

Л.А. ИЗОСОВ, В.И. ЧУПРЫНИН, Н.С. ЛИ

Проблемы алмазности Япономорской сейсмоактивной вихревой структуры

Японское окраинное море представляет собой сейсмоактивную вихревую структуру, сформировавшуюся преимущественно в миоцене–плиоцене. Развита там неоген-четвертичная щелочно-базальтоидная формация перспективна в отношении нетрадиционных коренных проявлений алмазов, сходных с алмазными лампроитами Западной Австралии. В результате подъема вращающегося магматического диапира щелочные базальты могли транспортировать мантийные алмазные включения. В связи с неогеновыми жерловыми образованиями щелочно-базальтоидной формации в Японском море в докембрийских блоках прогнозируется обнаружение алмазных россыпей.

Ключевые слова: Японское окраинное море, вихревая структура, мантийный диапир, щелочные базальтоиды, алмазы.

The problems of diamond potential of the Sea of Japan seismically active vortex structure. L.A. IZOSOV¹, V.I. CHUPRYNIN², N.S. LEE¹ (¹V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok; ²Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Vladivostok).

The Japanese marginal sea is a seismically active vortex structure that has developed mainly in the Miocene–Pliocene. The Neogene–Quaternary alkali-basalt formation, developed there, promising to non-traditional indigenous manifestations of diamonds, similar to the diamondiferous lamproites of Western Australia. As a result of rising of rotating magma diaper, alkaline basalts could transport mantle diamond inclusions. In connection with vent facies of the Neogene alkali-basalt formation in the Sea of Japan in the Precambrian blocks the discovery of diamondiferous placers is projected.

Key words: Japanese marginal sea, vortex structure, mantle diaper, alkaline basaltoids, diamonds.

Введение

Япономорская сейсмоактивная вихревая структура (ЯМ) размещена в Западно-Тихоокеанской транзитной зоне континент–океан, которая имеет исключительно сложное геологическое строение. В ее пределах происходит торцовое сочленение в различной степени тектонически переработанных докембрийских платформенных блоков и сравнительно молодых структур Тихоокеанского подвижного пояса [18]. Свообразие стиля тектоники зоны перехода от Тихого океана к Азиатскому материку заключается в многократной активизации ее структурно-формационных зон и формировании системы

*ИЗОСОВ Леонид Александрович – доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, ЛИ Наталья Сергеевна – ведущий инженер (Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, Владивосток), ЧУПРЫНИН Владимир Иванович – доктор географических наук, кандидат физико-математических наук. *E-mail: donkifa@mail.ru

Работа проводилась по Программе фундаментальных научных исследований ТОИ ДВО РАН (тема № 0271-2016-0007, № гос. регистрации АААА-А17-117030110033-0) при финансовой поддержке Комплексной программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» (проект № 18-1-008).

окраинных морей. В пределах последних различия в сейсмическом, гравитационном, тепловом и других полях позволяют выделить континентальный, субконтинентальный и субокеанический типы коры [1]. Континентальный тип коры, мощность которого уменьшается по направлению к морю от 31–36 км до 23–26 км, развит в прибрежных районах, на шельфах и в верхних частях материкового и островных склонов. Субконтинентальный тип коры (16–24 км) подразделяется на два подтипа: первый типичен для нижних частей материковых и островных склонов, крупных подводных возвышенностей, отделенных от шельфа впадинами; второй характерен для глубоководных трогов и котловин. Субокеанический тип коры распространен в Центральной и Цусимской котловинах Японского моря, мощность осадочного чехла в них колеблется от 6,5 до 8,5 м, вулканогенно-осадочного – от 2,0 до 3,0 км, а «базальтового» (океанического) составляет около 9 км.

Генеральные структурные элементы транзитной зоны континент–океан обычно разделены глубинными разломами, а в акваториях также – глубоководными котловинами и трогами. Образование окраинных морей Тихого океана обусловлено крупномасштабной деструкцией докембрийской континентальной коры, которая в Япономорском регионе происходила в конце позднего мела – палеогена. Как полагал И.И. Берснев [2], этот процесс, вероятно, связан с внедрением мантийных диапиров, которые при подъеме испытывали осевое вращение. При этом максимальный подъем диапиров вызывал растяжение коры, разрыв «гранитного» слоя и заложение рифтогенных структур; а охлаждение астеносферного вещества в них явилось причиной сжатия и общего погружения дна формирующихся морских бассейнов. Неглубокое залегание мантийного вещества, которое многократно подвергалось тектонической активизации, обусловило интенсивное развитие в Япономорском регионе разновозрастного базит-гипербазитового магматизма [3–7, 9, 15–17].

В свое время нами [9] была поставлена проблема алмазоносности Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент–океан и, в частности, ее Япономорского звена. Целью статьи является развитие этих представлений, основанных на полученных в последние годы новых геолого-геофизических данных по ЯМ. Особый интерес, как полагают авторы, вызывает установление связей потенциально алмазоносной неоген-четвертичной щелочно-базальтоидной формации и ЯМ, обусловившей раскрытие Японского окраинного моря [7].

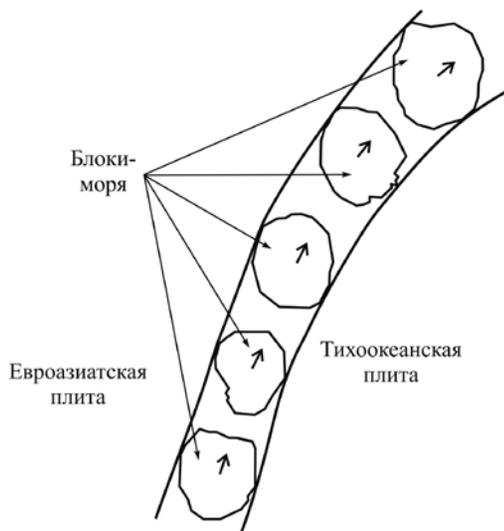


Рис. 1. Схема формирования окраинных морей Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент–океан [19]

Методика исследований и исходные данные

В процессе настоящих исследований нами применялся линейментный анализ [8, 19], а также использованы хорошо известные представления Н.С. Шатского [20], на которых базируется выделение геологических формаций. Большинство исследователей, вслед за Н.С. Шатским, геологическая формация рассматривается как выделенное эмпирически сообщество ассоциаций горных пород и сопутствующих им минеральных образований, парагенетически связанных друг с другом как в вертикальном, так и в латеральном направлениях, и образованное в определенной тектонической обстановке. То есть понятие парагенеза служит базовым в учении о геологических формациях, которое

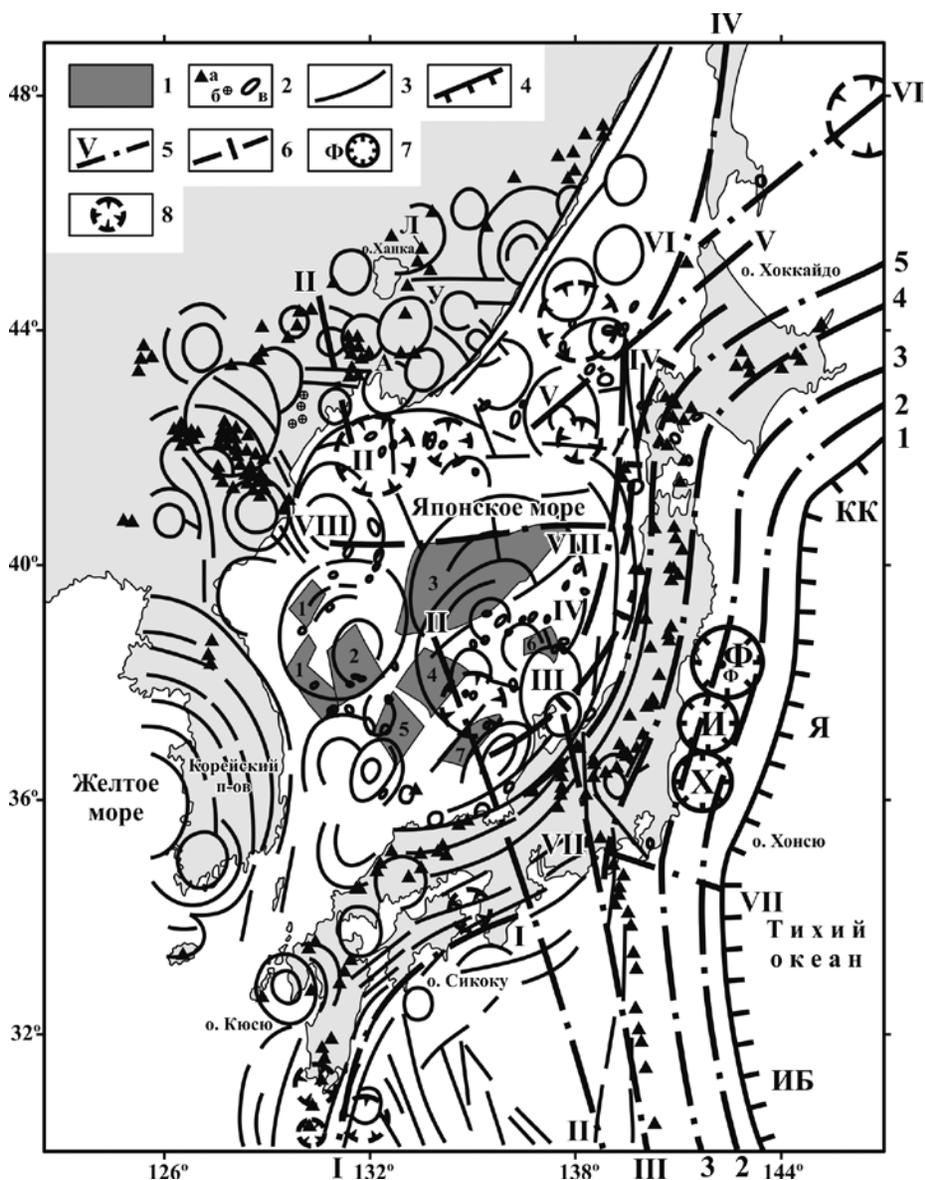


Рис. 2. Япономорская потенциально алмазоносная вихревая структура. 1 – континентальные блоки Япономорской впадины с архейско-раннепротерозойским фундаментом [9]: Восточно-Корейский (1), Криштофовича (2), Ямато (3), Кита-Оки (4), Западный Оки (5), Хакусан (6), Восточный Оки (7); 2 – неоген-четвертичная щелочно-базальтоидная формация: а – вулканы континентального и островного обрамления Японского моря: У – Уссурийская группа, А – Артемовская группа, Л – Лесозаводская трубка взрыва; б – интрузивные массивы, в – вулканические постройки Япономорской впадины; 3 – линейменты, выделенные по данным космической альтиметрии [8]; 4 – глубоководные желоба: Курило-Камчатский (КК), Японский (Я), Идзу-Бонинский (ИБ); 5 – сейсмолинейменты первого порядка: I – Нансей – Мацуэ; II – Западный Нампо – Хасан; III – Центральный Нампо – Итоигава-Шизуока; IV – Западный Хонсю – Западный Сахалин; V – Вакканай; VI – Лаперуза; VII – Нодзима; VIII – Центрально-Япономорский; линейменты, входящие в систему: Курило-Камчатского и Японского желобов (1–5), Идзу-Бонинского желоба (1–3); 6 – сейсмолинейменты второго порядка; 7 – сейсмические «кольца» [10], выделенные уверенно: Фукусима (Ф), Иваки (И), Хитати (Х); 8 – сейсмические «кольца» предполагаемые

было в значительной мере расширено и детализировано Ю.А. Кузнецовым, Е.К. Устиевым, Н.П. Херасковым, Ю.А. Косыгиным, Т.Н. Херасковой и др.

Японское окраинное море вместе с его континентальным и островным обрамлением выделяется как сейсмоактивная вихревая структура [10, 11], сформировавшаяся в зоне вращательного сдвига в результате бокового взаимодействия Евроазиатской и Тихоокеанской литосферных плит (рис. 1) [8, 11, 19]. Раскрытие Японского моря происходило преимущественно в миоцене–плиоцене и сопровождалось интенсивным базальтовым магматизмом вплоть до голоцена [5, 6, 9].

В ЯМ нами выделена [9] потенциально алмазоносная неоген-четвертичная щелочно-базальтоидная формация, включающая жерловые фации неогеновых щелочных базальтоидов с глубинными ксенолитами гипербазитов. Она образует обширные вулканические поля в Приморье, Корее, Северо-Восточном Китае, Японии и Япономорской впадине (рис. 2).

Эксплозивные тела щелочных базальтов входят в большое семейство нетрадиционных коренных проявлений алмазов [12]. Поэтому авторы поставили перед собой задачу рассмотреть данную проблему, учитывая специфическую (вихревую) геодинамическую обстановку формирования ЯМ.

Результаты и их обсуждение

В последнее десятилетие авторами опубликованы статьи, посвященные фундаментальной проблеме происхождения западно-тихоокеанских окраинных морей [7, 8, 10, 11, 19], сформировавшихся в результате сдвига скорости между двумя литосферными плитами – Евроазиатской и Тихоокеанской. Данный вариант модели взаимодействия тектонических плит позволяет непротиворечиво рассмотреть некоторые аспекты мобилизма и фиксизма в геотектонике, в частности проблему соотношения горизонтальных и вертикальных тектонических движений.

При становлении ЯМ главное значение имели следующие взаимосвязанные факторы: 1) вращение Тихоокеанской литосферной плиты и формирование зоны сдвига между ней и Евроазиатским континентом; 2) образование вращающейся Япономорской зоны субдукции, 3) «всплывание» астеносферного диапира, обусловившего раскрытие Японского окраинного моря; 4) становление мантийного уровня сейсмической активности, где развиты разломы регматической сети, которые тоже испытывали на себе динамическое воздействие субдуцирующей Тихоокеанской плиты.

В известных работах В.П. Уткина и ряда других исследователей формирование западно-тихоокеанских окраинных морей связывается с развитием Восточно-Азиатской глобальной левосдвиговой зоны, к завершающему этапу развития которой (палеоген–неоген) и приурочено формирование окраинных морей ромбовидной формы, имеющих раздвиговую природу. Вопросы вращения окраинных морей в этих работах не поднимались.

В результате совместного анализа геолого-геофизических, морфоструктурных и сейсмологических данных в Япономорском регионе впервые были намечены региональные сейсмоактивные вихревые и разломные структуры, а также «сейсмические кольца», отвечающие выходам современных базальтов.

Определен формационный состав кайнозойских образований зал. Петра Великого и его побережья, которые являются индикаторами приконтинентальной части полигенной Япономорской зоны перехода континент–океан. Они отражают мощный этап деструкции континентальной коры с преобразованием ее в окраинноморскую (гималайские движения). При этом впервые выделена потенциально алмазоносная шуфанская позднемиоценовая-плиоценовая формация.

Пристальный интерес рассматриваемая щелочно-базальтоидная формация стала вызывать после открытия в Западной Австралии юрских и миоценовых трубок алмазоносных лампроитов (лейцитовых лампрофиров) и кимберлитоподобных пород, с которыми

могут быть сравнены [13] близкие им по возрасту лейцитовые анкаратриты и анкаратрит-пикриты Лесозаводской трубки взрыва Приморья [4]. Как известно, лампроиты представлены многочисленными петрографическими разновидностями ультракалийевых, богатых магнием мафических гипабиссальных, пирокластических и эффузивных пород.

Существует генетическая связь между щелочными базальтоидами и кимберлитами, которая была впервые намечена Г.М. Гапеевой [4] в Приморье. По В.Г. Кушеву и А.Е. Тюленеву [13], развивших эти представления, кимберлиты, проявившиеся в платформенных областях, являются типичной разновидностью лампрофировальнеит-мончикитового ряда и генетически связаны с щелочными базальтоидами. В самом деле, кимберлиты относятся к семейству щелочных пикритов, которые постепенно переходят в семейство пикритов нормального ряда, а те, в свою очередь, в пикробазальты.

В Приморье неоген-четвертичные вулканы плащеобразно покрывают кристаллические блоки или формируют многочисленные эруптивные центры и по типу относятся к платобазальтам (траппам). К рассматриваемой формации относятся щелочные базальтоиды базанитовой серии, излияния которых происходили в рифтогенных зонах в процессе неогеновой активизации Ханкайского кристаллического массива [9]. Они образуют в различной степени денудированные вулканические постройки (экструзии, трубки взрыва и дайки), которые размещены в бортах кайнозойских угленосных депрессий.

По минеральному составу среди пород данной формации могут быть выделены: лимбургиты (оливин, титан-авгит, вулканическое стекло, рудные минералы), лейцитовые анкаратриты лимбургитовой фации (присутствует лейцит – 3–13 %), пикриты, анкаратрит-пикриты (фенокристы оливина, моноклинный и ромбический пироксен, шпинель; основная масса – титан-авгит, нефелин, оливин, рудные минералы), анкаратриты (присутствует нефелин – 13–18 %), нефелиновые базаниты (переходная разность между нефелиновыми базальтами и трахидолеритами), нефелиновые базальты, трахидолериты (титан-авгит, плагиоклаз, калиевый полевой шпат, рудные минералы, апатит и анальцит), эссексит-долериты (содержат калиевый полевой шпат – до 20 % и эгирин-авгит – до 3 %). При этом лимбургиты, лейцитовые лимбургиты и пикриты присутствуют в виде обломков в эруптивных брекчиях, а пикриты еще и как меланократовые обособления в базальтоидах. Анкаратрит-пикриты, анкаратриты, нефелиновые базальты и трахидолериты зачастую связаны между собой постепенными переходами.

В общем для платформенной стадии развития Ханкайского массива характерны трещинные излияния толеитовых базальтов, сформировавших такие крупные вулканические плато, как Борисовское и Шкотовское на юге Приморья [9]. Щелочные базальтоиды прорывают докембрийские породы и залегающие на них более молодые отложения (до плиоцена) и, таким образом, сформировались позднее платобазальтов.

Наибольшее количество трубок взрыва щелочных базальтоидов концентрируется в верхнем течении р. Уссури. Именно здесь Г.М. Гапеевой [4], исследовавшей Лесозаводскую трубку взрыва, впервые был поставлен вопрос о потенциальной алмазности жерловых фаций неогеновых щелочных базальтоидов, представляющих, по ее мнению, кимберлитоподобные брекчии. Однако впоследствии Г.М. Гапеева [3] пришла к выводу, что данная эруптивная брекчия по составу обломков отвечает лимбургиту и калиевому трахибазальту. Вообще же для рассматриваемых брекчий были установлены весьма интересные характерные особенности: 1) щелочной состав базитов, 2) наличие ксенолитов лерцолитов с ксенокристаллами оливина, хромдиоксида и высокохромистой шпинели. По ряду петрохимических параметров они отличаются от кимберлитов Южной Африки повышенными содержаниями SiO_2 , более высокими – TiO_2 и K_2O и несколько меньшими – MgO . В то же время, по данным В.Г. Кушева и А.Е. Тюленева [13], лейцитовые анкаратриты и анкаратрит-пикриты г. Лесозаводск могут быть сравнены с лампрофирами и лейцитовыми кимберлитоидами плато Кимберли Западной Австралии, с которыми они близки по возрасту. Глубинные включения в жерловых фациях рассматриваемых базальтоидов

отвечают лерцолитовому парагенезису перидотитового типа, а верхняя мантия в данном регионе относится к эклогит-пироп-перидотитовому подтипу [13].

Весьма интересными в отношении потенциальной алмазонасности являются описанные А.Т. Октябрьским [16, 17] в кайнозойских депрессиях Артемовского района лейцитовые разности щелочных базальтоидов, родственные лампроитам [9]. Ими сложены разнообразнейшие силлы, дайки, лакколлиты и штоки, выходы которых достигают по площади 2–4 км². А.Т. Октябрьский описал в свое время лейцититы, угловиты (щелочной полевой шпат, титан-авгит, эгирин-авгит, оливин, цеолит, титаномагнетит, апатит), трахидолериты, шошонитовые абсарокиты (фенокристы – оливин, псевдолейцит; основная масса – щелочной полевой шпат, моноклинный пироксен оливин, псевдолейцит, титаномагнетит, апатит), псевдолейцитовые породы – фергуситы (биотит, санидин, анортоклаз, анальцит, псевдолейцит, оливин, титан-авгит, эгирин-авгит). Как полагал А.Т. Октябрьский, щелочные базальтоиды Артемовской и Угловской впадин являются продуктами глубинной дифференциации в магматическом очаге. Характерно, что при кристаллизации магмы в гипабиссальных условиях вместо лейцита, который в данном случае является неустойчивым, выделяется калинатровый полевой шпат; лейцит сохраняется лишь в небольших жилах. В этом магматическом комплексе привлекают внимание лейцититы – с точки зрения возможного выявления среди них пород, родственных лампроитам.

На Корейском полуострове ареалы щелочно-базальтоидной формации также приурочены к кайнозойским угленосным впадинам, где она образует и обширные вулканические плато неоген-четвертичного возраста [9]. Здесь С.С. Зиминым [15] описаны неогеновые сиенит-кринанитовый и щелочно-трахитовый комплексы, отнесенные к габброидной щелочной формации. По представлениям С.С. Зимина, при излиянии неогеновых вулканитов имели место процессы фракционной дифференциации основной магмы, когда в камере кристаллизовались базиты, мало отличающиеся друг от друга по составу. В дальнейшем после кристаллизации и значительного остывания интрузива формировался остаточный расплав, богатый щелочами и водой.

В Кильчжу-Менчхонской впадине и в пределах четвертичного базальтового плато Чанбайшань развит щелочно-трахитовый комплекс. Имея в виду тесную пространственную и временную связь щелочных трахитов и базальтов плато Чанбайшань, С.С. Зимин [15] рассматривает названные породы как генетически близкие образования, т.е., возможно, щелочные трахиты представляют собой жерловую фацию щелочно-базальтоидной формации [9].

В Северо-Восточном Китае известны многочисленные вулканические центры, сложенные миоцен-раннечетвертичными щелочными базальтоидами натриевой линии [9]. Их излияния происходили пульсационно в течение неоген-четвертичного времени. По данным китайских геологов-съемщиков, кайнозойские магматиты провинции Цилинь представлены оливиновыми базальтами, базальтами, базальтовыми вулканическими брекчиями, агломератовыми туфами и др.

Все кайнозойские базальтоиды этого региона являются натриевыми, представляя серии: 1) щелочных базальтов-трахитов, 2) высокоглиноземистых базальтов, 3) толеитовую. На диаграмме Куно большая часть кайнозойских вулканитов «попадает» в поле щелочных пород, к известково-щелочным разностям относится некоторая часть миоцен-позднечетвертичных базальтоидов, и толеиты представлены, за исключением одного образца позднечетвертичного возраста, миоценовыми магматитами. По мнению китайских геологов, кайнозойские базальтоиды происходят из верхней мантии, судя по присутствию в них многочисленных глубинных ксенолитов ультраосновных пород. Примечательно, что мантийные включения в базальтах отличаются высокими содержаниями MgO (до 50,20–51,36 %), иногда повышенными – K₂O (до 0,15–0,25 %).

На Японских островах неоген-четвертичный базальтоидный вулканизм проявлен весьма широко и тяготеет к так называемой области зеленых туфов, которая охватывает северо-восточную часть о-ва Хоккайдо (Курильско-Хоккайдская островная дуга),

Северо-Восточную и Юго-Западную японские дуги на о-ве Хонсю и островные дуги Рюкю и Идзу-Марианскую [5, 9]. Вулканическая деятельность здесь особенно интенсивно развивалась в раннем неогене и в четвертичное время. При этом в самом раннем миоцене были сильно переработаны древние структуры региона и заложены некоторые островодужные элементы тектоники.

Состав вулканитов в области зеленых туфов, которые являются субмаринными образованиями, эволюционировал в раннем миоцене от базальтоидного до андезитового при значительном господстве последнего. В это время сформировались мощные (до 10 000 м) вулканогенные толщи. Лавы, туфы, туфобрекчии и агломераты были сильно пропильтизированы и в результате этого приобрели характерный зеленый цвет. В среднем миоцене довольно интенсивно проявился кислый подводный вулканизм, и, наконец, в позднем миоцене неогеновая вулканогенно-осадочная толща была интродуцирована множеством долеритовых силлов. Все районы, где интенсивно протекал миоценовый магматизм, в четвертичный период оказались ареной бурного развития вулканической деятельности, которая продолжается до настоящего времени.

Весьма примечательно, что среди раннемиоценовых вулканитов, представляющих в основном известково-щелочную серию, нередко встречаются щелочные разности. В районе северо-восточного Хонсю известны покровы трахиандезитов, а на островах Гото и Кюсю (дуга Рюкю) широко распространены платобазальты, с которыми связаны щелочные породы. Кроме того, в регионе Фосса-Магна [5] развиты щелочные оливиновые базальты, трахиты и щелочные оливиновые долериты, образующие небольшие тела.

Благодаря исследованиям Х. Куно [5] четвертичного вулканизма Японских островов выявлено закономерное латеральное изменение типа базальтовой магмы, связанное с разными глубинами формирования расплавов. Так, зона щелочных оливиновых базальтов последовательно сменяется с запада на восток зонами высокоглиноземистых и толеитовых базальтов. С названными типами базальтов ассоциируются андезиты, дациты, муджиериты, трахиандезиты, трахиты и трахириолиты. Наиболее низкие содержания щелочей характерны для толеитовой зоны, а наиболее высокие – для зоны щелочных оливиновых базальтов. Высокоглиноземистые базальты по этому признаку являются промежуточными по составу.

В пределах Японских островов установлено более 180 четвертичных вулканов, которые расположены вдоль разломов, разделяющих внешние и внутренние тектонические пояса островных дуг, и составляют часть так называемого Тихоокеанского огненного кольца. Вулканы, расположенные на внешних и внутренних сторонах дуг, значительно отличаются друг от друга: первые образованы серией пироксеновых базальтов и андезитобазальтов, которые бедны щелочами и богаты CaO и FeO; вторые сложены серией базальт-андезит-дацит-риолитового ряда и богаты щелочами и MgO. Большинство японских четвертичных вулканов относятся к типичным коническим стратовулканам, сформировавшимся в результате мощных эксплозий; щитовидные вулканы здесь встречаются весьма редко.

Общепринятым [5] является расчленение четвертичных магматитов Японии на четыре петрохимические серии: 1) толеитовую, 2) щелочную, 3) высокоглиноземистую и 4) известково-щелочную. Считается, что первые три серии произошли из родоначальных магм, последняя же, по-видимому, образовалась в результате контаминации родоначальными магмами гранитоидов и осадочных пород, а также в связи с процессами гибридизации при взаимодействии расплавов различного типа. Надо заметить, что представители щелочной и высокоглиноземистых серий встречаются в данном регионе довольно редко. Щелочные базальтоиды Японских островов сходны по химизму с неогеновыми вулканитами, выполняющими трубки взрыва и слагающими субвулканы в пределах Ханкайского массива Приморья [5, 9].

По мнению Х. Куно, различные типы базальтовых магм формируются в результате частичного плавления мантийного перидотита независимо друг от друга на различных глубинах. Этот исследователь предполагает, что при низком давлении (глубина 50 км)

выплавляются толеиты, при высоком (глубина порядка 200 км) – щелочная оливиновая базальтовая магма, при промежуточном – высокоглиноземистая. Щелочные оливиновые базальтовые магмы зарождаются на больших глубинах, чем толеитовые, при одном и том же исходном материале, когда происходит частичное плавление гранатового перидотита ниже поверхности Мохоровичича.

Итак, на Японских островах среди продуктов неоген-четвертичного вулканизма присутствуют характерные щелочные породы, которые сходны с вулканитами жерловых фаций, широко развитых в пределах кристаллических блоков в Приморье, Корее и Северо-Восточном Китае. Не исключено, а, напротив, более вероятно, что в этих регионах среди них могут быть выявлены кимберлитовые и лампроитоподобные разновидности.

В Япономорской впадине в результате многолетних исследований сотрудников Тихоокеанского океанологического института выявлены обширные по площади ареалы кайнозойских базальтов [6]. С рассматриваемой формацией могут быть сопоставлены [9] образования щелочно-базальтоидных позднемиоценового–плиоценового и частично плиоцен-голоценового комплексов.

Проявления плиоцен-голоценового калиевого щелочного базальтоидного вулканизма приурочены к жестким блокам, относящимся к Сино-Корейскому щиту, и локализованы вдоль одной линии, которая, возможно, соответствует мощной зоне разломов. Кайнозойские базальтоиды Япономорской котловины имеют сиалическую геохимическую специализацию, это обусловлено заложением данной структуры на окраине Азиатского континента.

Для классификации формационной принадлежности неогеновых базальтоидов ЯМ Ю.И. Коноваловым использовался метод главных компонент [9]. Судя по петрохимическим данным, на диаграммах $\text{CaO} - \text{MgO} - \text{FeO}$ и $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{FeO}$ щелочные базальты попадают в кимберлитовые поля. К наиболее перспективной на алмазы стандартной лампроитовой формации отнесены вулканы щелочно-базальтоидной формации Уссурийской и Артемовской групп, которые характеризуются самыми высокими в данной формации содержаниями Ti, Ca, P и обнаруживают большое сходство с базальтоидами Сибирской и других древних платформ.

Имеются сведения [21] о контроле кимберлитового магматизма вихревыми движениями в мантии. В свое время Л.А. Изосов [9] пришел к выводу о том, что в рассматриваемом регионе известные проявления алмазов приурочены к ветвям Хинганского литосферного вихря, выделенного в 1970-е годы геологом Южно-Приморской экспедиции Ю.П. Бидюком по геоморфологическим данным.

ЯМ рассматривается нами как исключительно подвижная и проницаемая вулканотектоническая система, сформированная в результате сочетания подъема мантийного диапира [2] и вращательного сдвига [8, 10, 11, 19]. Можно предположить, что проявление диапиризма обуславливает становление трубок взрыва и вынос из мантии по этим каналам алмазов, а вращательные движения – «затягивание» их в ослабленные подвижные зоны, представленные вихревыми линеаментами. Ранее показано [14], что щелочные базальты и щелочные лампрофиры могут транспортировать алмазоносные мантийные включения из области стабильного образования алмаза на более высокие уровни по механизму вращающегося мантийного диапира.

Заключение

Японское окраинное море вместе с его континентальным и островным обрамлением представляет собой сейсмоактивную вихревую структуру, сформировавшуюся преимущественно в миоцене–плиоцене. Развитая в ней неоген-четвертичная щелочно-базальтоидная формация перспективна в отношении нетрадиционных коренных проявлений алмазов, сходных с алмазоносными лампроитами Западной Австралии. В результате

подъема вращающегося магматического диапира щелочные базальтоиды могли транспортировать мантийные алмазоносные включения.

Авторы полагают, что в связи с неогеновыми жерловыми фациями щелочно-базальтоидной формации в Японском море в докембрийских блоках возможно обнаружение алмазоносных россыпей. Особый интерес в этом отношении должны представлять прибрежно-морские продуктивные накопления, как это имеет место в Желтом море в районе Ляодунского полуострова [9].

Исходя из существующих в настоящее время главных геотектонических гипотез [8], можно прийти к выводу о том, что предлагаемый нами механизм формирования окраинных морей в целом согласуется с идеями Ю.М. Пушаровского о тектонической расслоенности литосферы, в которых ведущее значение отводится дифференцированным горизонтальным перемещениям литопластин внутри континентов и океанского ложа.

Предложенная авторами модель формирования и эволюции западно-тихоокеанских окраинных морей [8, 11, 19], по существу, не имеет аналогов. Наиболее близкими к ней являются некоторые положения известных геодинамических моделей литосферных вихрей и синсдвиговой [8], однако в первом случае возникновение вихрей не рассматривается как результат взаимодействия литосферных плит, а во втором проблемы вращения синсдвиговых и окраинно-морских бассейнов вообще не ставятся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берсенева И.И., Липкин Ю.С., Сигова К.И. Разломы котловины Японского моря // Геология дна Японского и Филиппинского морей. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 99–116.
2. Берсенева И.И., Безверхний В.Л., Леликов Е.П. Строение и развитие дна Японского моря // Геодинамические исследования. 1988. № 11. С. 60–67.
3. Гапеева Г.М. Щелочные базальтоиды Кировской возвышенности // Зап. ВМО. 1964. Ч. 93, вып. 3. С. 153–162.
4. Гапеева Г.М. Эруптивная брекчия Лесозаводска // Геология и геофизика. 1960. № 10. С. 56–63.
5. Геологическое развитие Японских островов. М.: Мир, 1968. 719 с.
6. Геология дна Японского моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. 140 с.
7. Изосов Л.А., Бессонова Е.А., Ли Н.С., Огородний А.А., Зверев С.А. Кайнозойские формации залива Петра Великого (Японское море) и его побережья: индикаторы полигенной зоны перехода континент – океан // Вулканология и сейсмология. 2015. № 5. С. 23–35.
8. Изосов Л.А., Чупрынин В.И. О механизме формирования структур центрального типа Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент – океан // Геотектоника. 2012. № 3. С. 70–91.
9. Изосов Л.А., Коновалов Ю.И., Емельянова Т.А. Проблемы геологии и алмазоносности зоны перехода континент – океан (Япономорский и Желтоморский регионы). Владивосток: Дальнаука, 2000. 326 с.
10. Изосов Л.А., Чупрынин В.И., Мельниченко Ю.И., Ли Н.С., Крамчанин К.Ю., Огородний А.А. Связь сейсмической активности с тектоническими и вулканогенными структурами Япономорского звена Западно-Тихоокеанской мегазоны перехода континент – океан // Литосфера. 2014. № 6. С. 3–21.
11. Изосов Л.А., Чупрынин В.И., Ли Н.С. Япономорская сейсмоактивная вихревая структура // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2017. № 3, вып. 35. С. 26–35.
12. Каминский Ф.В. Алмазоносность некимберлитовых изверженных пород. М.: Недра, 1984. 173 с.
13. Кушев В.Г., Тюленев А.Е. Петрохимия и закономерности размещения щелочно-базальтоидных комплексов Приморья и Приамурья // Докл. АН СССР. 1988. Т. 298, № 1. С. 170–173.
14. Лапин А.В., Толстов А.В. Алмазоносные магматические формации различных геолого-тектонических обстановок // Щелочной магматизм Земли и его рудоносность: материалы докл. Междунар. (стран СНГ) совещ. Киев, 2007. С. 143–146. – <http://geo.web.ru/conf/alkaline/2007/45.pdf> (дата обращения: 27.07.2018).
15. Магматизм и полезные ископаемые Северо-Восточной Кореи и юга Приморья. М.: Наука, 1966. 224 с.
16. Октябрьский А.Т. Изверженные породы горы Перевальной в Южном Приморье // Тр. Дальневост. политехн. ин-та. 1959. Т. 54, вып. 1. С. 68–74.
17. Октябрьский А.Т. Щелочные лейцитовые (псевдолейцитовые) и другие породы Артемо-Угловского бассейна в Южном Приморье: автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Владивосток: ДВФ АН СССР, 1954. 28 с.
18. Смирнов А.М. Сочленение Китайской платформы с Тихоокеанским складчатым поясом. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 157 с.
19. Чупрынин В.И., Изосов Л.А. Модель формирования краевых морей Западной части Тихого океана // Докл. АН. 2017. Т. 472, № 1. С. 68–71.
20. Шатский Н.С. Фации и формации // Избр. труды. Т. 4. М.: Наука, 1965. С. 219–232.
21. Шевалье Л. Распределение и тектоника меловых кимберлитов Южной Африки: приложение для динамики мантии // Геология и геофизика. 1977. Т. 38, № 1. С. 477–485.