

КАМЧАТСКИЙ АЛМАЗНЫЙ ФЕНОМЕН В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ НЕКИМБЕРЛИТОВОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ

В.И. Силаев¹, Г.А. Карпов², Е.А. Васильев³, В.И. Ракин¹, А.Е. Сухарев¹

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, silaev@geo.komisc.ru

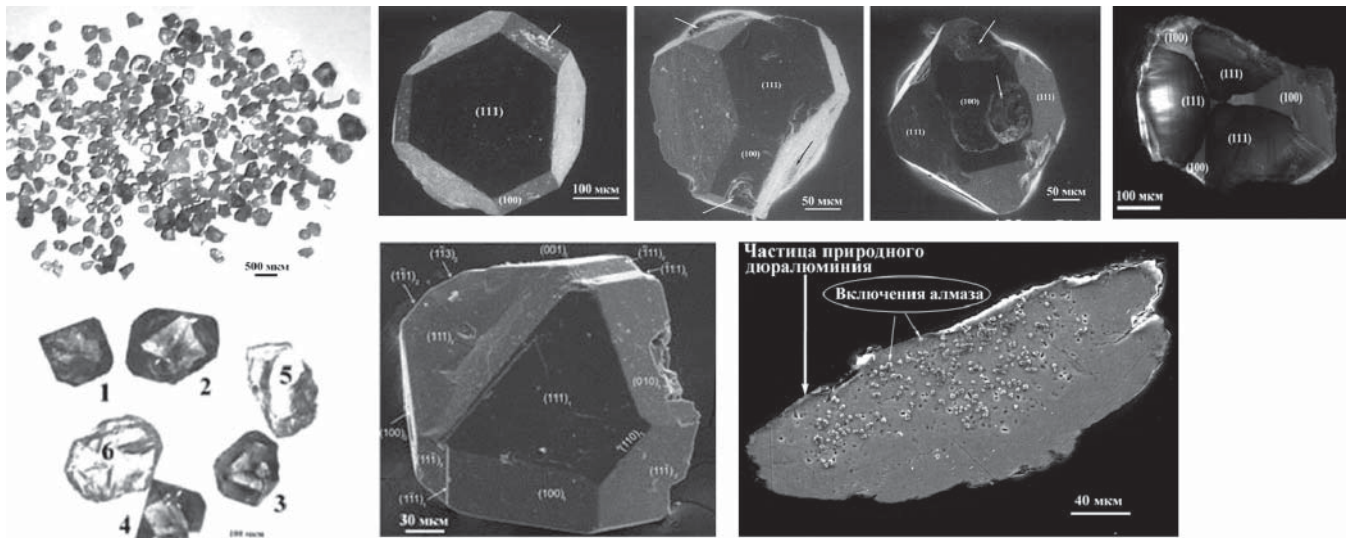
²Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, karpov@kscnet.ru

³Горный университет, г. Санкт-Петербург, symphy12@mail.ru

После открытия трубок алмазоносных кимберлитов и лампроитов в Южной Африке, СССР (России) и Западной Австралии в сознании геологов укоренилось мнение о трубочных кимберлитах-лампроитах как о единственном варианте существенно продуктивных на алмазы коренных горных пород. Примерно со середины 1960 гг. это мнение оформилось в так называемое «правило Клиффорда», согласно которому промышленные алмазоносные месторождения могли формироваться в ходе геологической истории только в пределах кратонов архей-раннепротерозойской консолидации (соответственно архонов и протонов). Тем не менее, уже с самого начала XX века непрерывно накапливались данные о существовании в природе эндогенных, но некимберлитовых проявлений алмазов, приуроченных к ультрабазитовым и базитовым магматитам, карбонатитам, эклогит-ультрабазитовым комплексам, образовавшимся в условиях островных дуг, аккреционных орогенов, присубдукционных УНР-метаморфитов [1, 2, 4, 5, 7–13]. Общим геологическим признаком всех этих проявлений служит внекратонная их геологическая ситуация, что делает такие алмазопоявления как бы запрещенными к более или менее масштабной алмазоносности. Действительно, известные до последнего времени проявления алмазов в некимберлитовых магматических породах были далеко несопоставимыми по продуктивности с кратонными кимберлит-лампроитовыми месторождениями. Не исключено, что открытие на Камчатке алмазов в продуктах кайнозойского вулканизма и в сопряженных с вулканами полях флюидизитов может коренным образом изменить отношение к некимберлитовой алмазоносности.

Трещинное Толбачинское извержение имени 50-летия ИВиС ДВО РАН (27.12.2012–9.10.2013). Алмазы были обнаружены Л. П. Аникиным (6) в порах пузыристых андезибазальтов в виде изометричных, большей частью зеленовато-желтоватых монокристаллов кубоктаэдрического габитуса с примерно равновеликим развитием граней (111) и (100). В качестве дополнительных незначительно развитых выступают грани ромбододекаэдра (110), тетрагонтриоктаэдра (131) и тригонтриоктаэдра (332).

На многих гранях отмечаются пирамидальные ямки травления размером 1–5 мкм, возникающие на местах выхода дислокаций. Более существенного растворения толбачинские алмазы не претерпели. В режиме катодолюминесценции в толбачинских кристаллах выявляется четкая секториальная неоднородность, обусловленная комбинацией пирамид нарастания граней октаэдра и куба. Внутри кристаллов выявляются октаэдрические зародыши. Раннее появление кубических граней и устойчивый кубооктаэдрический габитус свидетельствуют о кристаллизации толбачинских алмазов в условиях более низких температур (1800–2000 °С), чем температуры кристаллизации кимберлитовых алмазов (2200–2500 °С). Часть исследованных зерен представляет собой двойниковые сростки по плоскости (111) первого субиндивида. Угловое несогласие при двойниковании не превышало 1°. Фазовая диагностика толбачинских алмазов осуществлена рентгеновским и раман-спектроскопическим методами. Полученные фоторентгенограммы свидетельствуют о микроблочности и текстурированности алмазной фазы. Вычисленный по рентгенограмме параметр э. я. составил 0.3556 (3) нм. В раман-спектре проявилась единственная сильная линия при 1332 см⁻¹ с $\Delta_{1/2}$ (FWHM) = 5–7 см⁻¹, отвечающая алмазу. Толбачинские алмазы характеризуются очень слабой люминесценцией, в спектрах ИК поглощения в однофононной области зарегистрированы две линии при 1345 и 1130 см⁻¹, отвечающие структурным С-дефектам. Часть таких дефектов находится в положительном зарядовом состоянии N⁺. Концентрация структурного азота оценивается в 150–500 ppm. Методом ЛА ИСП-МС в толбачинских алмазах обнаружено до 50 микроэлементов, которые по характеру распределения можно подразделить на две группы: 1) более или менее равномерно распределенные – Na, Mg, Al, Cr, **Mn (1129 ± 1070 ppm), Ni (86 ± 69 ppm), Fe (50 ± 49 ppm)**, Co, Cu, Zn, Sr, Zr, Nb, Cd, Sb, Tb, Ta, W, Re, Pb; 2) характеризующиеся значительным разбросом концентраций – Ca, Sc, Ti, V, Rb, Y, Mo, Ag, Sn, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sn, Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Tl, Bi, Th, U. В целом ассоциация микроэлементов



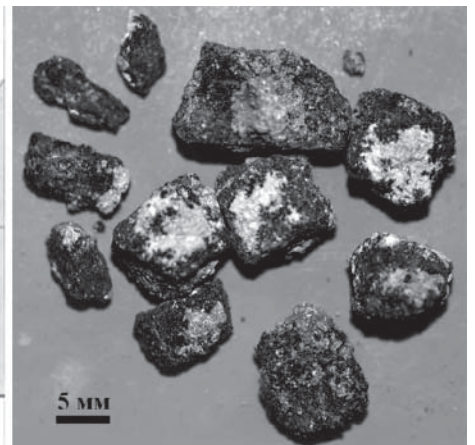
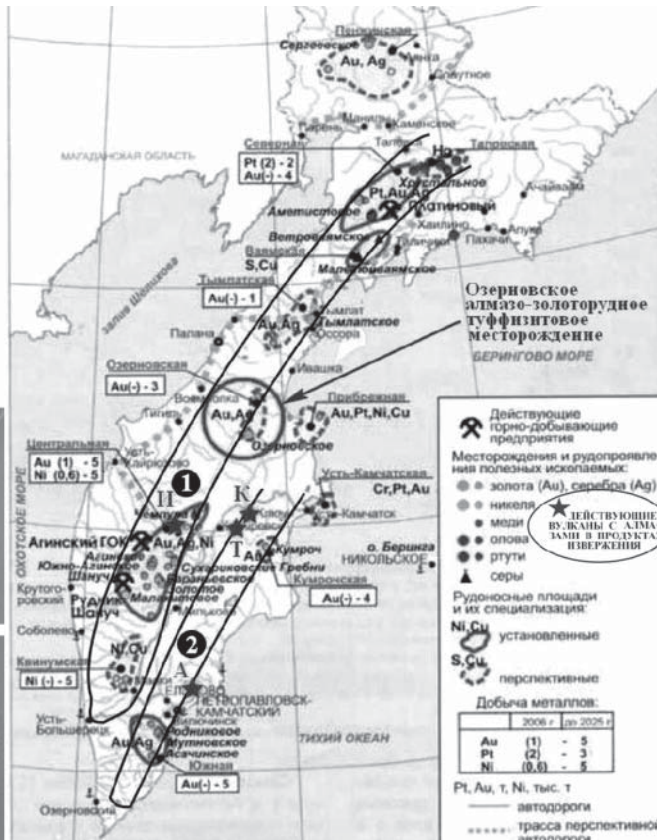
Алмазы в продуктах извержения Толбачинского и Ключевского (в частице дюралюминия) вулканов

в толбачинских алмазах характеризуется очень низким уровнем геохимической дифференциации, даже более низким, чем у ассоциаций микроэлементов в изученных нами якутских кимберлитовых и уральских туффизитовых алмазах. Углерод в толбачинских алмазах имеет весьма устойчивый изотопно-легкий состав, не выходящим за пределы $\delta^{13}\text{C} = -27...-22$ (-25.19 ± 1.30) ‰. Опыты многоступенчатого анализа показали, что варьирование изотопного состава

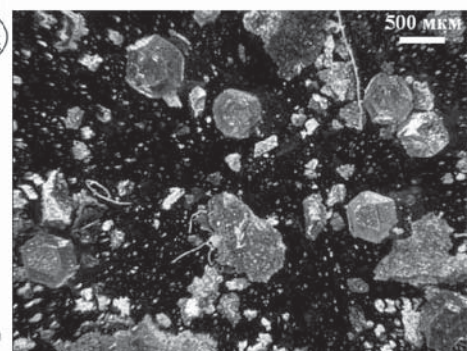
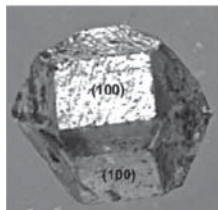
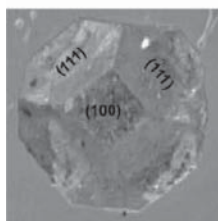
углерода в отдельных индивидах лежит в пределах 1.5–7 ‰ среднего для них $\delta^{13}\text{C}$, что говорит об их уникальной изотопной однородности. Вся совокупность полученных данных дает основание выделить Толбачинское алмазопоявление в неизвестный ранее **вулканогенно-эруптивный** тип, алмазы в котором образовались путем кристаллизации из вулканических углеводородсодержащих газов, стимулированной грозвыми электрическими разрядами. Принципи-



Дёмин Александр Георгиевич
Главный геолог
ОАО "Сигма"



Алмазно-вольфрамовый концентрат, полученный из "карбид-вольфрамовой руды"



Предварительная информация об алмазности Озерновского месторождения золоторудных флюидизитов (по А. Г. Дёмину)

альная возможность образования таким образом алмазов давно подтверждена экспериментально [3].

Следует отметить, что в текущем году алмазы, аналогичные толбачинским, были обнаружены в вулканиках извержения Ключевского вулкана 1988 г. в виде включений субмикронного размера в частицах природного диоралюминия.

Озерновское месторождение алмазо-золоторудных флюидизитов. Публикации о толбачинских алмазах привели к обнаружению значительной алмазоносности в одном из наиболее перспективных в промышленном отношении золоторудных месторождений на Камчатке, пространственно сопряженным с одной из зон неоген-четвертичного вулканизма. В результате экспертизы в Озерновском месторождении были выявлены алмазы «толбачинского геогенетического типа», запасы которых уже оцениваются в 1–10 млн. карат. Максимальное обогащение достигает 2500 ppm. Вмещающей средой для алмазов выступают трубчатые тела, сложенные гидрослюдисто-монтмориллонитовыми аргиллизитами и вторичными кварцитами, образовавшимися за счет «второй и третьей фаз эксплозивного внедрения флюидогазосодержащей «вспененной» магмы с обильным обломочным материалом». Наиболее тесную связь алмазы обнаруживают с карбидами вольфрама, которые сами по себе представляют собой серьезную минералогическую и генетическую проблему. Озерновские алмазы представлены довольно совершенными монокристаллами желтовато-зеленоватого цвета с устойчивым кубоктаэдрическим габитусом. Модальный размер кристаллов варьируется в пределах 300–500 мкм. В случае подтверждения предварительных данных Озерновское месторождение может, вероятно, стать вторым после объектов уральского типа промышленным некимберлитовым месторождением алмазов, выходящим за границы кратонной парадигмы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геворкян Р.Г., Каминский Ф.В., Лунев В.С. О находке и исследовании кристаллов алмаза в Армении // Доклады АН Армянской ССР. 1975, Т. 61, № 3, с. 160–163.
2. Головкин А.В., Кадецкий А.Ю. Мелкие алмазы в щелочных базальтоидах и пикритах Южного Тянь-Шаня // Узбекский геологический журнал. 1991, № 2. С. 72–75.
3. Дерягин Б.В., Федосеев Д.В. Рост алмаза и графита из газовой фазы. М.: Наука, 1977. 116 с.
4. Каминский Ф.В. Алмазоносность некимберлитовых магматических пород М. Недра, 1984. 174 с.
5. Каминский Ф.В., Черных И.П., Черный А.В. Находки кристаллов алмаза в щелочных пикритах щелочно-ультра-основной формации // Минералогический журнал. 1986. Т. 8. № 2. С. 39–45.
6. Карпов Г.А., Силаев В.И., Аникин Л.П. и др. Алмазы и сопутствующие минералы в продуктах Трещинного Толбачинского извержения 2012–2013 гг. // Вулканология и сейсмология. 2014. № 6. С. 3–20.
7. Кутыев Ф.Ш., Кутыева Г.В. Алмазы в базальтоидах Камчатки // Доклады АН СССР. 1975. Т. 221. № 1. С. 183–186.
8. Лаврова Л.Д., Печников В.А., Плешаков А.М. и др. Новый генетический тип алмазных месторождений. М.: Научный Мир, 1999. 221 с.
9. Шило Н.А., Каминский Ф.А., Лаврова Л.Д. и др. Первые находки алмазов в ультрамафитах Камчатки // Доклады АН СССР, 1979. Т. 248. № 5. С. 1211–1214.
10. Howell D., Griffin W.L., Yang J. e. a. Diamonds in ophiolites: Contamination or a new diamond growth environment? // Earth and Planetary Science Letters, 2015. V. 430. P. 284–295.
11. Ogasawara Y. Microdiamonds in Ultrahigh-Pressure Metamorphic Rocks // Elements, 2005. V. 1. P. 91–96.
12. Wirth R., Rocholl A. Nanocrystalline diamond from the Earth's mantle underneath Hawaii // Earth and Planet. 2003. V. 211. P. 357–369.
13. Yang J., Bai W., Fang Q et al. Discovery of diamond and an unusual mineral group from the podiform chromite ore, Polar Ural // Geology in China. 2007. V. 34. P. 950–953.