

ментальной минералогии: прогноз, поиски, оценка месторождений, разработка технологий переработки руд, минералосинтез, создание новых материалов. В последнее время весьма перспективными оказались экологические приложения минералогенных и минералогических экспериментов, особенно связанные с консервацией токсичных отходов.

Сыктывкарская научная школа экспериментальной минералогии сформировалась в конце 60-х годов прошлого столетия. К настоящему времени создана экспериментальная база, включая такие уникальные экспериментальные технологии как голографическая интерферометрия кристаллообразующей среды и поверхности растущего кристалла, автоклавы с оптическими окнами, микрокристаллизаторы с возможностью наблюдения кристаллических процессов на наноуровне с помощью атомно-силовой микроскопии и др. Сыктывкарской школой были разработаны новые концепции кристаллобразования и минералообразования, экспериментальные модели метасоматического рудообразования, фазовых трансформаций и конституционной эволюции дисперсного и ультрадисперсного состояния минерального вещества, разработаны новые поисково-оценочные методы, новые технологии получения синтеза минералов и материалов на минераль-

ной основе. Ряд прикладных разработок выразился созданием новых промышленных производств, в частности, уникальных оптических материалов.

Все доклады вызвали живой интерес и послужили стимулом для обсуждения новых идей и перспективных направлений современной минералогии (Асхабов А. М., Гликин А. Э., Граменицкий Е. Н., Зидаров Н. Г., Кадик А. А., Колонин Г. Р., Копейкин В. А., Кузнецов С. К., Кусков О. Л., Рашкович Л. Н., Ходаковский И. Л., Цветков Е. Г. и др.).

В целом XV Российское совещание по экспериментальной минералогии стало этапным явлением и показало возможности экспериментальных исследований в решении многих минералогических, петрологических и геохимических задач. Обозначились новые прорывные направления в области изучения форм существования вещества в мантии и ядре Земли, построения новых комплексных моделей природных процессов минерало- и рудообразования.

Литература

1. XV Российское совещание по экспериментальной минералогии: материалы совещания Сыктывкар, 22—24 июня 2005 г. Институт геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2005. 532 с.

ФУЛЬГУРИТЫ И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ОБЛИКА ЛИТОСФЕРЫ

А. Ю. Лысюк

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Геологическим следствием ударов молний в горные породы являются фульгуриты — трубчатые, не-редко разветвленные, или каплевидные образования, состоящие из стекла, реликтов вмещающих пород и минеральных новообразований (рис. 1). Они формируются в условиях локального сверхкороткого, в сотые и тысячные доли секунды, воздействия на минеральное вещество сверхвысоких температур (до 25000 К) и давлений (свыше 250 кбар), вызванных гигантскими атмосферными электрическими разрядами величиной до 80 Кл и силой тока до 200 КА, сопровождающихся световым, рентгеновским, гамма-, электромагнитным и другими видами излучений.

При ударе молнии в сухие горные породы-диэлектрики происходит локальное испарение и переплавление минерального вещества, а также технобарические фазовые трансформации минералов мишени, кристаллизация целого ряда необычных минеральных фаз. Эти образования детально охарактеризованы нами по результатам предыдущих исследований в ряде работ [1—4].

Ежедневно на земном шаре возникает около 4 млн. молний и хотя малая их доля приводит к образова-

нию фульгуритов, масштаб этого атмогенного явления позволяет относить его к разряду существенных минералогических факторов.

Выделяются два типа фульгуритов, определяемых характером пород мишени: *кластофульгуриты* (алевро- или псаммито-), образующиеся по различным рыхлым породам, и *петрофульгуриты*, являющиеся следствием разряда молний на обнаженную скальную поверхность твердых горных пород. В последнее время нами совместно с Г. А. Юргенсоном и Н. П. Юшкиным открыт новый тип фульгуритов — *фитофульгуриты*, образующиеся по растительности.

В результате удара молнии в копну сухого сена (с. Подволок, Читинская область, Россия; август 2002 г.) произошло возгорание травы и ее частичное коксование в нижней части без доступа воздуха. На поверхности земли среди золы осталось лепешковидное тело скатанно-волокнистой структуры размером 15 на 16 см, толщиной 1 см, весом около 90 г., представленное сложным углеводородным полимером состава $C_{41}H_{182}N_{26}S$, по всем признакам соответствующим природному среднему антрахолиту, подобным нефтяному коксу (рис. 2). В количествах около одно-

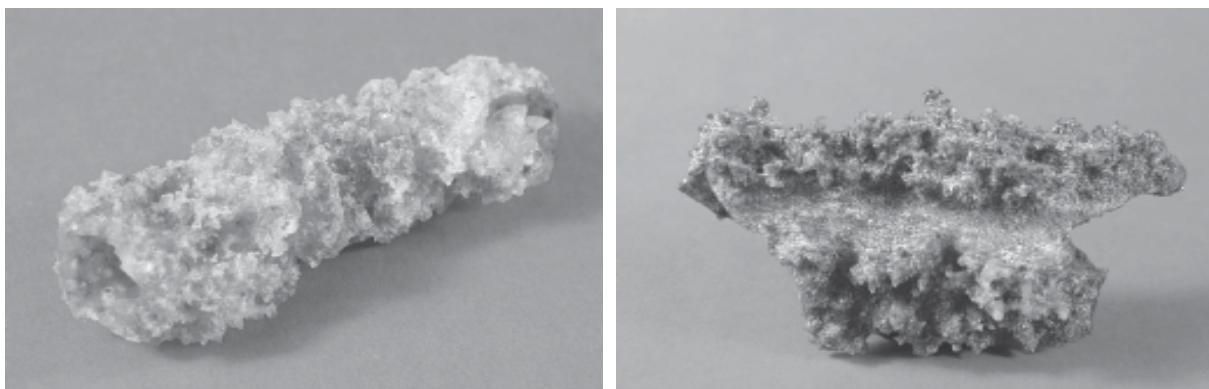


Рис. 1. Внешний вид мексиканских фульгуритов

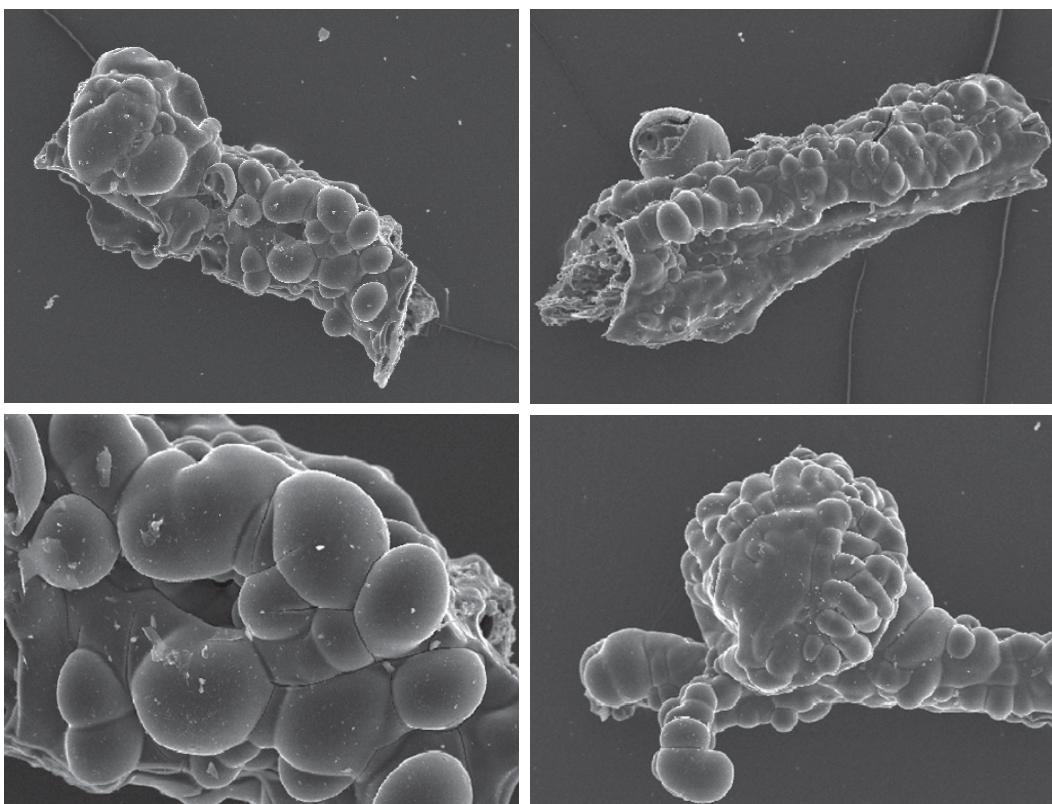


Рис. 2. Внешний вид фитофульгурита и некоторые слагающие его агрегаты

го процента и более присутствуют O, Si, Ca, Mg, Mn, менее процента Fe, Ti, Al, Sr, K, P, Cu, Zn, Pb, Co, входящие как в состав фульгурита, так и во включения, захваченные из почвы и новообразованных минеральных фаз. Изотопное соотношение $\delta^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ – 27.795 укладывается в интервал значений, соответствующих земной растительности. Найденный фитофульгурит отличается от прочих природных битумов необычно высоким содержанием аминокислот (2.36 мг/г) среди которых резко преобладают L-модификации. Реликтовые и новообразованные включения составляют 10—15 % объема. К реликтовым относятся фоссилизированные диатомеи, сложенные кремнеземом, к новообразованным — включения кремнезема, кварца, кальций-магниевых карбонатов, сульфатов, свинцовой латуни.

По результатам исследований фульгуритов из разных регионов мира мы можем сделать ряд выводов.

1. Импактные стекла различной природы характеризуются общими химическими, структурными и текстурными особенностями, главным из которых является унаследование состава пород мишени, а также гетерогенность и флюидальность, определяемая режимом затвердевания расплава и захватом воды и воздуха.

2. Установлено явление ликвации в фульгуритах с разделением расплава на существенно силикатную и алюмосиликатную фазы.

3. Установлено широкое разнообразие минеральных (кристаллических) фаз в импактных стеклах, которые подразделяются на реликтовые, сингенетические стекла и образующиеся в результате раскристаллизации стекла. В числе сингенетических минералов присутствуют самородные металлы и высоковоставленные соединения металлов, а также минералы редкоземельных элементов: циркона, урана и

др.

4. Ряд экзотических минералов из аллювиальных отложений и россыпей (самородные металлы, висмут и др.), считающиеся техногенными, могут быть генетически связаны с природными импактитами.

5. Механизм атмогенного электроразрядного превращения растительности в битум представляет не только научный, но и технологический интерес, поскольку позволяет разработать принцип превращения растительности и растительных отходов в энергетические источники.

Литература

1. Лысюк А. Ю. Электронная микроскопия фульгуритов пустыни Сонора (Мексика) и Нигозера (Карелия, Рос-

сия) // Рентгенография и кристаллохимия минералов. Материалы XV международного совещания. Санкт-Петербург, 2003. С. 343—345.

2. Структура стекол фульгуритов пустыни Сонора (Мексика) и Нигозера (Карелия, Россия) // Юбилейная Федоровская сессия, 2003. Санкт-Петербург. РИЦ Санкт-Петербургского государственного горного института. С. 53—55.

3. Лысюк А. Ю. Преобразование кварцодержащих пород в результате удара молнии // Кварц. Кремнезем: Материалы Международного семинара. Сыктывкар: Геопринт, 2004. С. 132—133.

4. Лысюк А. Ю. Лютоев В. П. Спектроскопия, Рентгенография и кристаллохимия минералов // Изучение фульгуритов методами ЭПР и мессбаузерской спектроскопии, Казань 2005, с. 151—154.

СТРУКТУРНЫЕ АСПЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

Е. П. Макагонов

Институт минералогии УрО РАН, Миасс

Структура определяется элементами структуры и связями элементов. Устойчивость структуры зависит от свойств (состояний) ее элементов, характера связей и среды. За основные структурные единицы принимаются атомы. При объединении атомов возникают атомно-координационные, молекулярные и комбинаторные группировки (атом-молекулярные, молекулярно-молекулярные, кластерные). Возможная симметрия группировок определяется принципами композиции элементов симметрии, т. е. принципами симметризации-дисимметризации Шубникова—Кюри для составных частей, подобных рассмотренным в учении о симметрии сростков минеральных индивидов [1]. Точечные и стержневые группы симметрии молекулярных частиц допускают некристаллографическую симметрию с образованием построек типа фуллеренов, квазикристаллов.

Трансляция в трех направлениях элементов структуры приводит к кристаллографической постройке. Минимальный объем кристалла как индивида должен быть равен 27 ячейкам, т. е. ячейке, окруженной со стороны всех граней, ребер и вершин другими экранирующими ячейками. Применительно к кубической ячейке кристаллит должен иметь размер не менее трех параметров a_0 . С учетом деформации поверхности, необходимо прибавить еще 0.5 a_0 по разные стороны от поверхности кристаллита. В примитивной кубической ячейке радиус действия узла R (атомный радиус) составляет половину параметра a_0 и поэтому радиус вписанной сферы в кристаллит будет равен 4R. Сферическая область с радиусом 4R по Р. В. Галину достаточна для определения локальной правильности системы точек и она же определяет предельные границы кватарона А. М. Асхабова.

При этих условиях большинство минеральных кристаллитов имеют величину 1—10 нм. Эти же размеры определяют и нижние пределы выделения ком-

понентов двойникования и мозаичности кристаллов. Если учесть требования аксиомы локального равенства окружения точки другими ее точками, граница правильности по М. И. Штогрину не превосходит 10R, т. е. кристаллитов размером 3—25 нм.

Основой строения кристаллических веществ выступает категория равенства частиц. Эта категория обуславливает принципы построения частиц по типу плотнейших упаковок Кгц, Гпу и политипной. В плотнейших упаковках на одну упаковку шаров S приходится одна октаэдрическая О и две тетраэдрические T₁, T₂ систем пустот. В каждой из позиций O, T₁, T₂ расположение пустот отвечает соответствующему типу плотнейших упаковок позиции S. Кроме того, имеется 4 плоскостные системы треугольных пустот t₁, t₂, t₃, t₄.

Фундаментальное значение относительного равенства всех позиций S, O, T₁, T₂, t₁, t₂, t₃, t₄ плотнейших упаковок определяется структурой пространства, состоящего из равных частиц, что наглядно видно на примере структуры алмаза (заполнение позиций S и T₁). Структуру графита можно представить, расположив атомы углерода в позиции t₁ упаковки Гпу. Трансформацию структуры алмаза в структуру графита в этом случае можно представить как смещение атомов из позиций S и T₁ в позиции t₁. При расположении одинаковых атомов в Кгц упаковке в позициях S, O, T₁, T₂, структура переходит в объемно-центрированную кубическую упаковку. Расположение одинаковых атомов в позициях S и O упаковки Кгц переводит ее в примитивную кубическую. В позициях плотнейших упаковок так же могут размещаться и группы атомов.

Принцип плотнейших упаковок дополняется принципами кратного заполнения позиций и гомологического сходства. Например, в структуре обычных амфиболов в катионных слоях октаэдров заполнение позиций 7/12, а в катионных тетраэдрических слоях запол-