

Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Научно-образовательный центр Геологического факультета

«Современное состояние наук о Земле»



**Материалы международной конференции,
посвящённой памяти**

Виктора Ефимовича Хаина

Москва, 1-4 февраля 2011 г.

Издательство
Геологический факультет Московского Государственного Университета
имени М.В.Ломоносова
2011 г.

УДК 55
ББК 26
С28

С28 **Современное состояние наук о Земле.** Материалы международной конференции, посвящённой памяти Виктора Ефимовича Хаина, г.Москва, 1-4 февраля 2011 г. – М.: Изд-во Геологический факультет Московского Государственного Университета имени М.В.Ломоносова, 2011. – 2297 с.

ISBN 978-5-9902631-1-6

*Тезисы докладов представлены в авторской редакции.
Организационный комитет не во всех случаях разделяет представления и идеи
авторов, излагаемые в публикуемых тезисах.*

Конференция организована при финансовой поддержке Российского
Фонда Фундаментальных Исследований (проект 11-05-06004-г)

Сборник материалов конференции включает доклады специалистов в различных областях наук о Земле из академических, учебных и производственных организаций России, представленные на международной конференции, посвящённой памяти Виктора Ефимовича Хаина, проходившей 1-4 февраля 2011 года на Геологическом факультете МГУ имени М.В.Ломоносова, г.Москва. Большинство статей посвящено решению не только специальных проблем геологии, но также имеет общенаучное – прикладное и методологическое значение.

Сборник будет полезен широкому кругу студентов, аспирантов и научных работников геологических и смежных специальностей.

УДК 55
ББК 26

ISBN 978-5-9902631-1-6

© Авторский коллектив, 2011
© Геологический факультет МГУ, 2011

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ОКРАИНЫ КАМЧАТКИ**Коваленко Д.В.**ИГЕМ РАН, Москва (dmitry@igem.ru)

Геологическое строение Камчатки характеризуется широким распространением покровно-складчатых структур и залегающих на них с несогласием окраинно-континентальных вулканических поясов. В покровно-складчатых структурах участвуют экзотические комплексы пород, сформированные в мезозое и кайнозое в различных геодинамических условиях - накопившиеся на материковом шельфе или у его подножия, в спрединговых бассейнах или в условиях островных дуг. По возрасту покровно-складчатых деформаций и особенностям геологической структуры на Камчатке выделяются структурные зоны [1,2]. Наиболее ранний (маастрихтский) этап покровно-складчатых деформаций фиксируется на Западной Камчатке (**Западно-Камчатская структурная зона**). На Центральной и Восточной Камчатке (**Центрально-Камчатская и Восточно-Камчатская структурные зоны**) деформации протекали в раннем эоцене. **Зона восточных полуостровов Камчатки** была образована в миоцене.

На северо-востоке России выделяются несколько протяженных окраинно-континентальных поясов, по-видимому, маркирующих зоны субдукции под континент в различные периоды времени - плиоцен-четвертичный **Восточно-Камчатский**, позднеолигоцен-четвертичный **Центрально-Камчатский** и среднеэоцен-олигоценовый **Западно-Камчатско-Корякский**.

Вулканогенно-осадочные островодужные толщи, залегающие в разных структурных зонах Камчатки, были объединены в *Паланский* (Западно-Камчатская зона) позднемеловой островодужный сегмент (позднемеловые деформации), *Восточно-Камчатский* позднемеловой островодужный сегмент, в который включены островодужные комплексы Центрально-Камчатской и

Восточно-Камчатской зон (раннеэоценовые деформации) и *Кроноцкий* мел-кайнозойский островодужный сегмент (миоценовое время деформаций).

Палеомагнитные исследования геологических толщ Камчатки показали экзотическую природу островодужных сегментов. Толщи Паланского островодужного сегмента накапливались в конце тридцатых - начале сороковых градусов северной широты. Позднемеловые породы Восточно-Камчатского и Кроноцкого островодужных сегментов формировались на сороковых широтах. Тектоническое совмещение Паланского и Восточно-Камчатского островодужных сегментов с материком, судя по времени покровно-складчатых деформаций, произошло в конце маастрихта-начале палеоцена и раннем эоцене, соответственно. Кроноцкий островодужный сегмент столкнулся с окраиной Евразии в миоцене.

Анализ склонений доскладчатой намагниченности толщ показал, что коллизия Паланского островодужного сегмента протекала с левосторонней сдвиговой составляющей. Восточно-Камчатский островодужный сегмент был ориентирован приблизительно параллельно окраине материка. Начальная фаза его коллизии на границе палеоцена и эоцена проходила с левой сдвиговой компонентой, а завершающая фаза в раннем эоцене - уже без сдвиговой компоненты. Кроноцкий островодужный сегмент в миоцене претерпел косую коллизиию с окраиной Евразии.

Таким образом, в позднем мелу в сантоне-кампане на северо-западе Тихого океана существовала система островодужных сегментов, протягивающаяся вдоль окраины Евразии с конца тридцатых до пятидесятых градусов северной широты.

Островодужная система отсекала от материка бассейны. Современная геологическая структура Камчатки и юга Корякии сформировалась при последовательном закрытии этих бассейнов в различное время.

Особенности магматизма экзотических надсубдукционных комплексов Камчатки. Магматические породы Восточно-Камчатского, Паланского и Кроноцкого островодужных сегментов по распределению петрогенных элементов и элементов-примесей являются надсубдукционными и выплавлялись в основном из гранатовых перидотитов мантийного клина при большом участии флюидов. Магмы не несут признаков контаминации коровым материалом. Источники шшонитовых и известково-щелочных магм Паланского сегмента характеризуются деплетированным изотопным составом Nd и Sr и слабыми вариациями величин соотношений Th/La, Th/Ta, Zr/Nb, Nb/U. Источники шшонитов и известково-щелочных магм Восточно-Камчатского сегмента также деплетированы по изотопному составу Nd и Sr. По сравнению с источниками Паланского сегмента они отличаются значительно более деплетированными значениями соотношений Nb/U и Zr/Nb, а также большими значениями и большими вариациями соотношений Th/La и Th/Ta.

Позднемеловые окраинноморские вулканические породы Камчатского перешейка являются N- и E-MORB. Они выплавлялись из шпинелевых лерцолитов. Источники магм деплетированы по изотопному составу Nd. Величины $I_{Sr}(t)$, по-видимому, изменены в результате контаминации магм морской водой. На диаграммах Th/La-Nb/U и Zr/Nb-Nb/U составы этих магм образуют непрерывный тренд от N-MORB до составов источников магматизма надсубдукционного Восточно-Камчатского островодужного сегмента. Наиболее сильные вариации характерны для соотношения Nb/U. Очевидно, такие зависимости связаны с тем, что N- и E-MORB магмы выплавлялись в задуговом бассейне из мантийных источников

генетически связанных с надсубдукционными процессами.

Окраинно-континентальные магматические комплексы Позднемеловые окраинно-континентальные вулканические породы известны только на Западной Камчатке на хребте Омгон. Для пород характерны надсубдукционные типы спайдер-диаграмм. Изотопные данные показывают, что магмы были выплавлены из деплетированного источника мантии и были сильно контаминированы веществом древней верхней континентальной коры.

Породы кинкильского сегмента эоценового Западно-Камчатско-Корякского окраинно-континентального вулканического комплекса имеют надсубдукционные геохимические черты. Они произошли из известково-щелочных и бонинитовых расплавов метасоматически проработанных гранат-содержащих пород мантийного клина. Эоценовые магмы выплавлялись из деплетированных ($\epsilon_{Nd}(T) = +7 - +8$) или слегка обогащенных ($\epsilon_{Nd}(T)$ варьируют от +3.3 до +5.4) по изотопному составу мантийных источников. Деплетированные мантийные островодужные магмы были значительно контаминированы сиалическими породами, сильно обогащенными по радиогенному составу Nd.

Позднеолигоцен-миоценовые толщи Центрально-Камчатского окраинно-континентального вулканического пояса включают магматические породы с внутриплитными и надсубдукционными геохимическими характеристиками. Породы некоторых вулканических толщ образовались в результате смешения внутриплитных и надсубдукционных расплавов. Изотопные определения Nd и Sr показывают, что магмы выплавлялись из деплетированных по изотопному составу мантийных источников и не несут признаков значительной коровой контаминации [3,4].

Позднеплиоцен-четвертичный и современный магматизм Восточно-Камчатского пояса характеризуется типично надсубдукционными чертами – магматические породы деплетированы

HFSE относительно LILE и REE. Магмы выплавлялись из деплетированных по изотопному составу мантийных источников. Признаки контаминации магм коровым материалом, обогащенным радиогенными изотопами, не выявлены [5].

Интрузивный магматизм континентальной окраины Камчатки.

Наблюдается четкая зависимость изотопного состава пород интрузивных массивов от их возраста. Все позднемеловые и эоценовые гранитоиды выплавлялись из источников с $\epsilon_{Nd}(T) = 0-3$, а миоцен-четвертичные – из источников с $\epsilon_{Nd}(T) = 4-8$. По этим признакам позднемеловые-эоценовые интрузивные массивы объединены в изотопную группу I, миоценовые – в изотопную группу II.

Позднемеловые-эоценовые интрузивные массивы изотопной группы I не типичны для надсубдукционных обстановок, так как они не образуют непрерывно-дифференцированных серий от основных до кислых составов, а все представлены гранитоидами. Изотопный состав гранитоидов первой группы свидетельствует о том, что расплавы, образовавшие массивы были выплавлены из обогащенных источников. Такими источниками могут быть обогащенные области мантии, если предположить, что граниты могли сформироваться за счет фракционирования мантийных магм, или коровые источники. Изучение позднемеловых и раннекайнозойских вулканических ареалов Камчатки показали, что в исследованный временной интервал мантийные магмы в районе Камчатки выплавлялись из деплетированных источников мантии, обогащенные мантийные источники не известны. В то же время изотопные составы гранитоидов первой группы ложатся на кривые смешения продуктов плавления позднемеловых-раннекайнозойских терригенных кварц-полевошпатовых осадков и деплетированных по изотопному составу расплавов.

Миоценовые массивы изотопной группы II пространственно ассоциируют и

приблизительно совпадают по возрасту с Центральнo-Камчатским вулканическим поясом, который пересекает все более древние структуры Камчатки и юга Корякии. Его окраинно-континентальное положение очевидно. Породы массивов характеризуются широким спектром концентраций SiO_2 (46-72 мас. %) и образуют непрерывно дифференцированные ряды, характерные для надсубдукционных обстановок. Изотопный состав пород массивов показывает, что магмы, из которых произошли породы массивов, незначительно контаминированы коровым материалом. Например, самый обогащенный состав пород Барабского массива мог образоваться при смешении 20-25% расплавов кварц-полевошпатовых осадков ($\epsilon_{Nd}(T)=-5 - -2$) и 75-80% расплавов из деплетированных источников ($\epsilon_{Nd}(T)=7-8$).

Палеотектонические реконструкции. В позднем мелу в сантоне-кампане на северо-западе Тихого океана существовала система островодужных сегментов, толщи которых в настоящее время находятся в аккреционных покровно-складчатых структурах Камчатки, протягивающаяся вдоль окраины Евразии с конца тридцатых до пятидесятих градусов северной широты. Островодужная система отсекала от материка бассейны. Современная геологическая структура Камчатки и юга Корякии сформировалась при последовательном закрытии этих бассейнов в различное время. Набсубдукционные и задуговые магмы выплавлялись из деплетированных по изотопному составу источников мантии – гранатовых перидотитов мантийного надсубдукционного клина и шпинелевых перидотитов в задуговых бассейнах. Паланский островодужный сегмент столкнулся с материком на границе мела и палеогена и был вовлечен в покровно-складчатые деформации в условиях транспрессии с левосторонней сдвиговой компонентой. На границе палеоцена и эоцена Восточно-Камчатский островодужный сегмент тоже достигает

материка. Возможно, начальная фаза коллизии проходила с левосторонней сдвиговой компонентой. В результате фронтальные части островодужного сегмента, обдуцированные на край материка (Центрально-Камчатская зона) были развернуты против часовой стрелки. Удаленные от фронта коллизии части островодужного сегмента еще не были вовлечены в надвигообразование и по левым сдвигам начали перемещаться на северо-восток вдоль окраины материка (Восточно-Камчатская зона). В начале эоцена, вероятно, изменилось направление движения плиты Кула на которой перемещались островодужные террейны, с северного на северо-западное. Поэтому завершение коллизии Восточно-Камчатского островодужного сегмента проходило без сдвиговой компоненты. Об этом свидетельствует незначительная степень вращений блоков Восточной Камчатки против часовой стрелки и отсутствие сдвиговых структур в этом районе. В конце олигоцена-начале миоцена началась коллизия Кроноцкого сегмента - сначала с Алеутской плитой вдоль Командорского сдвига, затем с Камчатской окраиной. Блоки на востоке сегмента, участвующие в левостороннем перемещении вдоль Командорского сдвига, развернулись в горизонтальной плоскости по часовой стрелке. Блоки на западе сегмента косо столкнулись с Камчатской окраиной и развернулись против часовой стрелки (Кроноцкий п-ов). Блоки, располагающиеся близко к стыку Командорских и Камчатских структур, не претерпели сильных вращений.

В развитии магматизма активной континентальной окраины Камчатки можно выделить два периода – позднемеловой-эоценовый и миоценовый. Для позднемелового-эоценового периода, по-видимому, характерно широкое развитие процессов корового плавления, возможно, из-за аномально высокого теплового потока в это время. В результате были сформированы позднемеловые и эоценовые гранитоидные интрузивные

массивы Камчатки, а при образовании мелового вулканического ареала хребта Омгон и эоценового Кинкильского сегмента Западно-Камчатско-Корякского окраинно-континентального вулканического пояса были широко проявлены процессы смешения мантийных деплетированных и коровых обогатенных по изотопному составу расплавов. В это время, по-видимому, приблизительно в равных масштабах происходила переработка древней континентальной коры (кварц-полевошпатовые терригенные породы) и формировалась новая ювенильная континентальная кора. В миоценовый этап масштабы корового плавления были значительно меньше. Мантийные магмы Центрально-Камчатского и Восточно-Камчатского окраинно-континентальных вулканических поясов, также как и расплавы, из которых формировались породы миоценовых интрузивных массивов, выплавлялись из деплетированных источников мантии и практически не были контаминированы веществом древней континентальной коры. В это время в основном формировалась ювенильная верхняя континентальная кора.

Литература

1. Аккреционная тектоника восточной Камчатки. М.: Наука 1993. 272 с.
2. Богданов Н.А., Хаин В.Е. Объяснительная записка к тектонической карте Охотоморского региона. М.: Ин-т литосферы окраинных и внутренних морей РАН, 2000.
3. Вольнец А.О. Плейстоцен-голоценовый вулканизм Срединного хребта Камчатки: вещественный состав и геодинамическая модель. Автореф. на соискание уч. степ. канд. г.-м. наук, Москва. 2006. 23 с.
4. Перепелов А.Б. Неоген-четвертичный шошонит-латитовый магматизм Срединного хребта Камчатки: вулкан Теклетунуп (геохимия, петрология, геодинамическая позиция) // Вулканологии сейсмология, 2005, №1, с.22-36.
5. Kepezhinskas P., McDermott F., Defant M.J., Hochstaedter A., Drummond M.S., Hawkesworth C.J., Koloskov A. Trace element and Sr-Nd-Pb isotopic constraints on a three-component model of Kamchatka arc petrogenesis // Geochim. Cosmochim. Acta. 1997. V. 61. P. 577-600.