

УДК [551.763:551.242.22](235.47)

## КЕМСКИЙ ОСТРОВОДУЖНЫЙ ТЕРРЕЙН (ВОСТОЧНЫЙ СИХОТЭ-АЛИНЬ): ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕОДИНАМИКА

© 2006 г. А. И. Малиновский, В. В. Голозубов, В. П. Симаненко

Представлено академиком Ю.М. Пущаровским 26.01.2006 г.

Поступило 14.12.2005 г.

Раннемеловое время – эпоха геологических событий, во многом определивших современный облик структур северо-западного обрамления Тихого океана. Для палеогеографических реконструкций мелового этапа развития восточной окраины Азии особое значение имеет изучение седиментационных бассейнов, генетически связанных с вулканическими островодужными дугами, фрагменты которых известны на Дальнем Востоке.

Основанием для выделения раннемеловой Монероно-Самаргинской островодужной системы послужило обнаружение в Сихотэ-Алине, на островах Сахалин, Хоккайдо, Ребун и Монерон комплекса вулканических образований, имеющих островодужную природу [7, 10, 11]. В Сихотэ-Алине подобные образования установлены в Кемском террейне [4].

Современная тектоническая структура Сихотэ-Алиня представляет собой коллаж разнотипных террейнов, причлененных к восточной окраине Азиатского материка в палеозое и мезозое [6, 9].

Кемский террейн расположен в восточной части хребта Сихотэ-Алинь, протягиваясь полосой вдоль побережья Японского моря и обнажаясь в эрозионных окнах среди вулканитов позднемелового Восточно-Сихотэалинского пояса (рис. 1). Террейн сложен баррем (?) альбскими образованиями (широко развиты турбидиты), содержащими горизонты алевролитов, песчаников, гравелитов, конгломератов, микститов, туфов, а также пластины основных вулканитов [4]. Кемский террейн надвинут на расположенный западнее Журавлевский террейн, сложенный раннемеловыми турбидитами и рассматриваемый как окраинно-континентальный синсдвиговый бассейн [2]. Самаркинский и Тахуинский террейны – фрагменты юрской и позд-

неюрско-раннемеловой аккреционных призм, образованы тектоническими пластинами, сложенными турбидитами и олистостромами с глыбами палеозойских и раннемезозойских известняков, кремней, базальтов, габброидов и терригенных пород [1, 2]. Раннемеловой Киселевско-Маноминский террейн состоит из пакетов тектонических пластин, образованных юрско-раннемеловыми кремнями с телами базальтов и известняков, алевролитами и турбидитами [3]. Террейн рассматривается нами как аккреци-

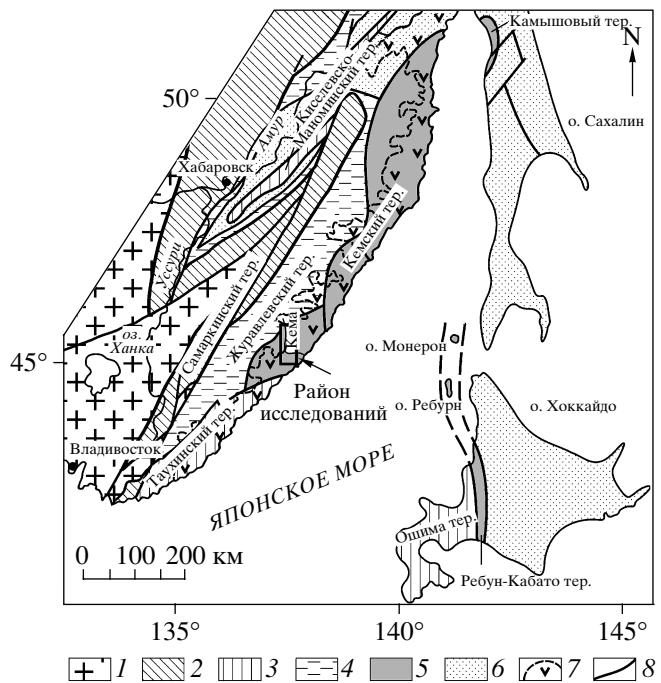
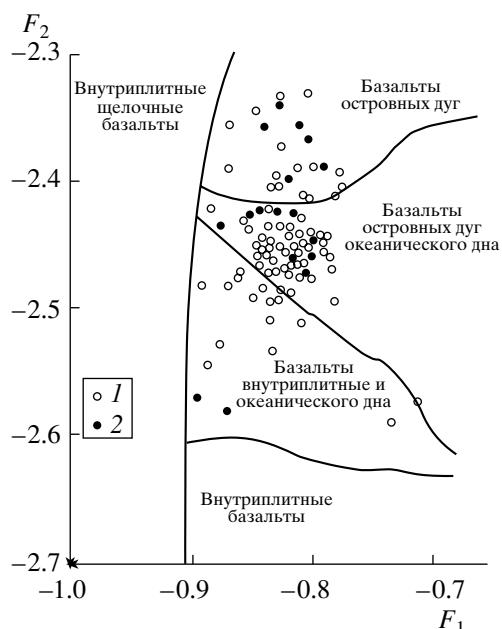


Рис. 1. Схема террейнов юга Дальнего Востока России и прилегающих территорий [4, 9]. 1–6 – террейны: 1 – домезозойские, 2 – юрской аккреционной призмы, 3–5 – раннемеловые (3 – аккреционной призмы, 4 – окраинно-континентального синсдвигового бассейна, 5 – островодужные), 6 – ранне-позднемеловые и кайнозойские, 7 – позднемеловой Восточно-Сихотэалинский вулканический пояс; 8 – разломы.

Дальневосточный геологический институт  
Дальневосточного отделения  
Российской Академии наук, Владивосток



**Рис. 2.** Дискриминантная диаграмма для клинопироксенов из базальтов различных тектонических обстановок [12].  $F_1 = -0.012\text{SiO}_2 - 0.0807\text{TiO}_2 + 0.0026\text{Al}_2\text{O}_3 - 0.0012\text{FeO} - 0.0026\text{MnO} + 0.0087\text{MgO} - 0.0128\text{CaO} - 0.0419\text{Na}_2\text{O}$ ;  $F_2 = -0.0496\text{SiO}_2 - 0.0818\text{TiO}_2 - 0.0212\text{Al}_2\text{O}_3 - 0.0041\text{FeO} - 0.1435\text{MnO} - 0.0029\text{MgO} - 0.0085\text{CaO} + 0.0160\text{Na}_2\text{O}$ . 1, 2 – клинопироксины из песчаников (1) и базальтов (2).

онная призма Монероно-Самаргинской островодужной системы. Восточнее Кемского, в Камышовом и Ребун-Кабато террейнах, расположенных на островах Сахалин, Хоккайдо, Монерон и Ребун, распространен раннемеловой комплекс образований, состоящий из лав островодужных базальтов и андезитов, а также горизонтов вулканогенно-осадочных пород [7, 10, 11]. Терреины рассматриваются как осевая часть островной вулканической гряды.

Для определения состава областей питания и выяснения палеогеодинамических обстановок формирования Кемского седиментационного бассейна исследовался вещественный состав терригенных пород и лав. По породообразующим компонентам кемские песчаники относятся к полевошпатово-кварцевым и кварцево-полевошпатовым грауваккам. Особенности их состава свидетельствуют, что в раннемеловое время осадконакопление происходило на активной континентальной окраине в бассейне, сопряженном с континентальной (энсиалической) островной дугой [5]. Этот вывод подтверждается химическим составом песчаников и алевролитов, а также набором тяжелых обломочных минералов, среди которых значительную роль играет типично “вулканическая” их ассоциация (орт- и клинопироксины,

роговая обманка, хромит, магнетит). Вместе с тем в тяжелой фракции много и минералов “сиалической” ассоциации (циркон, гранат, турмалин, апатит, сфен, рутил). Анализ ассоциаций тяжелых минералов показывает, что они формировались под влиянием двух главных источников сноса. Источником “вулканической” ассоциации были вулканиты энсиалической островной дуги, а “сиалической” – выдвинутый в сторону океана фрагмент континентальной коры, слагавший фундамент дуги [5].

Тип вулканического источника питания можно установить по химическому составу клинопироксенов. На дискриминантной диаграмме Е. Нисбета и Дж. Пирса [12] (рис. 2) сопоставлены клинопироксины из кемских песчаников и базальтов. Большинство из них образуют единое поле и соответствуют базальтам островных вулканических дуг и, частично, базальтам океанического дна. Среди обломков конгломератов и гравелитов больше всего вулканитов, идентичных островодужным базальтам Кемского террейна, а также кремней. В кремнях встречаются триасовые и юрские радиолярии, что предполагает участие в фундаменте островной вулканической дуги юрской-раннемеловой аккреционной призмы, аналогичной призмам Самаркинского и Таухинского террейнов [4, 9].

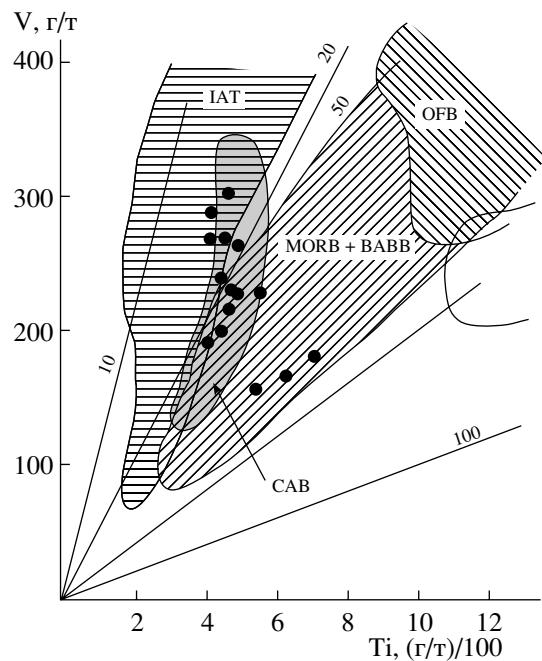
Петрографическими исследованиями кемских базальтов установлена их принадлежность к близкой по минералогическому составу, текстурно-структурным особенностям и химизму серии пород, связанных с деятельностью единого магматического источника. Тестиирование базальтов на различных петрографических диаграммах, в частности на диаграмме V-Ti (рис. 3), однозначно указывает на их принадлежность к островодужному типу магм. По основным петрологическим характеристикам базальты являются аналогами базальтов высококалиевой известково-щелочной и шошонитовой серий тыловых частей зрелых островных дуг [8].

Характерной особенностью терригенных отложений Кемского террейна является преобладание в разрезе мощных пачек турбидитов. Турбидиты нередко ассоциируют с микститами, гравелитами и конгломератами, формировавшимися высокоплотностными зерновыми и дебризными потоками [4]. Редкие горизонты алевролитов с тонкими прослоями песчаников относятся, по-видимому, к доннотечению образованием. Такой генетический состав отложений предполагает их накопление в нижней части и у подножья подводного склона. Кемские базальты часто имеют текстуру пиллоу-лав с подушечными обособлениями. В основаниях потоки насыщены включениями алевролитов, ориентированными согласно движению потоков. Часто потоки, в результате излияния в водной среде, растрескивались и расщеп-

лялись на сегменты, трещины между которыми заполнены алевритовым материалом, который временами “выплюсивался” на поверхность потоков. Лавы, таким образом, изливались *in situ* на неконсолидированный осадок в условиях морского бассейна [8]. Градационная отсортированность в туфах и их преимущественно грубообломочный состав указывают на эксплозивный характер извержений, переработку пирокластики в водной среде и предполагают близость вулканических построек.

Таким образом, накопление образований Кемского террейна происходило в обстановке склона задувового бассейна, осложненной синхронными вулканическими процессами. Главными агентами транспортировки обломочного материала были гравитационные потоки различной плотности и состава. Анализ подводно-оползневых дислокаций, встречающихся на различных уровнях разреза, свидетельствует о северо-восточном простирации подводного склона, на котором происходило осадконакопление, а обломочный материал транспортировался с юго-востока на северо-запад [4]. Таким образом, снос обломочного материала происходил не с северо-запада, со стороны Азиатского континента, а с юго-востока, со стороны выдвинутого в океан, вдоль одного из разломов системы Тан-Лу, фрагмента континентальной коры, который служил фундаментом островной дуги. Этот фрагмент должен был быть достаточно крупным, чтобы обеспечить поставку большого количества сиалического материала.

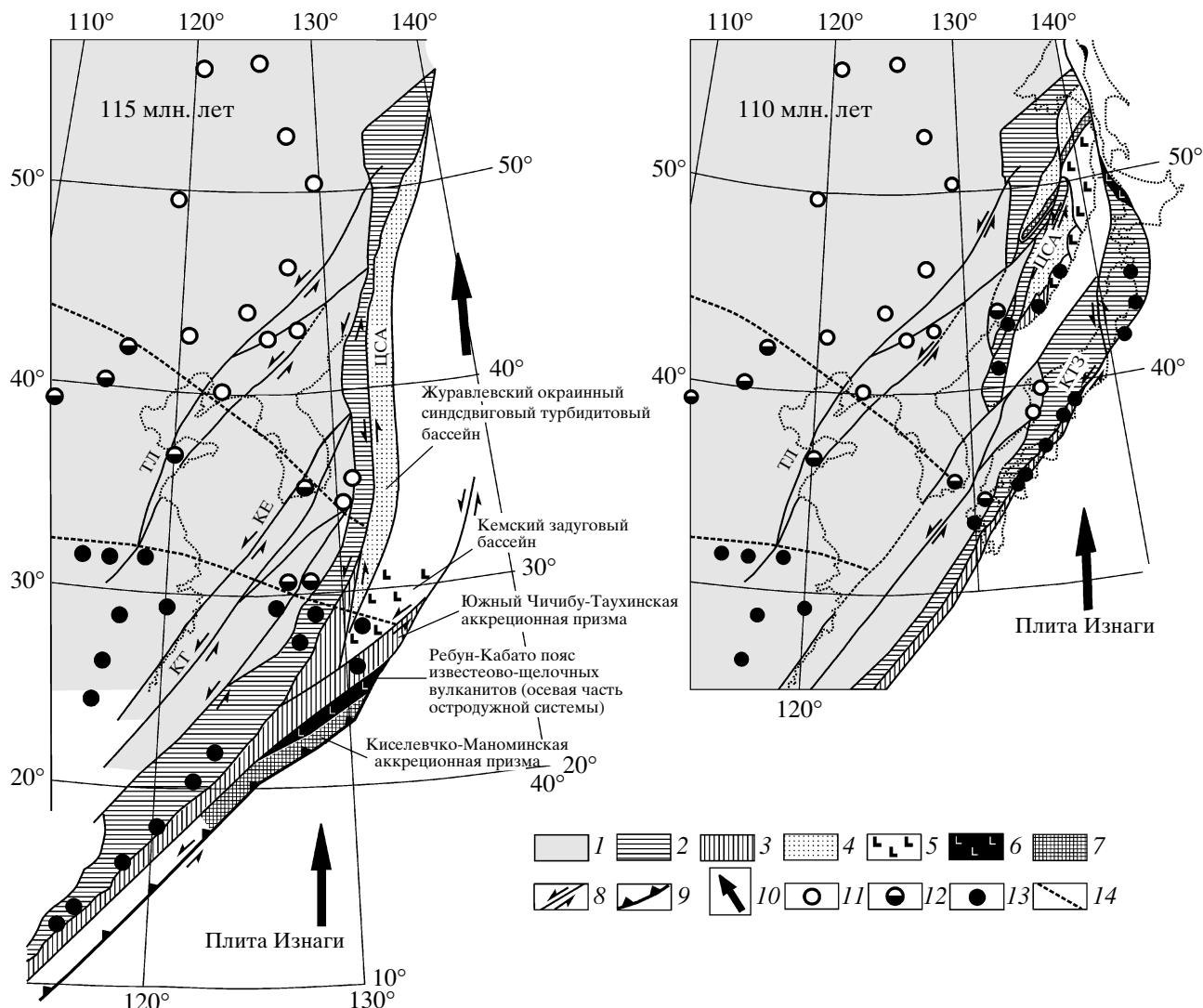
Формирование одновозрастных турбидитов Журавлевского террейна, примыкающего к Кемскому с запада, происходило в совершенно иной обстановке – в пределах окраинного синсдвигового бассейна [1, 2]. Совмещение в пределах Сихотэ-Алиня двух резко отличающихся одновозрастных террейнов представляет, по-видимому, вторичное явление и может быть объяснено крупномасштабными перемещениями вдоль сдвигов системы Тан-Лу. Для восстановления первичного расположения изучаемого островодужного палеобассейна нами предпринята попытка палеогеодинамических реконструкций с использованием данных о распределении раннемеловой (доальбской) флоры. В пределах восточной окраины Евразии выделяются зоны холодолюбивой флоры Тетори, теплолюбивой – Риосеки и полоса развития смешанных флор [13]. В континентальной ее части эти зоны достаточно выдержаны и имеют близкие к широтным границы. Вдоль границы континент–океан зональность значительно нарушена: в Японии комплекс Тетори обнаружен в чехле массива Хида, а комплекс Риосеки распространен вдоль почти всей Внешней Японии, часто значительно севернее развития этих флор на материке. Изученная нами палинофлора Кемского террейна близка по таксонометрическому составу комплексу Риосеки [4],



**Рис. 3.** Вариационная диаграмма V–Ti для кемских базальтов [14]. BABB – базальты задувовых бассейнов; OFB – базальты океанического дна; OIB – базальты океанических островов; MORB – базальты срединно-океанических хребтов; WPB – внутриплитные базальты; IAT – островодужные толеиты; CAB – известково-щелочные базальты.

северная граница распространения которого располагалась на широте 30°. То есть Кемский палеобассейн первоначально располагался на этой или даже на более южных палеоширотах.

На составленной с учетом полученных данных палеореконструкции (рис. 4) показано, что Монероно-Самаргинская островодужная система располагалась на участке излома простирания края континента. Находящийся южнее Южно-Китайский участок окраины простипался в северо-восточном направлении, в то время как севернее граница континент–океан имела простиранье близкое к меридиональному. В условиях перемещения океанической плиты Ибанаги в северном направлении, вдоль Восточно-Китайского участка окраины можно предполагать косую субдукцию, в то время как севернее располагался участок трансформных скольжений (турбидиты Журавлевского террейна). Именно на участке излома континентальной плиты происходило выдвижение в сторону океана фрагмента этой плиты, который и стал фундаментом Монероно-Самаргинской островодужной системы. Кемский палеобассейн, согласно этой реконструкции, располагался в непосредственной близости от выдвинутого фрагмента континентальной коры и



**Рис. 4.** Геодинамические реконструкции восточной окраины Азии, для 115 млн. лет назад (до главных перемещений по системе разломов Тан-Лу) и 100 млн. лет назад (до раскрытия Японского моря). 1 – доюрский континент; 2 – юрские терре́йны – фрагменты аккреционной призмы; 3 – позднеюрско-раннемеловые терре́йны – фрагменты аккреционной призмы; 4–7 – раннемеловые терре́йны – фрагменты: 4 – окраинно-континентального синклинового бассейна, 5 – задугового бассейна, 6 – осевой части дуги, 7 – баррем-альбской аккреционной призмы; 8 – левые сдвиги системы Тан-Лу, в том числе: ЦСА – Центральный Сихотэ-Алинский, ТЛ – Тан-Лу, КЕ – Кванджу-Енгдонг, КТ – Корейско-Тайванский; 9 – зоны субдукции; 10 – направления перемещения плиты Изнаги; 11–13 – флористические комплексы: 11 – Тетори, 12 – смешанный, 13 – Риосеки; 14 – границы палеоклиматических зон. КТЗ – Тектоническая зона Куросегава.

замещался по латерали Журавлевским турбидитовым бассейном.

Таким образом, в баррем-альбское время вдоль восточной границы Евразии, южнее широты 30°, существовала островодужная система, включающая задуговой бассейн (Кемский террейн), осевую часть дуги (Камышовый террейн, пояс вулканитов Ребун-Кабато) и аккреционную призму (Киселевско-Маноминский террейн). Формирование современной структуры рассматриваемой окраины в основных чертах завершилось в конце альба–начале

сеномана – до образования вулканитов позднемелового Восточно-Сихотэ-Алинского пояса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Голозубов В.В. Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана: Автореферат дис. д-ра геол.-минер. наук. М., 2004. 42 с.
- Голозубов В.В., Ханчук А.И. // Тихоокеан. геология. 1995. Т. 14. № 2. С. 13–25.
- Зябрев С.В., Мартынюк М.В., Шевелев Е.К. // Тихоокеан. геология. 2005. Т. 24. № 1. С. 45–58.

4. Малиновский А.И., Филиппов А.Н., Голозубов В.В. и др. // Тихоокеан. геология. 2002. Т. 21. № 1. С. 52–66.
5. Малиновский А.И., Голозубов В.В., Симаненко В.П. // Литология и полез. ископаемые. 2005. Т. 40. № 5. С. 495–514.
6. Натальин Б.А. // Тихоокеан. геология. 1991. № 5. С. 3–23.
7. Симаненко В.П. // Тихоокеан. геология. 1986. № 1. С. 7–13.
8. Симаненко В.П., Малиновский А.И., Голозубов В.В. // Тихоокеан. геология. 2004. Т. 23. № 2. С. 30–51.
9. Ханчук А.И., Раткин В.В., Рязанцева М.Д. и др. Геология и полезные ископаемые Приморского края. Владивосток: Дальнаука, 1995. 82 с.
10. Ikeda I., Komatsu M. // Monograph. Assoc. Geol. Collab. Japn. 1986. V. 31. P. 51–62.
11. Nagata M., Kito N., Niida K. // Monograph. Assoc. Geol. Collab. Japan. 1986. V. 31, P. 63–79.
12. Nisbet E.G., Pearce J.A. // Contribs. Mineral. and Petrol. 1977. V. 63. P. 149–160.
13. Ohana T., Kimura T. In: Proc. XV Intern. Symp. of Kyungpook National University. Taegu: Taegu Nat. Univ., 1995. P. 293–328.
14. Shervais J.W. // Earth and Planet. Sci. Lett. 1982. V. 59. P. 101–118.