

РЕНТГЕНОГРАФИЯ ЯКУТИТОВ ИЗ АНАБАРСКОГО АЛМАЗОНОСНОГО РАЙОНА

С. С. Угапьева, Н. В. Заякина

*УРАН Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН,
sargylana-ugapeva@yandex.ru, n.v.zayakina@diamond.ysn.ru*

Изучению особенностей якутитов – поликристаллических агрегатов алмаза с примесью лонсдейлита посвящено значительное количество публикаций [Аргунов и др., 1990; Вишневский и др., 1997; Галимов и др., 1990; Граханов, 2001; Зинчук, Коптиль, 2003; Каминский и др., 1985; Масайтис и др., 1998], в которых приводятся результаты исследования их морфологии, приведены данные, полученные методами электронной микроскопии, фотолюминесценции, рентгенографии, ИК-спектроскопии, изотопного анализа углерода. На основании полученных данных сделаны выводы, что поликристаллические агрегаты алмаза с лонсдейлитом из аллювиальных отложений и импактитов Попигайской кольцевой структуры, имеют ударно-метаморфический генезис. Традиционно большая часть исследователей связывает их образование с гигантским взрывом, вызванным падением космического тела около 35 млн лет тому назад [Вишневский и др., 1997]. С другой стороны ряд фактов позволяет считать их продуктами эндогенных взрывов, вызванных поднятием глубинных углеводородных флюидов [Ваганов и др., 1985]. На северо-востоке Сибирской платформы поликристаллические алмазы XI разновидности встречаются на обширной территории, в том числе и в бассейне р. Келимяр в 600 км от Попигайского кратера [Вишневский и др., 1997; Граханов, 2001; Зинчук, Коптиль, 2003]. Находки якутитов связаны либо неоген-верхнечетвертичными отложениями, либо с современным аллювием [Граханов, 2001; Зинчук, Коптиль, 2003].

Нами предпринято комплексное исследование морфологии, рентгенографии, изотопного состава углерода и состава ассоциирующих минеральных фаз крупных (до 13 мм) агрегатов якутитов из коллекции собранной в ходе геолого-поисковых и эксплуатационных работ геологами ОАО «Алмазы Анабара», насчитывающей более 200 образцов отобранных из аллювиальных отложений Анабарского алмазоносного района [Угапьева и др., 2010]. В данной работе будет излагаться часть исследования, посвященная выявлению гексагональной модификации углерода – лонсдейлита в поликристаллических агрегатах алмаза рентгеноструктурными методами.

Рентгенографические исследования проводились на рентгеновской установке УРС-0.3 в камерах РКД, РКОП-А, Си-нефильтрованное излучение в лаборатории физико-химических методов анализа ИГАБМ СО РАН.

По разнообразию форм, проявленных как во внешней морфологии, так и во внутреннем строении нами было выделено четыре основных морфологических типа агрегатов: массивно-зернистые (макроскопически плотные и зернистые массы разных размеров и очертаний), таблитчатые (плотные параллельные сростки уплощенных пластинчатых и таблитчатых индивидов), параллельно-шестоватые (параллельные сростки микроскопических субиндивидов, вытянутых в одном направлении), спутано-волоконистые (плотные массы с волнистым строением поверхности, состоящей из вытянутых по одной оси субпараллельных индивидов и микрокристаллических волокон). Особый интерес представляли параллельно-шестоватые агрегаты, которые ранее не были отмечены в описании морфологии якутитов [Угапьева и др., 2010].

Всего рентгенографически было исследовано 8 образцов. Первые пробные съемки проводились без дробления образцов. В результате на рентгенограммах линии лонсдейлита не были зафиксированы, что скорее было связано с малой чувствительностью метода и высокой степенью дисперсности лонсдейлита. Поэтому в дальнейшем некото-

рые образцы якутитов после пробных съемок рентгенограмм, на которых не зафиксированы линии лонсдейлита были расколоты. Съемка осколков образцов малых размеров в камере РКД проводилась с вращением, крупные образцы снимались без вращения. Для детального рентгенографического исследования (съемка лауэграмм и дебаеграмм как целого образца, так и его расколотых фрагментов) были выбраны три образца, с различными типами морфологии:

Образец 406 – таблитчатый агрегат с полигональной поверхностью и параллельным изломом.

Образец 407 – спутанно-волокнистый агрегат зеленовато-серого цвета со свежим изломом поверхности.

Образец 408 – параллельно-шестоватый агрегат алмаза. Из данного образца выпилен пластина толщиной около 1.5 мм перпендикулярно оси удлинения субиндивидов в параллельно-шестоватом агрегате.

Фрагменты расколотых образцов 406, 407, разделены на группы по особенностям морфологии, цвету и прозрачности:

1 группа – полупрозрачные светло-желтые округлые фрагменты;

2 группа – полупрозрачные светло-серые фрагменты с большим количеством черных включений;

3 группа – темные непрозрачные уплощенные зерна неправильной формы с параллельным положением блоков в агрегате.

Образец 406, в котором можно наблюдать параллельную ориентировку субиндивидов в таблитчатом агрегате, установлен в камере РКОП таким образом, чтобы плоскости пластинок в агрегате были ориентированы перпендикулярно к первичному пучку. Для образца 407, в виду отсутствия в его морфологии четких направлений при съемке выбрана произвольная ориентировка. Полученные лауэграммы (рис. 1, А, Б), позволяют утверждать, что данные образцы являются поликристаллическими с явно выраженной текстурой и высокой степенью дефектности, на которую указывают полосы астеризма. В образце 406, судя по более четким и ярким отдельным пятнам алмаза на дебаевском кольце лауэграммы, кристаллиты имеют более крупные размеры. На рентгенограммах обоих образцов присутствуют отражения лонсдейлита. Наиболее четко они наблюдаются на лауэграмме образца 407. Широкие линии лонсдейлита, указывают на высокую степень дисперсности минерала.

Съемка лауэграмм и дебаеграмм пластинки выпиленной из образца 408 проводилась в двух положениях: в первом случае, пластинка была перпендикулярна первичному пучку, следовательно, субиндивиды располагались параллельно первичному пучку – вдоль оси их удлинения в параллельно-шестоватом агрегате. Вторая съемка проведена при параллельном положении плоскости пластинки относительно первичного пучка. В этом случае, удлиненные субиндивиды в агрегате располагались перпендикулярно к падающему лучу. Отличие полученных дифракционных картин заключается в изменении интенсивности линий лонсдейлита, что, вероятно, указывает на преимущественное распределение кристаллитов лонсдейлита в интерстициях вдоль микрофибр алмаза в агрегате. Установлено, что в данном случае плоскость $(10\bar{1}0)$ структуры лонсдейлита параллельна плоскости (111) алмаза. Таким образом, ось удлинения субиндивидов алмаза в агрегате совпадает с направлением $[111]$ его структуры и, соответственно, параллельна направлению $[10\bar{1}0]$ лонсдейлита. При выборе направления распиловки данного образца с проведением пробных запилов было выявлено, что наиболее «мягкое» направление совпадает с плоскостью перпендикулярной направлению удлинения индивидов в параллельно-шестоватом агрегате. Рентгенографически установлено, что плоскость распиловки данного образца параллельна плоскости (111) алмаза. Очевидно, это объясняется наличием кристаллитов лонсдейлита, преимущественно ориентированных по удлинению субиндивидов агрегата.

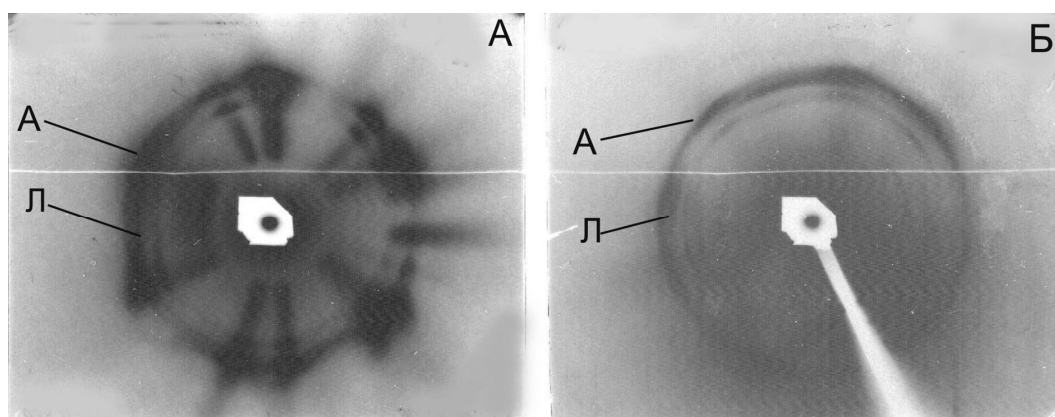


Рис. 1. Примеры лауэграмм: А – образец 406, Б – образец 407; стрелками показаны рефлексы алмаза (А) и лонсдейлита (Л).

Линии лонсдейлита (0.195; 0.217 нм) зафиксированы на дебаеграммах серых обломков якутитов с черными включениями (2 группа) и непрозрачных темных уплощенных зерен неправильной формы (3 группа), других дополнительных фаз не выявлено. На рентгенограммах прозрачных светло-желтых фрагментов (1 группа) расколотых образцов проявились лишь линии алмаза.

Отличие рентгенограмм отдельных фрагментов одного образца, прежде всего указывает на то, что исследованные «якутиты» являются поликристаллическими неоднородными агрегатами с признаками деформационных нарушений структуры. Интенсивность проявления линий лонсдейлита на рентгенограммах фрагментов образцов отличается и, следовательно, содержание его варьирует в объеме поликристаллического агрегата алмаза. В большинстве случаев исследованные образцы содержат лонсдейлит, что подтверждает их ударно-метаморфическую природу и согласуется с ранее установленным типом коренного источника данного типа алмазов [Вишневецкий и др., 1997].

Литература

- Аргунов К. П., Миронов В. П., Захарова В. Р., Зинчук Н. Н., Кириченко В. Т. Типоморфные признаки поликристаллов алмаза // Минералогические аспекты металлогении Якутии. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1990. С. 82–88.
- Ваганов В. И., Иванкин П. Ф., Кропоткин П. Ф. и др. Взрывные кольцевые структуры щитов и платформ. М.: Недра, 1985. 200 с.
- Вишневецкий С. А., Афанасьев В. П., Аргунов К. П., Пальчик Н. А. Импактные алмазы: их особенности, происхождение и значение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1997. 110 с.
- Галимов Э. М., Розен О. М., Беломестных А. В. и др. О природе графита в метаморфических породах Анабарского щита // Геохимия. 1990. № 3. С. 373–384.
- Горогоцкая Л. И., Квасница В. Н., Надеждина Е. Д. Ориентация соотношения графит-лонсдейлит-алмаз при природных превращениях в ударных волнах // Минералогический журнал. 1989. 11, № 1. С. 26–33.
- Граханов С. А. Алмазы импаکتного генезиса в россыпях северо-востока сибирской платформы // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. 2001. Вып. 12. С. 236–238.
- Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. М.: Недра, 2003.
- Каминский Ф. В., Блинова Г. К., Галимов Э. М., Гуркина Г. А., Клюев Ю. А., Кодина Л. А., Коптиль В. А., Кривонос В. Ф., Фролова Л. Н., Хренов А. Я. Поликристаллические агрегаты алмаза с лонсдейлитом из россыпей Якутии // Минералогический журнал. 1985. 7, № 1. С. 62–67.
- Масайтис В. Л., Мацак М. С., Райхлин А. И., Селивановская Т. В., Шафрановский Г. И. Алмазоносные импациты Попигаической астроблемы. СПб., 1998. 257 с.
- Угапьева С. С., Заякина Н. В., Павлушин А. Д., Олейников О. Б. Результаты комплексного минералогического исследования якутитов из россыпей Анабарского алмазоносного района // Отечественная геология. 2010. № 5. С. 37–44.