

ISSN 2221-3198

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА ЮГА РОССИИ

№ 4 / 2017



УДК 549.211:550.834

DOI: 10.23671/VNC.2017.4.9527

СЕЙСМИЧЕСКАЯ ТОМОГРАФИЯ: О ГЕНЕЗИСЕ АЛМАЗОНОСНЫХ ТРУБОК

© 2017 А. В. Николаев¹, член-корр. РАН, д.ф.-м.н., проф., В. И. Французова²,
к.ф.-м.н.

¹ФГБУН Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта, Россия, 123995, Москва, ул.
Б. Грузинская, 10, e-mail: nikavs1@gmail.com;

²ФГБУН Институт экологических проблем Севера Уральского отделения
Российской академии наук, Россия, 163000, Архангельск, Набережная Северной
Двины, 23, e-mail: franzusova@gmail.com

Проведены исследования строения литосферы Севера Европейской части России методом эмиссионной сейсмической томографии ММЗ, использующим микросейсмы, регистрируемые на поверхности. Полученные сейсмические разрезы показывают субвертикальную неоднородность участков литосферы, на которых отчетливо видны кимберлитовые трубки. Исследованы сравнительные морфологические особенности четырех трубок Архангельской области. Эти результаты сопоставлены с данными по другим кимберлитовым трубкам, обсуждается проблема их эндогенного происхождения. Геологическая интерпретация генезиса и эволюции трубок противоречива, их модели разнообразны. На основании новых результатов томографических исследований субвертикальных неоднородностей систематизированы данные о морфологии геологических структур. Обсуждаются проблемы алмазных месторождений, связанных с импактными структурами, образованными ударами астероидов. Высказаны гипотезы, примиряющие противоречивые точки зрения, включающие новые представления о механизмах эволюции геологического вещества, минерагении, трансмутации элементов, участие холодного ядерного синтеза, образования и роста кристаллов алмазов. Описаны парадоксы, связанные с нематериальными дистанционными воздействиями на теллурические процессы и их возможное участие в минералообразовании. Обсуждаются аналогия эволюции кимберлитовых трубок. Предложены направления дальнейших исследований субвертикальных неоднородностей земной коры.

Ключевые слова: томография, метод микросейсмического зондирования, субвертикальные неоднородности, кимберлиты, алмазы, минерагения, трансмутация, холодный ядерный синтез, астроблемы.

Предисловие

В настоящее время происходит быстрое изменение естественнонаучного мировоззрения физики, химии, геологии. Экспериментальные результаты последних десятилетий в корне изменяют существующие представления о процессах, управляющих эволюцией вещества. Ключевыми словами нового естествознания стали трансмутация элементов и минералов, холодный ядерный синтез (ХЯС) – lowenergy nucleation (LENR), нематериальные физические поля. В эти процессы включена косная природа и живая.

Много очевидных свидетельств этому являет геология. Очевидны парадоксы геологической эволюции, несостоятельность геологического принципа актуализма. Одним из проявлений геологических противоречий является проблема субвертикальных неоднородностей коры и мантии и связанные с ней вопросы их генезиса, образования кимберлитовых трубок, их эволюции, возникновения алмазов и сопутствующих минералов.

Методы сейсмической томографии, сейсмического мониторинга позволили увидеть новые черты строения коры и верхней мантии. Это резко усилило наше «геофизическое зрение» и породило новые вопросы, на которые пока нет четких ответов. Это заставляет нас пользоваться эвристическими методами, опирающимися на опыт и интуицию исследователей, методы отдаленных аналогий, составлением неоднозначных результатов-сценариев.

Наша техническая и идеологическая переориентация должна заключаться в признании и развитии нового геофизического инструмента – сейсмической томографии на основе микросейсм и свободе от табу, запрещавших трансмутацию элементов явления дистанционного воздействия внешних необратимых процессов на состояние вещества сложных систем, вплоть до изменений вещества и протекающих в нем явлений [Козырев, 1991].

Существующие представления о строении литосферы, геотомография

Существующие представления о строении литосферы получены по данным геофизики, главным образом с использованием сейсмического метода – сейсморазведки, глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), обменных волн землетрясений (МОВЗ), ориентированных на выявление субгоризонтальных неоднородностей, изучение слоистых сред.

Большинство алгоритмов интерпретации основаны на уточнении слоисто-однородной модели с однородно-блоковыми слоями и выявляют, хорошо выраженные, геологические неоднородности. При этом достигается грубая аппроксимация геологической среды, удовлетворяющая геологов на начальной стадии исследований, когда прорисовываются главные контуры крупных геологических структур. Вместе с тем методы поверхностных сейсмических и геофизических наблюдений, магнитного, электрического, гравитационного не всегда обнаруживают присутствия субвертикальных геологических тел, кимберлитовых трубок.

Методы геотомографии развивались применительно к изучению сложностроенных сред. Наше изучение структуры литосферы основывается на результатах исследований методом сейсмической томографии, изучения пространственной неоднородности упругих свойств среды, геологических объектов сложной формы – зон разломов, инклюзий, на которых происходит дифракция, рассеяние, нелинейные искажения формы сейсмических волн. Методы сейсмической томографии развиты в последние десятилетия и применяются, главным образом, для практических задач геофизической разведки полезных ископаемых [Николаев, 1997]. Особенно эффективным по своим разведочным возможностям является метод микросейсмических землетрясений, использующий рассеянные волны Релея (ММЗ) [Горбатилов, 2006]. Этот метод применен в различных геологических условиях и позволил впервые увидеть субвертикальные геологические неоднородности там, где традиционные методы структурной сейсмологии не могли их обнаружить [Горбатилов, Цуканов, 2011; Горбатилов и др., 2009].

Существующие представления о кимберлитовых трубках

Кимберлитовые алмазоносные трубки и пространственные закономерности геологических условий их образования характеризуются устойчивыми морфологическими особенностями, типовые черты которых проявляются схожим образом

в различных геологических регионах – в южной Якутии, Архангельской области, Африке, Австралии, Индии.

Традиционно считается, что кимберлитовая трубка это субвертикальная магматическая структура, проникающая глубоко в литосферу на глубину 150-200 км и более, минеральный состав тела трубки – кимберлит, метаморфизованный обломочный материал, первоначально магматический, подвергшийся метасоматическим изменениям.

Алмазоносная трубка расширяется у поверхности земли и образует кольцевую структуру поперечником несколько сотен метров – километры. Таким образом, кимберлитовое тело имеет форму бокала, длинная ножка которого уходит глубоко в литосферу.

Алмазы образуются на глубине около 150 км и больше, температура 1300-1500°, давление 30-50 кбар.

В минерации кимберлита существенная роль принадлежит воде, подземным водам; алмазоносные трубки приурочены к рекам, озерам, морям.

Представления о строении кимберлитовых трубок основаны на данных полевой геологии, геофизики, бурения в их верхней части, а данные о больших глубинах – по данным геофизической разведки.

Все существующие трубки расположены на платформенных участках, геологических щитах, характеризующихся большой мощностью земной коры, сравнительно низкой сейсмической активностью.

Особенно интересны результаты исследований ММЗ в Архангельской области, где обнаружены алмазоносные трубки, исследованы их морфологические особенности, неизвестные ранее [Французова, Данилов, 2016а, б]. Это дает возможность существенно дополнить представления о генезисе алмазоносных трубок в Архангельской алмазоносной провинции и в других географических областях, имея в виду подобие закономерностей, установленных в разных районах мира.

Особый интерес представляет сама воронка взрыва, ее форма, текстура кимберлитов, их алмазоносность. В основе настоящей статьи материалы наших исследований по сейсмотомографии ММЗ, их геолого-геофизическая интерпретация с позиций эвристического метода, не отягощенного многими существующими представлениями о природе вещей, дополненного современными знаниями о процессах минерации, трансмутации элементов и ХЯС, остающимися пока в тени многих исследований. Такой подход связан с риском получения искаженных представлений о природе вещей, но зато – перспектива получения новых знаний, идей, шаг в неизвестное.

Существующие представления об алмазоносных трубках и гипотезы

Многие геологи считают, что кимберлитовая трубка – структура взрыва. По этим данным трубка похожа на сравнительно длинную рюмку, уходящую ножкой глубоко в мантию. Эта геологическая гипотеза, основанная на анализе данных минералогического состава кимберлитов, геологической породы заполнения трубки и воронкообразного, кольцевого характера ее приповерхностной части. Исследование трубки им. М. В. Ломоносова методом ММЗ, показало, что ее верхняя расширенная часть имеет глубину около 1 км, сама трубка имеет форму, соответствующую скорее «столбу обрушения», образуемому в карстовых областях и при подземных

ядерных взрывах, чем взрыву на выброс с образованием взрывной воронки [Французова, Данилов, 2016а]. Верхняя часть трубок сформирована без взрыва, тектоническим путем, образованием трещин отрыва, нарушениями сплошности среды, возможно, минерагении, трансмутациями геологического вещества, постепенным расширением зоны трещиноватости и ее приобщением к кимберлитовой трубке.

Алмазоносные трубки существенно отличаются от вулканических структур эксплозивного генезиса. Вулканический взрыв происходит у поверхности, сопровождается выбросом вещества, изливающаяся лава, пепел образуют вулканический конус. Питающая магматическая камера находится сравнительно неглубоко, десять-двадцать км. Правда, сама она соединяется, видимо, каналом с мантией, здесь следуем гипотезе геологов, геофизическими методами это пока не доказано.

При неглубоких подземных ядерных взрывах тоже образуется воронка. Сейчас ядерные взрывы на выброс запрещены, но даже если сразу после взрыва на поверхности отсутствуют изменения рельефа и утечка радиоактивных эманаций не происходит, то с течением времени над камерой взрыва на поверхности образуется провальная структура, благодаря тому, что к дневной поверхности подходит столб обрушения, который с течением времени расширяется. Образование взрывных структур происходит за первые десятки лет, а образование алмазоносных трубок – за миллионы лет.

Эволюция кимберлитовых трубок

Обычно образование и эволюция каналов, выносящих на поверхность воду, газ, связанных с газовыми и водяными эманациями – дегидратацией и дегазацией, минеральными превращениями и транспортом вещества, сопровождается процессами метасоматоза, минерального замещения, идущим снизу вверх, из глубин к поверхности. Предполагается, что это сопряжено с выдавливанием вещества к поверхности, своего рода перистальтикой, перистальтическими волнами. Качественные модели этого геологического процесса не рассматривают сопровождающих явлений – звука и геохимических изменений газов и воды, выходящих на поверхность.

Таким образом, образование и эволюция субвертикальных каналов – кимберлитовых трубок, даек, жил, через которые происходит транспорт вещества, возможно не только в результате силового выдавливания, но и благодаря процессу просачивания эманаций, своего рода перколяции. Этот процесс не магматический, связан со структурой вещества, его проницаемостью. В процессе метасоматоза возможен транспорт и вынос вещества, эта разгрузка и уменьшение напряжений сопровождается развитием трещиноватости, что поддерживает дальнейшее расширение канала.

Среда повышенной проницаемости характеризуется сравнительно низкими скоростями сейсмических волн, продольных и поперечных, которая может контролироваться сейсмическим мониторингом. Видимо, аномалии скоростей поперечных волн выражены сильнее, чем продольных, такое предположение основано на том, что тензочувствительность поперечных волн в горных породах выше, чем волн продольных [Николаев, 1987].

Пространственное распределение кимберлитовых трубок

Пространственное распределение кимберлитовых трубок характеризуется несколькими закономерностями. Трубки находятся, как правило, в платформенных областях, на щитах, границах тектонически малоактивных блоков, в районах невы-

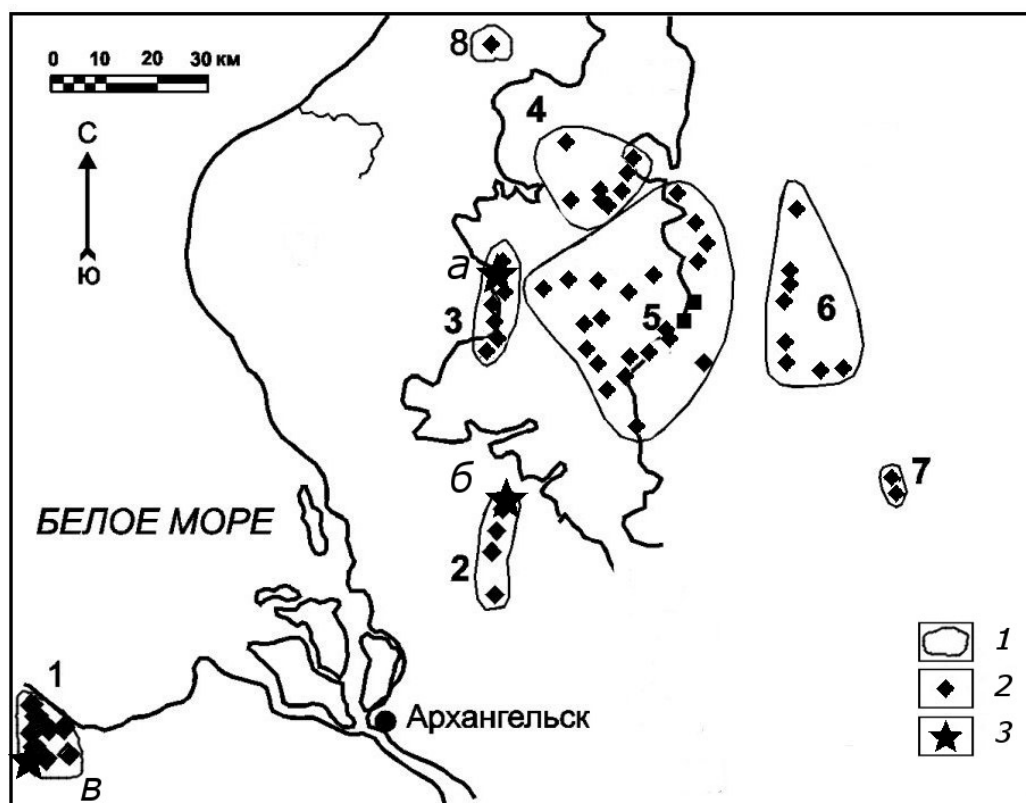


Рис. 1. Схема размещения магматических пород ААП [Еременко, Ненахов, 1987], доработанная. 1 – кимберлитовые поля (1 – Ненокское, 2 – Ижмозёрское, 3 – Золотицкое, 4 – Верхотинское, 5 – Кепинское, 6 – Турьинское, 7 – Полтинское, 8 – Мельское); 2 – трубки взрыва; 3 – трубки взрыва, исследованные методом микросейсмического зондирования (а – им. М. В. Ломоносова; б – Чидвинская; в – С10)

сокой сейсмической активности. Это исключает крупные рифтовые зоны, активные границы сочленения тектонических плит. Северо-запад Русской платформы, Архангельская область, Северный Урал, Центральная Сибирь, Якутия как раз и являются такими областями. Кимберлитовые провинции Северной Америки, Австралии, Южной Африки обладают теми же общими геологическими особенностями. Это свидетельствует о том, что возникновение кимберлитов – транспортных коридоров вещества наверх, сквозь литосферу из верхней мантии определено структурой верхней литосферы, во всяком случае, ее глобальными характеристиками, эндогенной активностью, разломной тектоникой и может быть проявлено на поверхности геоморфологическими линеаментами.

Существенным результатом томографических исследований в Архангельской алмазодонной провинции (ААП) является картирование найденных кимберлитовых трубок, обнаружение целого их кластера к северо-востоку от Архангельска, указанного на рисунке 1: это трубки им. Ломоносова, С10, Чидвинская. На рисунках 1 и 2 показаны кимберлитовые трубки и карта кровли кристаллического фундамента в районе Архангельска.

Этот рисунок показывает, как отражена на поверхности земли сложность, геологическая неоднородность больших глубин: по существу, кимберлитовые трубки проектируются практически вертикально вглубь, в литосферу, туда, где они зародились.

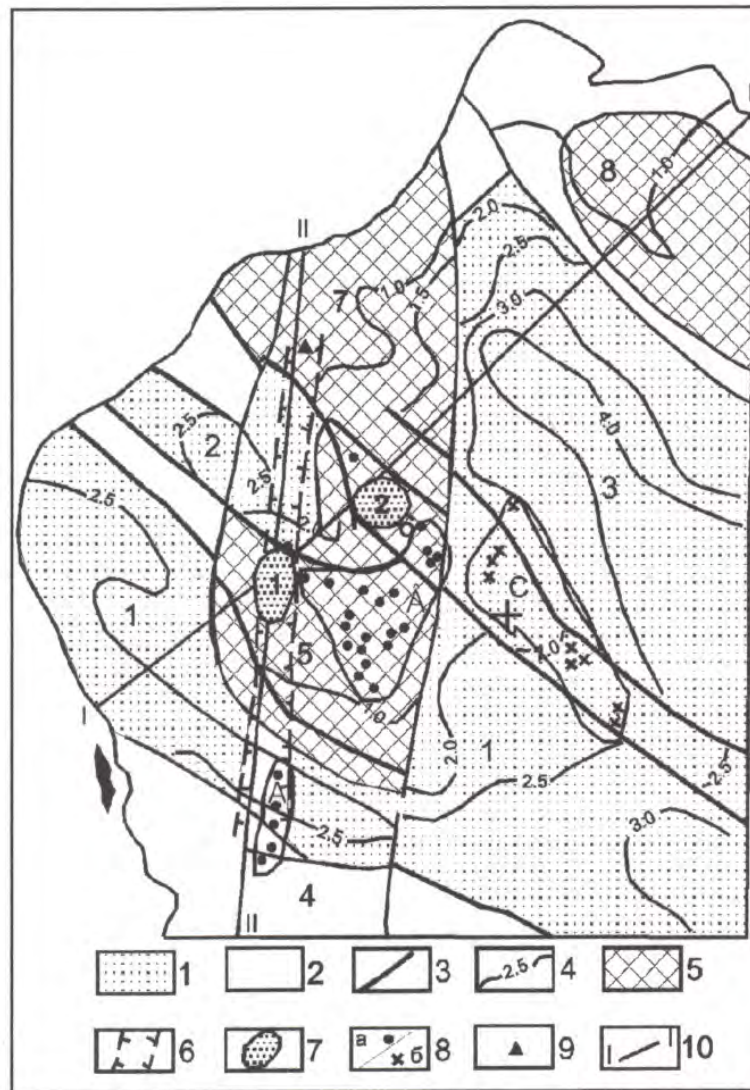


Рис. 2. Схема строения кристаллического фундамента Зимнебережного района [Еременко, Ненахов, 1987]: 1 – рифейские грабены; 2 – выступы фундамента; 3 – основные разломы; 4 – изогипсы фундамента; 5 – области высокого сопротивления верхней мантии; 6 – Мельско-Чидвинская зона проводимости; 7 – группы кимберлитовых тел (1 – Золотицкая, 2 – Верхотинская); 8 – трубы взрыва: а – кимберлитовые и мелилититовые; б – базальтовые; 9 – кимберлитовые силлы р. Мела; 10 – профили КМЗ и МТЗ. Тектоническое районирование: рифейские рифтовые грабены: 1-Керецкий, 2 – Чубальский, 3 – Лешуконский; выступы фундамента: 4 – Архангельский, 5 – Золотицкий, 6-Верхотинский 7-Ручьевский, 8 – Кулойский. А – Ижмозерское поле; В – Кепинское поле; С – Саяно-Пинежский базальтовый комплекс

На рисунке 3 показаны разрезы ММЗ трубки им. Ломоносова, Чидвинская и С10 – до 2000 м.

Наблюдаемое на поверхности магнитное поле характеризуется повышенными значениями, приуроченными к выступам кристаллического фундамента. Географическое распределение алмазоносных трубок не дают достаточного основания для районирования территории по алмазоносности, обеспечивающего дальнейшие поиски. Мы снова приходим к выводу о необходимости продолжать детальные томографические исследования структуры больших глубин, земной коры и литосферы, повысить плотность системы наблюдений, увеличить детальность геофизической

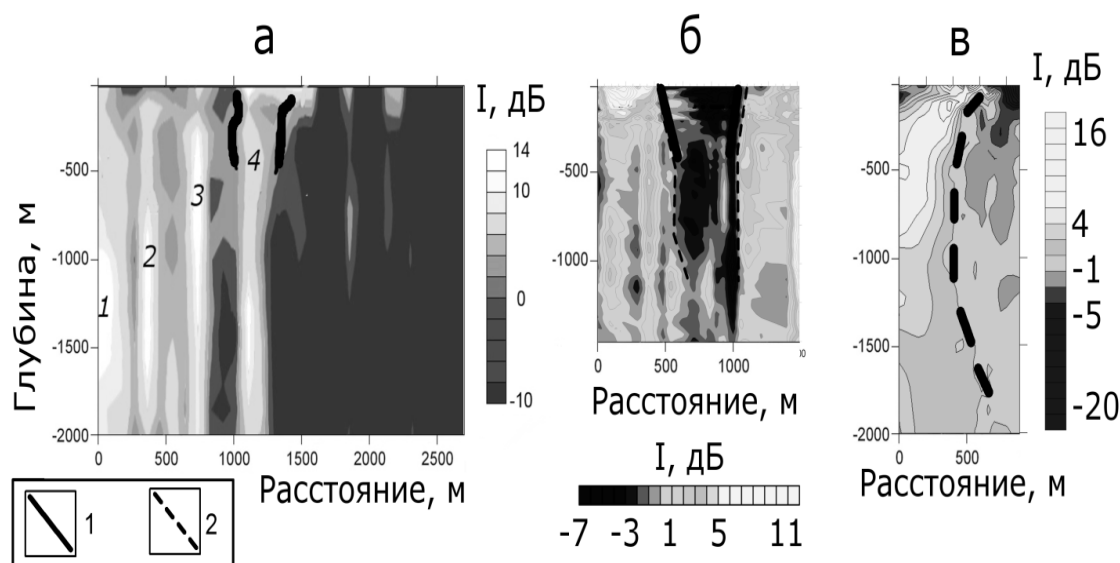


Рис. 3. Геофизические разрезы вдоль профилей, пересекающих трубки взрыва: (а) – им. М. В. Ломоносова, с номерами выделенных низкоскоростных неоднородностей, (б) – Чидвинская Ижмозерского; (в) – С10 Ненокского поля ААП: 1-контуры трубки взрыва по геофизическим данным [Вержаск и др., 1987; Вержаск, Гаранин, 2005]; 2 – контуры трубок взрыва по данным ММЗ

разведки. Вооруженные этими знаниями, мы можем планировать дальнейшие исследования по сейсмической томографии, расширить район поисков на обширные территории России

Образование алмазов

О генезисе и росте кристаллов у геологов разные мнения. Правда, образование крупных ювелирных кристаллов взрывом в основном отвергается. Но геологи не могут объяснить некоторые закономерности, в которых можно видеть аналог проблемы генезиса алмазов и других кристаллов. Известно, что, чем более медленно испаряется растворитель, осуществляется сухая возгонка вещества или понижается температура расплавленного вещества, тем совершеннее форма кристалла. Отсюда вывод, что образование больших кристаллов не может произойти одновременно с быстрым изменением питающей среды, хотя многие кристаллы – льда, поваренной соли и другие происходят очень быстро с изменением термодинамических условий. Сами алмазы, так же как и другие кристаллы минеральных пород, образованы не в момент взрыва, а позже. Подобно тому, как образование кимберлитовых трубок, их рост происходил постепенно, потребовались многие тысячи и миллионы лет на рост кристаллов алмаза и других минералов.

Если согласиться с тем, что кристаллы алмазов выросли удивительным образом «из ничего», то можно ответить на вопрос о том, почему кристаллы алмаза часто имеют сравнительно правильную форму – ромбы, выглядят слишком свежо, их грани не окатаны временем, транспортом вещества, как кристаллы других минералов. Похоже, что подобно живому организму, зародыш алмаза рос в водно-минеральной среде, расталкивая вмещающую породу.

В последние годы были разработаны многочисленные технологии создания искусственных алмазов, в основном использующие большие температуры, выше

1000 градусов, и давления (есть технологии, использующие низкотемпературный синтез). Полвека назад в Советском Союзе были произведены успешные опыты по низкотемпературному синтезу алмазов из метана.

Отметим парадоксальное явление кристаллизации жидкости в приборе шторм-глас «химическом барометре» – стеклянной колбе размером с наружный термометр, заполненной рабочей жидкостью – спиртовой смесью буры, камфоры, селитры и нашатыря. Жидкость реагирует появлением кристаллов перед изменениями погоды – приближением шторма, шквалистого ветра, других явлений, в том числе и на некоторые астрособытия. Механизм явления не ясен, воздействие дистанционное, образование кристаллов происходит при постоянном давлении и температуре. Подобное может происходить и в минеральной кристаллизации [Жвирблис, 1979].

Отдаленный аналог минеральной кристаллизации можно видеть в образовании жеод – кремниевых закрытых оболочек, размером от нескольких сантиметров до метров, внутри которых находятся аметисты – кристаллы фиолетового кварца. Откуда взялся кварц, как выросли кристаллы, если через кремниевую оболочку не поступало вещество, как образовалась сама кремниевая оболочка? Геологи не имеют единого мнения относительно генезиса жеод, это такой же загадочный вопрос, как образование железо-марганцевых конкреций, которыми выстелены огромные площади абиссали Индийского и других океанов и морей.

Астроблемы Попигай и Воротиловская

Качественная картина образования алмазов, альтернативная термодинамическому генезису, в общих чертах не противоречит импактному генезису, ярким примером которого является астроблема Попигай. На севере Сибири обнаружены алмазы в астроблеме, поперечник кольцевой структуры около 100 км. Падение астероида произошло в конце эоцена, около 30 миллионов лет назад [Вишневский]. Брекчии, слагающие верхнюю часть тела, имеют высокое содержание мелких, не ювелирных алмазов размером до 0,1 мм, что отвергает гипотезу их глубинного происхождения, транспорта из глубины наверх. Следовательно, алмазы могут образовываться и не на больших глубинах. Их образование произошло, видимо, как одномоментно при ударе астероида, так и, возможно, в связи с постепенным ростом из воды или газов «литосферных фумарол».

В кратере, образованном ударом Аризонского метеорита (юг США), также найдены мелкие алмазы, но их удельное содержание значительно меньше, чем на Попигае.

В Нижегородской области находится Воротиловская астроблема, геологическая структура. Она имеет поперечник около 80 км и возникла от удара астероида примерно 165 млн. лет назад. В ее центре пробурена глубокая скважина (6500 м), в которой на глубине 2600 м. в течение пяти лет ведутся непрерывные сейсмические наблюдения высокочастотным широкополосным сейсмографом [Беляков и др., 2017]. Следуя аналогии, можно предположить, что эта импактная структура также алмазонасна. Прямой ответ на этот вопрос могут дать детальные исследования хранящегося керна и химический анализ подземных вод. С другой стороны, анализ тонкой структуры, связанной с высшими гармониками сейсмического шума, случайными импульсными воздействиями сигналов сейсмической эмиссии в скважине даст импульс к постановке аналогичных исследований на Попигае. Во всяком случае, нельзя отвергать перспективу поиска алмазов и сравнительного изучения астроблем.

Заключение

Проблемы образования кимберлитовых трубок, алмазы, кристаллы различных минералов рассматриваются геологами на основании существующих экспериментальных данных минералогенеза и геофизической разведки, сейсмологии.

В последние десятилетия получены новые экспериментальные данные о строении земной коры, литосферы на основании результатов полевых исследований методом сейсмической шумовой томографии ММЗ, полученные в районе Архангельска при изучении субвертикальных неоднородностей – кимберлитовых трубок, данные о возникновении «столбов обрушения» подземных ядерных взрывов, результаты геолого-геофизических исследований импактных структур-астроблем – Попигайской, Воротиловской, Аризонского метеоритного кратера. Все это убеждает в возможности иного понимания процессов возникновения алмазов и других минеральных кристаллов, построить новые гипотезы геологической эволюции литосферы, генезиса кимберлитовых трубок, возникновения алмазов.

Эти представления существенно расширены привлечением аналогий, основанных на идеях холодного ядерного синтеза, трансмутации элементов и минералов, в том числе дистанционными воздействиями. При этом возникает чрезвычайно широкое разнообразие решений-сценариев геологической эволюции вещества, во многом парадоксальной. Мы, тем не менее, не стали что-либо отсеивать, руководствуясь принципом «этого не может быть, потому что не может быть никогда». Такая эвристическая интерпретация разрозненных фактов допустима на начальном этапе создания новой парадигмы, связанным с творческим риском, риском ошибки «упущенных возможностей». Но без этого не проникнуть в понимание геологической природы вещей.

Благодарности

Авторы благодарны своим коллегам: А. В. Горбатикову за обсуждение проблем ММЗ, исследования субвертикальных структур и полезные советы; Н. С. Соболеву за обсуждение геологических проблем алмазоносности, К. Б. Данилову, принявшему активное участие в работах по ММЗЖ и интерпретации данных на различных этапах исследования кимберлитовых трубок ААП.

Литература

1. Беляков А. С., Диденкулов И. Н., Жигалин А. Д., Лавров В. С., Молеханов А. И., Николаев А. В. Сейсмоакустический мониторинг в Воротиловской глубокой скважине: методы и результаты // Геология и геофизика Юга России. – 2017. – № 3. – С. 5-12.
2. Вержак В. В., Медведев В. А., Веричев Е. М. и др. Отчет о результатах разведки кимберлитовых трубок месторождения им. Ломоносова в 1983-1987 гг. – Архангельск: ПГО «Архангельскгеология» Беломорская геологоразведочная экспедиция, 1987. – 2534 с.
3. Вержак В. В., Гаранин К. В. Экологические проблемы освоения месторождений алмаза Архангельской алмазоносной провинции и некоторые пути их решения // Геология алмаза – настоящее и будущее. – Воронеж: изд-во ВГУ, 2005. – 246 с.
4. Вишневецкий С. А. Попигайская астроблема // «ГЕОС». – Новосибирск. – 2017. – С. 169.

5. Горбатиков А. В., Цуканов А. А. Моделирование волн Рэлея вблизи рассеивающих скоростных неоднородностей. Исследование возможностей метода микросейсмического зондирования // Физика Земли. – 2011. – №4. – С. 96-112.
6. Горбатиков А. В. Пат. РФ №2271554. Бюл. изобр. 2006, №7.
7. Горбатиков А. В., Ларин Н. В., Моисеев Е. И., Беляшов А. В. Применение метода микросейсмического зондирования для изучения строения погребенной трубки взрыва // ДАН. – 2009. – Т. 428. №4. – С. 526-530.
8. Горшков В. Н. Попигайский кратер – по следам катастрофы // <http://vitaly-gorshkov.livejournal.com/1145.html>.
9. Ерёменко А. В., Ненахов В. М. Геология и геодинамическая модель формирования трубок взрыва ААП // Вестник ВГУ, Геология. – 2002. – №1. – С. 36-42.
10. Жвирблис В. А. Что такое штормглас // Химия и жизнь. – 1979. – №6. – С. 73-75.
11. Козырев А. Н. 1989. Избранные труды. – Л.: Изд. ЛГУ, 1991. – С. 445.
12. Николаев А. В. Проблемы геотомографии // Проблемы геотомографии. – М.: Наука, 1997. – С. 4-38.
13. Николаев А. В. Проблемы нелинейной сейсмологии // Проблемы нелинейной сейсмологии. – М.: Наука, 1987. – С. 5-19.
14. Французова В. И., Данилов К. Б. Сравнение результатов исследования методом микросейсмического зондирования трубок взрыва Архангельской Алмазоносной Провинции // Матер. Всерос. конф. «Глубинное строение, минералогия, современная геодинамика и сейсмичность Восточно-Европейской платформы и сопредельных регионов». – Воронеж: ВГУ, 2016а. – С. 409-413.
15. Французова В. И., Данилов К. Б. Структура трубки взрыва им. М. В. Ломоносова Архангельской Алмазоносной Провинции // Вулканология и сейсмология. – 2016б. – №5. – С. 71-78.

DOI: 10.23671/VNC.2017.4.9527

SEISMIC TOMOGRAPHY: ON THE GENESIS OF THE DIAMOND PIPES

© 2017 A. V. Nikolaev¹, Sc. Doctor (Phys.-Math.), prof., V. I. Franzusova², Sc. Candidate (Phys.-Math.)

¹Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, Russia 123995, Moscow, Bolshaya Gruzinskaya Str., 10, e-mail: nikavs1@gmail.com;

²Institute of ecological problems of the North, Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, 163000, Arkhangelsk, Northern Dvina Embankment, 23, e-mail: franzusova@gmail.com

Studies on the structure of the lithosphere in the Northern European part of the Russia by the method of seismic emission tomography MMS that uses microseisms registered on the surface were conducted. The obtained seismic sections show subvertical heterogeneities of the lithosphere sections, which are clearly visible kimberlite pipes. Comparative morphological features of the four pipes in Arkhangelsk region were studied. These results are compared with data on other kimberlite pipes, the problem of their endogenous origin is discussed. Geological interpretation of the genesis and evolution of the pipes is inconsistent, their models are varied. Based on new results of subvertical tomographic in homogeneities research the data on morphology of geological structures

are systematized. Problems of diamond deposits associated with impact structures formed by asteroids strikes are discussed. The hypotheses reconciling contradictory points of view that include new understandings about the geological substance evolution mechanisms, minerageny, transmutation of elements, cold nuclear fusion, formation and growth of diamond crystals are presented. Paradoxes associated with intangible distance effects on telluric processes and their possible contribution in mineral formation are described. The analogy of kimberlite pipes evolution is discussed. Directions for further researches of Earth's crusts subvertical heterogeneities are proposed.

Keywords: tomography, microseismic sensing method, subvertical heterogeneity, kimberlite, diamonds, minerageny, transmutation, cold nuclear fusion, astroblems.

References

1. Beljakov A. S., Didenkulov I. N., Zhigalin A. D., Lavrov V. S., Molehanov A. I., Nikolaev A. V. Sejsmoakusticheskiy monitoring v Vorotilovskoy glubokoy skvazhine: metody i rezul'taty [Seismoacoustic monitoring in the Vorotilovskaya deep well: methods and results]. *Geologiya i geofizika Juga Rossii*, 2017, No. 3, pp. 5-12. (in Russian)
2. Verzhak V. V., Medvedev V. A., Verichev E. M. i dr. Otchet o rezul'tatah razvedki kimberlitovykh trubok mestorozhdeniya im. Lomonosova v 1983-1987 gg. [Report on the results of exploration of kimberlite pipes of the Lomonosov deposit in 1983-1987]. Arhangel'sk: PGO «Arhangel'skgeologiya» Belomorskaya geologorazvedochnaya jekspeditsiya, 1987, 2534 p. (in Russian)
3. Verzhak V. V., Garanin K. V. Jekologicheskie problemy osvoenija mestorozhdenij almaza Arhangel'skoj almazonosnoj provincii i nekotorye puti ih reshenija [Ecological problems of developing diamond deposits in the Arkhangelsk diamond province and some ways to solve them]. *Geologiya almaza – nastojashhee i budushhee*, Voronezh: izd-vo VGU, 2005, 246 p. (in Russian)
4. Vishnevskij S. A. Popigajskaja astroblema [Popigay astrobleme]. «GEOS», Novosibirsk, 2017, 169 p. (in Russian)
5. Gorbatikov A. V., Cukanov A. A. Modelirovanie voln Rjeleja vblizi rasseivajushhih skorostnykh neodnorodnostej. Issledovanie vozmozhnostej metoda mikrosejsmicheskogo zondirovanija [Modeling of Rayleigh waves near scattering velocity inhomogeneities. Investigation of the possibilities of the method of microseismic sounding the Pigaya astroblem]. *Fizika Zemli*, 2011, No. 4, pp. 96-112. (in Russian)
6. Gorbatikov A. V. Pat. RF №2271554 [Pat. Of the Russian Federation No. 2271554]. *Bjul. izobr.*, 2006, No. 7. (in Russian)
7. Gorbatikov A. V., Larin N. V., Moiseev E. I., Beljashov A. V. Primenenie metoda mikrosejsmicheskogo zondirovanija dlja izuchenija stroenija pogrebennoj trubki vzryva [Application of the method of microseismic sounding to study the structure of the buried volcanic pipe]. *DAN*, 2009, Vol. 428, No. 4, pp. 526-530. (in Russian)
8. Gorshkov V. N. Popigajskij krater – po sledam katastrofy [Popigay crater – by accident footsteps]. <http://vitaly-gorshkov.livejournal.com/1145.html>. (in Russian)
9. Erjomenko A. V., Nenahov V. M. Geologiya i geodinamicheskaja model' formirovanija trubok vzryva AAP [Geology and geodynamic formation model of AAP volcanic pipes]. *Vestnik VGU, Geologiya*, 2002, No. 1, pp. 36-42. (in Russian)
10. Zhvirblis V. A. Chto takoe shtormglass [What is a stormglass]. *Himija i zhizn'*, 1979, No. 6, pp. 73-75. (in Russian)
11. Kozyrev A. N. 1989. Izbrannye trudy [Selected works]. L.: Izd. LGU, 1991, 445 p. (in Russian)
12. Nikolaev A. V. Problemy geotomografii [Problems of geotomography]. *Problemy geotomografii*, M.: Nauka, 1997, pp. 4-38. (in Russian)
13. Nikolaev A. V. Problemy nelinejnoj sejsmiki [Problems of nonlinear seismology]. *Problemy nelinejnoj sejsmiki*, M.: Nauka, 1987, pp. 5-19. (in Russian)
14. Francuzova V. I., Danilov K. B. Sravnenie rezul'tatov issledovanija metodom mikrosejsmicheskogo zondirovanija trubok vzryva Arhangel'skoj Almazonosnoj Provincii [Comparison of the results of the study by the method of microseismic sounding of the volcanic pipes of the Arkhangelsk Diamond Province]. *Mater. Vseros. konf. «Glubinnoe stroenie, mineragenija, sovremennaja geodinamika i sejsmichnost' Vostochno-Evropejskoj platformy i sopredel'nyh regionov»*, Voronezh: VGU, 2016a, pp. 409-413. (in Russian)
15. Francuzova V. I., Danilov K. B. Struktura trubki vzryva im. M. V. Lomonosova Arhangel'skoj Almazonosnoj Provincii [Structure of the volcanic pipes. M. V. Lomonosov Arkhangelsk Diamond Province]. *Vulkanologija i sejsmologija*, 2016b, No. 5, pp. 71-78. (in Russian)