]. Она сложена вулканомиктовыми и полимиктовыми песчаниками с горизонтами базальтов и кремнистых пород. По радиоляриям возраст толщи определяется как оксфорд-неокомский. Базальты относятся к океаническим толеитам и по своим характеристикам сопоставляются с базальтами Нижнечирынайской пластины и верхней пластиной Янранайского террейна аккреционной призмы [8, 25]. Сходство темдынинской толщи с комплексами Янранайской призмы подтверждается также находками кремнистых пород, содержащих верхнемеловые (сантон-маастрихт) радиолярии в разрезах, расположенных южнее рассматриваемого региона (Вишневская, устное сообщение, 2001), где они составляют систему пластин южной вергентности. Следовательно, как и в Янранайской аккреционной призме, верхние пластины имеют позднеюрско-раннемеловой возраст, а нижние — позднемеловой возраст. Однако, в отличие от Янранайской призмы здесь не было проведено детальное картирование, которое позволило бы выяснить соотношения терригенных пород с базальтами и радиоляриями и определить пространственные соотношения, количество и последовательность тектонических пластин.

В северном сегменте относительным автохтонном (нижним структурным элементом) являются вулканогенно-кремнисто-терригенные отложения среднего-верхнего триаса и туфо-кремнисто-терригенные отложения киммериджа-валанжина

(пестрая толща) [7, 25]. Нижняя часть триасового разреза представлена в основном вулканомиктовыми песчаниками с примесью тефрогенного материала. Пачки алеврито-глинистых пород содержат тонкие прослои и линзы кремней. Верхняя часть разреза сложена фтанитами с прослоями светлых массивных кремней (мощностью до 0.7 м.), песчаников, алевролитов и алевропелитов. С триасовыми отложениями пространственно связаны небольшие тектонические клинья гипербазитов и габбро, а также рвущие тела плагиогранитов. Встречаются редкие тела сильно измененных вулканитов. Триасовые отложения смяты в изоклинальные и лежащие складки опрокинутые на северо-запад. Этот комплекс не имеет прямых аналогов с близлежащими районами, и набор пород указывает на возможное сходство с островодужными образованиями как с эффузивно-туфово-вулканомиктовой формацией Эконайского террейна [25], так и с лозовской толщей Майницкого террейна [30].

Туфо-кремнисто-терригенные отложения (пестрая толща) в нижней части сложена песчано-алевритистыми породами, а верхней — алевролитами с прослоями песчаников, туфов и туффитов. Кремнистые породы встречаются в виде прослоев и пачек мощностью до нескольких десятков метров. Одни из них залегают *in situ*, но другие, особенно те, которые содержат вулканыты, имеют тектонические контакты с терригенными породами.

В западной части субавтохтона расположены отложения емраваамской толщи (см. рис. 9), которая легко картируется и дешифрируется по светлому цвету обнажений. Взаимоотношения с нижележащей пестрой толщей и отнесение к субавтохтону остались не вполне ясными. На рис. 9 показан стратиграфический контакт, как и на большинстве карт предшественников, хотя при полевых работах наблюдались тектонические контакты [7]. Толща сложена в основном вулканомиктовыми песчаниками с большим количеством обломков алевропелитов и чешуек биотита. Возраст толщи определяется как альбский по единичной находке радиолярий в прослое черных кремнистых пород.

Аллохтонный комплекс состоит из трех покровов. Нижний и верхний покровы сложены вулканогенно-кремнисто-терригенными отложениями верхней юры — нижнего мела, сопоставляемыми предшественниками с чирыйнайской серией Майницкого террейна [35]. Однако при общей формационной близости пластин базальты нижней пластины представлены океаническими толеитами, а верхней — островодужными толеитами [7]. Подобный состав вулканитов нижней пластины делает неоднозначным отнесение ее к чирыйнайской серии. Возможна иная тектоническая параллель с темдынинской толщей и, следова-

тельно, с Янранайской аккреционной призмой. К сожалению, уровень изученности пород нижней пластины и темдынынской толщи недостаточный для решения этого вопроса.

Пластина Верхнехатырского меланжа расположена между двумя покровами чирынайской серии. Это полимиктовый серпентинитовый меланж [7, 26, 35], состоящий из блоков гипербазитов, габбро, плагиогранитов, базальтов, диабазов, кремнистых пород и известняков верхнего палеозоя – триаса, пород чирынайской серии (средняя юра – нижний мел), терригенных пород верхней юры – нижнего мела и метаморфических пород (амфиболиты, зеленые и голубые сланцы). Встречаются также единичные блоки вулканогенно-обломочных пород верхнего триаса, готерива и терригенные породы коньякского яруса. Меланж вместе с окружающими образованиями смят в складки с общей южной вергентностью.

Внутренняя структура. Выходы меланжа образуют полукольцо, облекая выходы субавтохтона (см. рис. 9). На левобережье р. Хатырка меланж слагает периклинальный замок антиформной структуры, залегает полого и поэтому занимает большое пространство. В северо-западном направлении поле меланжа резко сокращается, так как на северном крыле он сохранился в виде отдельных тектонических останцов, залегающих на породах Нижнечирынайской пластины. В южном крыле антиформы меланж имеет крутые залегания и слагает узкую полосу с многочисленными ответвлениями, обусловленными складками аллохтона. Отдельные мелкие выходы и просечки меланжа и серпентинитов в поле Верхнечирынайской пластины, связаны с протрузивными явлениями и осложняющимися разломами.

При полевых исследованиях в меланже, несмотря на хаотическое распределение глыб разной размерности (от первых метров до первых сотен метров), было установлено довольно закономерное чередование блоков пород разного состава. В антиформных структурах от периферии к центру наблюдалась следующая последовательность пород: 1) меланж с блоками пород Верхнечирынайской пластины; 2) меланж с блоками терригенных пород, содержащих большое количество раковин *Buchia*; 3) меланж с блоками вулканогенно-кремнистых пород и известняков карбона, перми, триаса с тетической фауной; 4) меланж с блоками пород габбро-гипербазитового комплекса; 5) меланж с блоками габбро-амфиболитов, амфиболитов и гранатовых амфиболитов; 6) меланж с блоками пород из расположенной структурно ниже Нижнечирынайской пластины. Следует заметить, что данная последовательность наблюдается в крупных, глубоко эродированных антиформах, в других случаях сохраняются отдельные элементы этой последовательности.

Такое упорядоченное строение свидетельствует о первоначальном существовании системы тектонических пластин и чешуй, смятых в сложные складки, в том числе с субвертикальными шарнирами складок. Внутренняя складчатая структура пластин дисгармонична по отношению к более поздним анти- и синформным складкам. В результате на местности мы имеем дело с достаточно причудливым распределением блоков разного состава, которое нередко воспринимается как хаотическое. Этому способствует, характерное для серпентинитовых меланжей, перемешивание материала при протрузивных и оползневых явлениях. Кроме того, при формировании более поздних антиформных и синформных складок возникал отток пластичного серпентинитового матрикса от крыльев к центральным частям складок. Тем не менее, элементы общей последовательности пластин все же удается восстановить, особенно в местах глубокого эрозионного среза антиформ и синформ.

Тектоническая интерпретация. В Емраваам-Пикасваямской системе покровов устанавливаются тектонические элементы широко развитые в соседних террейнах [7, 23, 25]. Темдынынская пластина, представляющая собой деформированную аккреционную призму, сопоставляется с Янранайским террейном. Верхнечирынайская пластина соответствует комплексам Майницкого террейна. Тектоническая принадлежность Нижнечирынайской пластины, как уже отмечалось, недостаточно ясна. По внешнему облику, характеру деформаций и вторичных изменений она имеет определенное сходство с разрезами Майницкого террейна, а по составу базальтов близка фрагментам океанической коры Янранайской аккреционной призмы.

В Верхнехатырском меланже достаточно легко диагностируются элементы Эконайского и Алякватваамского террейнов [7, 23, 25, 35]. Так, офиолиты, вулканогенно-кремнистые породы и известняки с тетической фауной верхнего палеозоя – триаса аналогичны породам Эконайского аллохтона. Терригенные, туфо-терригенные породы с бухиевой фауной широко развиты в Накыпыйлякском комплексе Эконайского и в Алякватваамском террейнах. Вулканогенно-обломочные образования верхнего триаса и готерива также характерны для Алякватваамского террейна. Вместе с тем верхнетриасовые островодужные комплексы известны и в Эконайском террейне.

Следовательно, закартированные пластины меланжа (с блоками пород определенного состава) являются фрагментами некогда существовавших структурно-формационных зон, развитых в северо-восточной части Корякского нагорья. В результате деформаций они были уничтожены и сохранились только в виде реликтов – пластин в Верхнехатырском меланже.

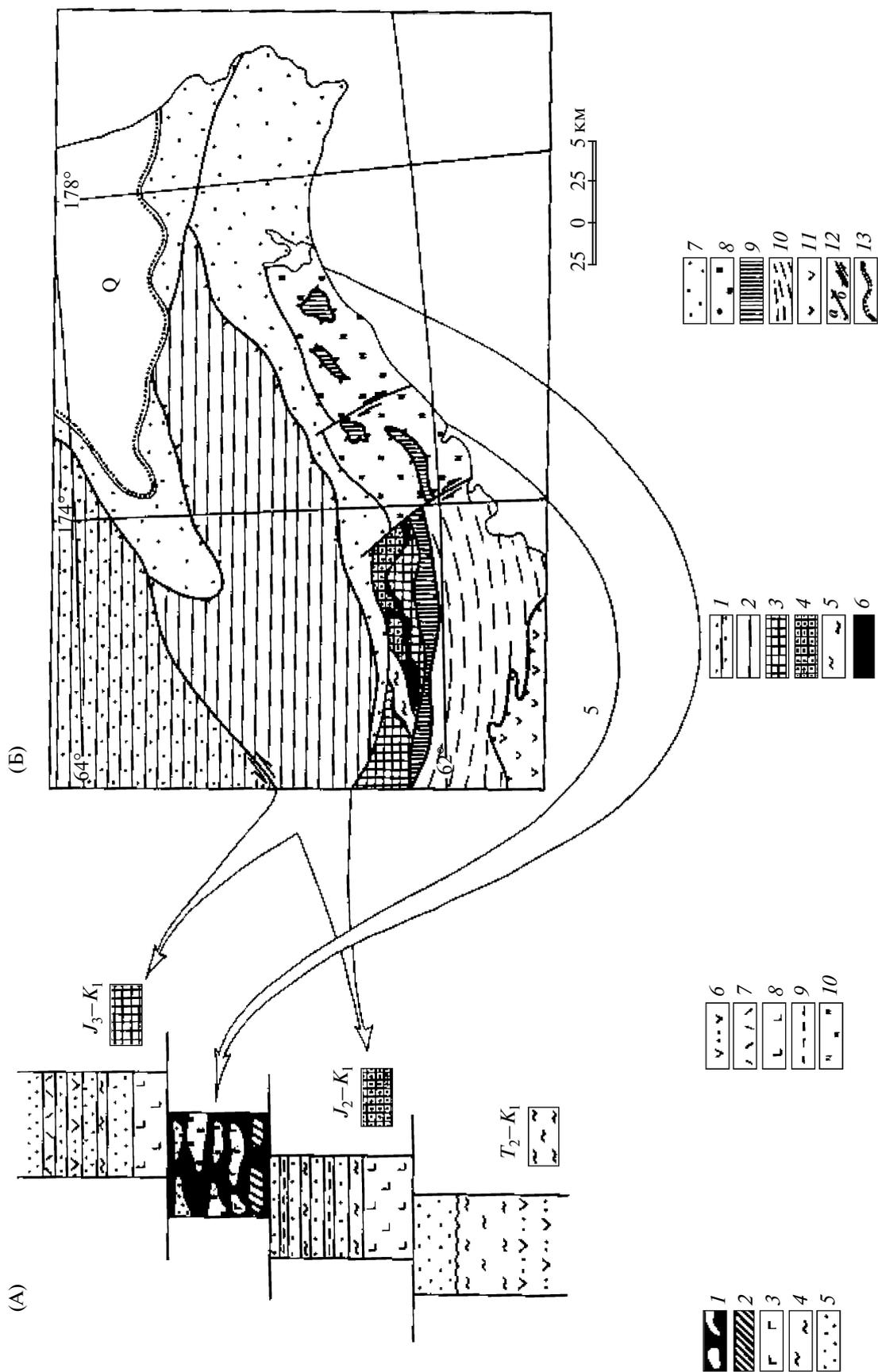


Рис. 10. Структурное положение Верхнехатырского меланжа и основные тектонические элементы восточной части Корякского хребта

А – Тектоно-стратиграфическая колонка Емраваам-Пикасьваамского террейна: 1 – серпентинитовый меланж; 2 – амфиболиты, зеленые сланцы; 3 – габброиды; 4 – кремнистые породы, туфосилициты; 5 – песчаники; 6 – туфы среднего состава; 7 – туфы кислого состава; 8 – базальты; 9 – алевролиты и аргиллиты; 10 – базальты, плитчатые кремни, известняки верхнего палеозоя – триаса.

Б – Схема тектонической зональности: 1 – Алганский терреин; 2 – Майницкий терреин; 3–5 – Емраваам-Пикасьваамская система покровов: 3 – Верхнечырынайская пластина, 4 – Нижнечырынайская пластина, 5 – триас-нижнемеловые кремнисто-терригенно-туфогенные отложения (относительный автохтон); 6 – Верхнехатырский серпентинитовый меланж; 7 – Алькатваамский и Великореченский террейны; 8 – Эконайский терреин; 9 – Янранайский терреин вместе с Темдынынской пластиной; 10 – Укэлаятский терреин; 11 – Олюторский терреин; 12 – тектонические контакты: *a* – сбросы и надвиги, *b* – сдвиги; 13 – неоген-четвертичные отложения Анадырской впадины

Обратимся к данным региональной геологии. На рис. 10 показано положение Верхнехатырского меланжа среди основных тектонических структур Корякского нагорья. На схеме отчетливо видно, что Эконайский и Алькатваамский террейны исчезают в западном направлении. Однако характерные для них комплексы встречаются в Верхнехатырском меланже. Отсюда следует вывод о грандиозных масштабах тектонического разрушения с последующим или одновременным совмещением этих структурных элементов. В результате они оказались “сконцентрированными” в виде системы пластин в структурированном меланже. Фрагменты Эконайского и Алькатваамского террейнов вместе с комплексами Майницкого (Верхнечырынайская пластина) и Янранайского (Нижнечырынайская и Темдынынская пластины) террейнов оказались объединенными вместе, образовав новую структуру, представляющую собой сложную покровную систему [25]. При этом наблюдается нарушение пространственных соотношений отдельных террейнов (см. рис. 10 Б). Подобное строение является следствием тектонического расслаивания литосферы, происходящего на конвергентных границах плит, во время континентальной аккреции.

ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотренные примеры серпентинитовых меланжей Корякско-Камчатской складчатой области характеризуются упорядоченной внутренней структурой. Она определяется закономерным расположением блоков пород определенного состава, которые слагают картируемые тектонические пластины, смятые в сложные разновозрастные покровные складки. Этим они отличаются от тектонических меланжей, для которых характерно хаотическое распределение глыб разного состава. В структурированных меланжах хаотичность проявлена только в разной размерности глыб, но по составу пород блоки объединяются в закономерную систему пластин.

Другое отличие связано с традиционными представлениями об однородности матрикса. Состав цемента структурированных меланжей Ку-

юльского террейна и аккреционной структуры полова Тайгонос свидетельствует о том, что, помимо различия в составе блоков, отдельные пластины меланжа имеют и разный матрикс. В Куюльском меланже состав матрикса также различен и соответствует серпентинитам, образовавшимся по океаническому, надсубдукционному и внутриплитным офиолитам. На м. Поворотном лерцолииты и аполерцолиитовый меланж пространственно связаны с блоками океанических пород, а гарцбургиты и апогарцбургитовый меланж с блоками пород островодужной природы. К сожалению, состав цемента пластин Верхнехатырского меланжа не изучался. Однако поскольку в его составе присутствуют фрагменты океанических, островодужных и окраинноморских комплексов, можно думать, что соответствующие различия будут обнаружены и на уровне матрикса.

Имеющиеся в нашем распоряжении наблюдения над составом матрикса носят локальный характер по двум причинам. Во-первых, картируя в разные годы меланжи, как и все геологи, мы в первую очередь обращали внимание на состав блоков. Первые свидетельства упорядоченного распределения блоков были обнаружены в Верхнехатырском меланже и поэтому носили предварительный характер. Только при изучении Куюльского меланжа, когда в нашем распоряжении появились надежные данные, мы обратили внимание на возможные различия в составе матрикса. Вторая причина заключается в крайне трудной диагностике первоначального состава серпентинитового матрикса. Случаи нахождения в матриксе “протолитов” серпентинизированных перидотитов весьма редки, как правило, небольшие размером в несколько сантиметров и даже десятков сантиметров, массивные включения в серпентинитовых сланцах полностью серпентинизированы с многочисленными зеркалами скольжения. Для изучения состава матрикса необходимо провести специальные исследования.

Известно, что серпентинитовые меланжи имеют длительную историю формирования, и их изучение позволяет восстанавливать геологическую летопись тектонических деформаций офиолитов. Деформации начинаются еще в океанических

условиях [24, 25, 31], достигают своего максимума на стадии становления офиолитовых аллохтонов [10, 16, 22, 31] и продолжают на постколлизиионном и постааккреционном этапах. В современных складчатых поясах “жизнь” серпентинитовых меланжей продолжается, и определяющую роль играют экзогенные факторы и неотектонические движения. Присутствие в структурированных меланжах пластин, сложенных блоками разнообразных метаморфитов, в том числе амфиболитов и гранатовых амфиболитов, свидетельствует о том, что процесс структурирования захватывал достаточно глубинные уровни.

Структурирование меланжей также осуществлялось на разных этапах, начиная с процесса дезинтеграции офиолитового разреза. В этот этап происходило тектоническое расслаивание океанических плит и обособление отдельных их частей в виде тектонических литопластин. Общей закономерностью является возникновение аллохтонов, сложенных дунит-перидотитовым, полосчатым, габброидным, дайковым и вулканогенно-кремнистым комплексами [31]. Дальнейшая дезинтеграция этих пластин, разделенных пластичными серпентинитами, приводила к образованию типичных хаотических мономиктовых и полимиктовых меланжей.

В процессе внутриокеанических деформаций и особенно при аккреции и коллизии происходило совмещение литопластин, сложенных фрагментами различных нередко уже дезинтегрированных и тектонизированных офиолитов и комплексов зон перехода континент–океан. Различные региональные особенности тектонической истории отражены в структурированных меланжах. В Куюльском меланже важную роль играло совмещение разнородных и разновозрастных офиолитов еще на стадии предшествующей вхождению (аккретированию) Куюльского террейна в состав континентальной окраины. В данном случае можно использовать термин амальгамация из террейнового анализа. Для меланжа м. Поворотного характерно совмещение океанических и островодужных комплексов в процессе формирования аккреционной призмы. Емравам-Пикасваямская система покровов образовалась в результате разрушения тектонических элементов континентальной окраины с последующим объединением их фрагментов в структуре Верхнехатырского меланжа. Эта региональная особенность объясняется более сложной и многоэтапной деформационной историей меланжа [7, 25] по сравнению с двумя другими примерами. Куюльский и м. Поворотного меланжи завершили свое формирование средне меловым этапом аккреции. История Верхнехатырского меланжа была более длительной. Вначале произошло совмещение верхнеюрско-нижнемеловых комплексов, для которых промежуточным автохтоном яв-

ляются верхнемеловые породы. Позднее произошло включение в меланж верхнемеловых пород, содержащих обломки офиолитов и верхнеюрско-нижнемеловых комплексов и, наконец, продвижение в южном направлении на отложения Укелаятского флиша, имеющего верхнемеловой–палеогеновый возраст.

При формировании меланжей перераспределение и совмещение масс приводило к образованию достаточно упорядоченной, но неустойчивой структуры, состоящей из разнородных по мощности и вещественным параметрам элементов. В условиях гравитационной неустойчивости дальнейшее развитие определялось стремлением к достижению равновесного состояния, что приводило к перемешиванию материала и уничтожению упорядоченности. Одновременно с разрушением пластин происходило усреднение состава цемента, чему в значительной мере способствовала пластичность серпентинитового материала. Можно говорить о том, что структурирование обеспечивало появление гетерогенности, а хаотическое строение меланжей является следствием гомогенезации.

Дальнейшее изучение структурированных серпентинитовых меланжей позволит восстановить и детализировать явления, характеризующие трансформацию океанической литосферы от момента ее образования до вхождения в состав континентальной окраины. Тектоническое совмещение офиолитов происходило неоднократно и сопровождалось дезинтеграцией офиолитов. Характерны также и определенные возрастные взаимоотношения между супрасубдукционными и океаническими типами офиолитов. Обычно океанические несколько или значительно древнее, поэтому они наиболее сильно тектонизированы и дезинтегрированы, а надсубдукционные офиолиты сохранились значительно лучше (Ганкуваямский разрез). На наш взгляд именно этим, а не только поглощением океанической коры в зонах субдукции, можно объяснить тот факт, что известные наиболее полные разрезы офиолитов (Троодос, Оман и др.) относятся к надсубдукционному типу. Тем не менее приведенный в статье материал показывает перспективность поисков фрагментов океанических офиолитов, в том числе именно в сложно построенных структурированных серпентинитовых меланжах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные в статье примеры достаточно разнообразны по тектоническому положению, составу, возрасту и истории развития. Главным следствием изучения структурированных меланжей является вывод о гетерогенности офиолитовых зон, что определяет необходимость их более углубленного и детального изучения. В частно-

сти, известно, что различные офиолитовые зоны Корякского нагорья имеют различное выражение в гравитационном поле и формировались в различных геодинамических обстановках. Формирование структурированных меланжей носит полистадийный характер, и в их структуре записана многоактная история амальгамации и аккреции. Сочетание элементов упорядоченности и хаотического строения позволяет рассматривать структурированные меланжи как объекты нелинейной геодинамики [20, 21].

Важно подчеркнуть, что комплексы, образовавшиеся в одной геодинамической обстановке, в процессе аккреции способны занимать разное структурное положение и в результате оказываются в разных террейнах или покровно-складчатых структурах. Это свидетельствует о возможности дифференцированного движения литопластин. Хорошим примером является Верхнехатырский меланж Емраваам-Пиикасьваямской покровной системы. В то же время комплексы, образовавшиеся в разных геодинамических обстановках в результате аккреции способны совмещаться и занимать в дальнейшем единое структурное положение. Последнее особенно ярко проявляется в Куюльском серпентинитовом меланже и на м. Поворотном.

Изучение структурированных меланжей позволяет расшифровывать историю и механизмы континентальной аккреции. Кроме того, присутствие в них фрагментов океанической литосферы нередко является единственной информацией для реконструкции древних океанических плит.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 08-05-00547), ФЦНТП ведущие научные школы (НШ-3172.2008.5), Программ фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 10.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров А.А. Покровные и чешуйчатые структуры в Корякском нагорье. М.: Наука, 1978. 121 с.
2. Алексеев Э.С. Куюльский серпентинитовый меланж и строение Таловско-Майнской зоны // Геотектоника. 1981. № 1. С. 105–120.
3. Александрутин М.В., Соколов С.Д. Результаты палеомагнитных исследований в Пенжинско-Тайгоносском сегменте Тихоокеанского пояса и их тектоническая интерпретация // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 17. № 1. С. 38–52.
4. Базылев Б.А., Паланджян С.А., Ганелин А.В., Силантьев С.А., Ишиватари А., Дмитренко Г.Г. Петрология перидотитов офиолитового меланжа мыса Поворотный, п-ов Тайгонос, Северо-Восток России: процессы в мантии над зоной субдукции // Петрология. 2001. Т. 9. № 2. С. 165–184.
5. Бондаренко Г.Е. Тектоника и геодинамическая эволюция мезозойд северного обрамления Тихого океана. М.: МГУ, 2004. 46 с.
6. Вишневская В.С., Пейве А.А., Соколов С.Д. О возрасте офиолитов Куюльского террейна (Таловские горы, Северо-Восток России) // Докл. РАН. 1992. Т. 327. № 3. С. 364–367.
7. Григорьев В.Н., Крылов К.А., Соколов С.Д. Верхнеюрско-нижнемеловые отложения центральной части Корякского нагорья // Очерки по геологии Востока СССР. М.: Наука, 1986. С. 58–80.
8. Григорьев В.Н., Крылов К.А., Соколов С.Д. Юрско-меловые отложения Янранайского аккреционного комплекса (Корякское нагорье) // Очерки по геологии Северо-Западного сектора Тихоокеанского пояса. М.: Наука. 1987. С. 132–159.
9. Григорьев В.Н., Соколов С.Д., Крылов К.А., Голозубов В.В., Пральникова И.Е. Геодинамическая типизация триасово-юрских эффузивно-кременистых комплексов Куюльского террейна (Корякское нагорье) // Геотектоника. 1995. № 3. С. 59–69.
10. Книппер А.Л. Океаническая кора в структуре Альпийской складчатой области. М.: Наука, 1975. 208 с.
11. Книппер А.Л. Движения австрийской фазы в океанической коре Тетиса: характер проявления, последствия и возможные причины // Геотектоника. 1985. № 2. С. 5–27.
12. Леднева Г.В., Матуков Д.И. Время кристаллизации плутонических пород Куюльского офиолитового террейна (Корякское нагорье): результаты U-Pb датирования цирконов методом SHRIMP // Докл. РАН, 2009. Т. 424. № 1. С. 71–75.
13. Марков М.С., Некрасов Г.Е., Паланджян С.А. Офиолиты и меланократовый фундамент Корякского нагорья // Очерки тектоники Корякского нагорья. М.: Наука, 1982. С. 30–70.
14. Международный тектонический словарь. М.: Мир, 1982. 142 с.
15. Некрасов Г.Е. Тектоника и магматизм Тайгоноса и Северо-Западной Камчатки. М.: Наука, 1976. 160 с.
16. Паланджян С.А. Типизация мантийных перидотитов по геодинамическим обстановкам формирования. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1992. 104 с.
17. Паланджян С.А., Дмитренко Г.Г. Перидотиты Прибрежного пояса Тайгоноса: химический состав минералов как показатель геодинамической обстановки формирования офиолитов // Тектоника, геодинамика и процессы магматизма и метаморфизма. Материалы XXXII Тектонического совещания. Т. 2. М.: ГЕОС, 1999. С. 53–57.
18. Парфенов Л.М., Натанов Л.М., Соколов С.Д., Цуканов Н.В. Террейны и аккреционная тектоника Северо-Востока Азии // Геотектоника, 1993. № 1. С. 68–78.
19. Пральникова И.Е., Вишневская В.С. Средне-позднеюрские радиоляриевые ассоциации из океанических комплексов Куюльского террейна (Корякское нагорье, Северо-Восток России) и их палеогеографическая принадлежность // Докл. РАН. 1996. Т. 351. № 2. С. 240–245.
20. Пушаровский Ю.М. О трех парадигмах в геологии // Геотектоника. 1995. № 1. С. 4–11.
21. Пушаровский Ю.М., Соколов С.Д. Нелинейная тектоника // Фундаментальные проблемы общей тектоники. Ред. Ю.М. Пушаровский. М.: Научный мир, 2001. С. 476–508.
22. Руженцев С.В. Краевые офиолитовые аллохтоны. М.: Наука, 1976. 171 с.
23. Руженцев С.В., Бялбжеский С.Г., Григорьев В.Н., Казимиров А.Д., Пейве А.А., Соколов С.Д. Тектоника Корякского хребта // Очерки тектоники Корякского нагорья. М.: Наука, 1982. С. 136–189.
24. Савельев А.А., Савельева Г.Н. Пластическое течение ультрабазитов и габбро альпинотипных массивов // Тектоническая расслоенность литосферы. М.: Наука, 1980. С. 147–170.

25. Соколов С.Д. Аккреционная тектоника Корьякско-Чукотского сегмента Тихоокеанского пояса. М.: Наука, 1992. 182 с.
26. Соколов С.Д. Аккреционная структура Пенжинского хребта (Северо-Восток России) // Геотектоника. 2003. № 5. С. 3–10.
27. Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е., Морозов О.Л., Григорьев В.Н. Зона перехода Азиатский континент – Северо-Западная Пацифика в позднеюрско-раннемеловое время // Теоретические и региональные проблемы геодинамики. М.: Наука, 1999. С. 30–84. (Тр. ГИН РАН; Вып. 515).
28. Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е., Морозов О.Л., Алексютин М.В., Паланджян С.А., Худoley А.К. Особенности строения палеоаккреционных призм на примере п-ова Тайгонос (Северо-Восток России) // Докл. РАН. 2001. Т. 377. № 6. С. 807–811.
29. Соколов С.Д., Григорьев В.Н., Пейве А.А., Батанова В.Г., Крылов К.А., Лучицкая М.В., Алексютин А.А. Элементы структурной и вещественной упорядоченности в серпентинитовых меланжах // Геотектоника. 1996. № 1. С. 1–16.
30. Ставский А.П., Березнер О.С., Сафонов В.Г., Злобин С.К. Тектоника Майницкой зоны Корьякского нагорья // Тихоокеанская геология. 1989. № 3. С. 72–80.
31. Тектоническая расслоенность литосферы новейших подвижных поясов. М.: Наука, 1982. 116 с.
32. Филатова Н.И. Периокеанические вулканогенные пояса. М.: Недра, 1988. 262 с.
33. Ханчук А.И., Григорьев В.Н., Голозубов В.В., Говоров Г.И., Крылов К.А., Курносое В.И., Панченко И.В., Пральникова И.Е., Чудаев О.В. Куйулский офиолитовый террейн // Владивосток: ДВГИ АН СССР, 1990. 108 с.
34. Худoley А.К., Соколов С.Д. О роли сдвигов в тектонике юго-запада Корьякского нагорья // Докл. РАН. 1994. Т. 335. № 1. С. 80–82.
35. Чехов А.Д., Александров А.А., Паланджян С.А., Петров А.Н. Верхнехатырский серпентинитовый меланж // Геология и геофизика, 1980. № 5. С. 51–60.
36. Чехов А.Д., Паланджян С.А. К тектонике офиолитов полуострова Тайгонос // Тихоокеанская геология, 1994. № 6. С. 25–33.
37. Baily E., McCallen W. Serpentine lavas, the Ankara melange and Anatolian thrust // Trans. Roy. Soc. Edinburgh. 1951. Vol. 62. Pt 2. P. 43–56.
38. Bazhenov M.L., Aleksuytin M.V., Bondarenko G.E., Sokolov S.D. Mesozoic paleomagnetism of the Taigonos Peninsula, the Sea of Okhotsk: implications to kinematics of the continental and oceanic plates // Earth Planet. Sci. Lett., 1999. Vol. 173. P. 113–127.
39. Harbert W., Sokolov S., Heiphetz A. Reconnaissance hydrocarbon geology of the Anadyrsky and Khatyrsky Cenozoic sedimentary basins, Northern Kamchatka Peninsula, Russia // AAPG Bulletin, 2003. Vol. 87. № 2. P. 183–195.
40. Hsu K.J. Melanges and their distinction from olistostromes // Modern and Ancient Geosynclinal Sedimentation. Eds. R.H. Dott, R.H. Shaver. Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner. Tulsa. 1974. Vol. 19. P. 321–333.
41. Silantyev S., Sokolov S., Bondarenko G., Morozov O., Bazylev B., Palandzhyan S., Ganelin A. Geodynamic setting of the high-grade amphibolites and associated igneous rocks from the accretionary complex of Povorotny Cape, Taigonos Peninsula, Northeastern Russia // Tectonophysics. 2000. Vol. 325. Is. 1–2. P. 107–132.

Рецензенты: С.В. Руженцев,
К.Е. Десярев, А.А. Книппер

Structured Serpentine Melanges of the Koryak–Kamchatka Fold System

S. D. Sokolov and K. A. Krylov

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, 7 Pyzhevskii per., Moscow, 119017 Russia

e-mail: sokolov@ginras.ru

Received May 21, 2009

Abstract—The Kuyul, Taigonos, and Upper Khatyrka structured serpentinite melanges at the Pacific continental margin of Northeast Asia considered in this paper are diverse in tectonic setting, age, and geological history. They are characterized by an ordered internal structure expressed in regular arrangement of rock blocks different in composition. These blocks make up mappable tectonic sheets deformed into complex, nappe-related folds. Difference in the block composition of particular sheets is often combined with different composition of serpentinite cement. The structured melanges of Cape Povorotny (Taigonos Peninsula) and the Kuyul Terrane were formed during accretion of oceanic complexes to a suprasubduction zone and their subsequent juxtaposition. The Upper Khatyrka melange comprises oceanic, island-arc, and marginal-sea complexes. The study of structured melanges makes it possible to ascertain the history of continental accretion and transformation of the oceanic crust. The combination of ordering and chaotic structure allows us to consider structured melanges as manifestations of non-linear geodynamics.