

В чем и почему алмазы из офиолитов и из вулкана Толбачик похожи на синтетические и в чем отличаются?

История алмаза полна неожиданных поворотов. Недавно она обогатилась еще одним сюжетом: одновременно в трех журналах группой авторов (общий автор у них К.Д. Литасов) опубликованы статьи, в которых утверждается, что алмазы, установленные в породах офиолитового комплекса и в продуктах извержения вулканов, в том числе вулкана Толбачик на Камчатке, являются артефактом (Litasov et al., 2019, 2019a; Похиленко и др., 2019). По мнению авторов статей, эти алмазы были внесены в геологические пробы при использовании абразивных и режущих инструментов, которые, как известно, часто содержат крошку синтетических алмазов.

Алмазы, о которых идет речь, многие называют загадочными. Загадочными их называют потому, что образование алмазов требует высоких давлений. При высоких давлениях в парагенезисе с алмазами образуются и другие барофильные минералы. А в тех породах, где встречены алмазы из офиолитов, нет никаких признаков того, что в окружающей среде присутствовали высокие давления. И вот загадка, по мнению авторов статей, получает простое разрешение. Таких алмазов в природе просто нет, а есть неаккуратные исследователи. Более того, делаются намеки даже на возможность умышленного подлога, причем один из авторов, К.Д. Литасов, распространяет подобную точку зрения через средства массовой информации. Этическая сторона этого вопроса заслуживает отдельной оценки. Но есть ли здесь место для научного обсуждения? Оказывается, есть!

К.Д. Литасов с соавторами обратили внимание на тот факт, что алмазы Толбачика содержат в качестве микроскопической примеси в кристаллах ассоциацию металлов Fe-Ni-Mn-Co, весьма напоминающую специфический состав катализаторов, используемых при промышленном синтезе алмазов. Наличие такой примеси понятна в синтетических алмазах, но как она могла оказаться в природных алмазах? Более того, обратившись к литературе, они увидели, что такой состав примесей ассоциации металлов характерен почти для всех находок алмазов в офиолитах. Здесь стоит напомнить, что находки алмазов в офиолитах были сделаны в разных районах мира. Примеров очень много. Только в последние годы это: Тибет, Luobusa (Robinson et al., 2004; Howell et al., 2015; Griffin et al., 2016); Турция, Pazanti-Karsant (Lian et al., 2017; 2018); Богемия (Neumera et al., 2015); Китай, Hegenshan (Huang et al., 2015); Myanmar (Chen et al., 2018); Indus ophiolite (Das et al., 2017) и другие.

Казалось бы, получающееся повальное заблуждение крупнейших специалистов разных стран, принимающих за природные алмазы простое загрязнение, должно было заставить задуматься К.Д. Литасова с соавторами, нет ли здесь другого объяснения. Но, нет. Им показалось, что они нашли единственный и безоговорочный ответ: алмазы из вулканических пород и офиолитов «являются синтетическими кристаллами и появились в результате контаминации».

Перечисляются следующие 6 характерных признаков, которые позволяют считать алмазы в офиолитах (а также алмазы Толбачика) синтетическими алмазами (Litasov et., 2019):

- 1) эти алмазы имеют куб-октаэдрический габитус, характерный для синтетических алмазов;
- 2) примесь азота в алмазах находится в неагрегированном состоянии, как и в синтетических алмазах;
- 3) наблюдается секторальная ростовая зональность;
- 4) присутствует включения металлов;
- 5) состав металлических включений напоминает состав катализаторов, применяемых при синтезе алмазов;
- б) изотопный состав углерода алмазов Толбачика типичен для графита, применяемого в качестве источника углерода при промышленном синтезе алмазов.

Первые две особенности действительно типичны для синтетических алмазов, но они характерны и для одной разновидности природных алмазов. Это алмазы, как правило, кубического и куб-октаэдрического габитуса, желтого цвета. Они содержат неагрегированный азот. Это - алмазы II разновидности по Орлову. Они встречаются и в кимберлитовых трубках и в россыпях. Считается, что они представляют форму алмаза, образующуюся быстро, в не очень благоприятных условиях. Поэтому захваченная примесь азота не успевает агрегироваться и образовать азотные кластеры. Азот остается частично в атомарной форме с неспаренным электроном. Поэтому эти алмазы дают сигнал ЭПР. Относительно секториального роста, я не знаю, что имеется в виду.

Четвертая и пятая особенности - это главный, кажущийся К.Д.Литасову с савторами «убийственным», аргумент. Между тем это может

иметь совершенно иную интерпретацию. Почему вообще в промышленном синтезе алмазов применяют так называемые катализаторы в виде металлических добавок? Потому что при искусственном синтезе мы не располагаем теми огромными давлениями и временем формирования кристалла, которыми располагает природа в глубоких недрах. Алмазы синтезируются практически на границе их устойчивости. Поэтому применяют подходящие средства, способствующие процессу нуклеации. Практика промышленного синтеза алмазов установила, что спонтанная кристаллизация и рост алмазов происходят эффективнее, если в исходную шихту добавляют Fe, Ni, Cr, Co, Mn и другие переходные и сидерофильные элементы. Очевидно, и в природе, когда образование алмаза происходит не в самых благоприятных условиях, т.е. не при гарантированно высоких давлениях, присутствие в среде соответствующих металлов может стать тем решающим фактором, который позволяет сформироваться алмазу. Если теперь, встав на эту точку зрения, посмотреть на минералогический состав среды, в которой обнаружены «загадочные» алмазы офиолитов и вулкана Толбачик, мы сразу же обнаружим в качестве характерной особенности необычное обилие металлов, присутствующих часто в нативной форме. В продуктах извержения вулкана Толбачик присутствуют в свободной форме Fe, Ni, Cu, W, редкий металлический Al, а также карбиды железа, вольфрама, кремния. В офиолитах встречаются руды металлов, особенно часто хромиты. Описаны алмазы прямо в составе хромитов. Описаны примазки металла Cu Sn и сплава Cu-Sn-Fe на поверхности кристалла алмаза. Прежде всего, это говорит о глубоко восстановительной обстановке, способствующей кристаллизации алмаза по механизму кавитации или эпитаксиального наращивания, как известно, не предполагающих высокого давления в окружающей среде.

Наконец, шестой пункт, на который указывают авторы статьи, это - сходство изотопного состава углерода обсуждаемых алмазов, в частности алмазов вулкана Толбачик, с изотопным составом графита, который применяется в качестве источника углерода алмаза в промышленном синтезе. Графиты бывают разные. Действительно, органогенные графиты, имеет изотопный состав, похожий на изотопный состав алмазов Толбачика. Но и алмазы имеют широкий диапазон вариаций изотопного состава. Многие алмазы из кимберлитов имеют такой же изотопный состав, как и алмазы Толбачика. Опять-таки, именно наименее совершенные алмазы: кубоиды, балласы, карбонадо, алмазы эклогитового парагенезиса обогащены легким изотопом. Их изотопный состав часто находится в диапазоне значений $\delta^{13}\text{C}$

от -15 до -30‰. Так что, алмазы Толбачика (с $\delta^{13}\text{C}$ от -25 до -27‰) являются достаточно типичными представителями этой группы. Более того, изотопный состав алмазов Толбачика совпадает с изотопным составом углерода вулканических лав Толбачика.

Таким образом, сходство «экзотических» алмазов с синтетическими, на которое обратили внимание авторы комментируемых статей, является скорее указанием на определенные условия синтеза этих алмазов в природе.

Теперь я хотел бы обратить внимание на некоторые особенности обсуждаемых алмазов, которые говорят как раз о несовместимости природы этих алмазов с возможностью их синтетического происхождения. Некоторые из них видны из тех инструментальных исследований, которые провели К.Д. Литасов с соавторами, и они обязаны были бы их отметить.

- 1) В спектрах FTIR видно, что алмазы Толбачика содержат отчетливые линии, отвечающие CO_3^{2-} включениям, и полосу, отвечающую H_2O , что исключено для синтетических алмазов и естественно для алмазов с участием вулканогенного флюида.
- 2) Алмазы Толбачика отличаются повышенным содержанием F и Cl в составе примесных элементов, что коррелирует с составом вулканических газов и несовместимо с условиями промышленного синтеза алмазов.
- 3) Изотопный состав азота синтетических алмазов должен отвечать изотопному составу воздуха, т.е. $\delta^{15}\text{N} = 0\text{‰}$. Исключения могут быть связаны только с локальным изотопным фракционированием. Что касается горных пород и вулканических газов, то изотопный состав их варьирует в очень широких пределах. Например, вулканические газы, Южной Камчатки имеют $\delta^{15}\text{N}$ от -31 до +13‰ (Волынец и др., 1967). В алмазах из кимберлитов изотопный состав азота также меняется в очень широких пределах. Что мы имеем в алмазах из офиолитов? Алмазы из офиолитов Тибета: $\delta^{15}\text{N}$ от -5 до +28‰ (Howell et al., 2015); алмазы из офиолитов Турции: $\delta^{15}\text{N}$ от -19 до +17‰ (Lian et al., 2018).

Я оставил напоследок соображения, с которых, вероятно, следовало бы начать в виду их очевидности. Первое - то, что обсуждаемые находки алмазов геологически специфичны. Если бы речь шла о загрязнении, то, наверное, алмазы находили в любых породах. Их приуроченность к офиолитам говорит о том, что именно в этих обстановках возникают условия, в которых реализуется своеобразный механизм синтеза алмазов,

хотя и не до конца ясный. Второе – это количество обнаруженных алмазов. Загрязнение, всегда являющееся случайным фактором, могло бы быть причиной обнаружения единичных кристаллов. Между тем, только на Толбачике обнаружено более 700 кристаллов алмаза, хотя в лавах соседних вулканов при тех же методах поиска алмазы не найдены. А в породах офиолитов в общей сложности обнаружено более 10000 кристаллов. Можно ли серьезно воспринимать при этом утверждение, что все эти алмазы являются результатом случайного загрязнения.

Механизм образования алмазов в условиях, когда нет явных признаков присутствия высокого давления, конечно, оставляет широкое поле для дискуссий. Но нельзя делать вид, что таких механизмов вообще не существует. Когда К.Д. Литасов с соавторами, выносят свое суждение на широкую публику, такая позиция вообще является антинаучной дезинформацией. У публики возникает впечатление, что ученые, утверждающие, что нашли алмазы в условиях, где их в принципе не может быть, нарушают законы физики, а то и совершают подлог. Именно так и комментируют журналисты взгляды господина Литасова. На самом деле такие механизмы есть. Они специалистам известны.

Мне стало известно, что один из крупнейших специалистов по геологии алмазов австралийский ученый Гриффин, ознакомившись со статьей К.Д. Литасова с соавторами, уже послал в международный журнал статью с возражениями. Надо сказать, что он прибегает к резким оценкам работы авторов, что, к сожалению, не идет на пользу репутации отечественной науки.

Академик Э.М. Галимов