

Калинкин Александр Михайлович,

д.х.н., Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева КНЦ РАН,
г.Апатиты, Россия, kalinkin@chemy.kolasc.net.ru

Тюкавкина Вера Владимировна,

к.т.н., Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева КНЦ РАН,
г.Апатиты, Россия, tukav_vv@chemy.kolasc.net.ru

Серова Екатерина Сергеевна,

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева КНЦ РАН,
г.Апатиты, Россия, serova@chemy.kolasc.net.ru

Gurevich Basia Izrailievna,

PhD (Engineering), I.V.Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials
of the KSC of the RAS, Apatity, Russia, kalinkina@chemy.kolasc.net.ru

Kalinkina Elena Vladimirovna,

PhD (Engineering), I.V.Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials
of the KSC of the RAS, Apatity, Russia, kalinkina@chemy.kolasc.net.ru

Kalinkin Alexander Mikhailovich,

Dr.Sc. (Chemistry), I.V.Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials
of the KSC of the RAS, Apatity, Russia, kalinkin@chemy.kolasc.net.ru

Tukavkina Vera Vladimirovna,

PhD (Engineering), I.V.Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials
of the KSC of the RAS, Apatity, Russia, tukav_vv@chemy.kolasc.net.ru

Serova Ekaterina Sergeevna,

I.V.Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials of the KSC
of the RAS, Apatity, Russia, serova@chemy.kolasc.net.ru

УДК 538.911

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ СТАЛАКТИТОВ

Т.А. Екимова, А.И. Григорчук, К.А. Екимов

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

Аннотация

Проведены рентгенографические исследования нескольких образцов техногенных сталактитов. Показано, что все образцы являются однофазными и представляют собой кальцит. Во всех исследованных образцах сталактитов текстура имеет одинаковый характер. Текстура не является аксиальной, а имеет сложный многокомпонентный характер и хорошо описывается методом симметризованных гармоник.

Ключевые слова:

техногенные сталактиты, дифракционные методы исследования.

THE X-RAY STUDIES OF TECHNOGENIC STALACTITES

T.A. Ekimova, A.I. Grigorchuk, K.A. Ekimov

Petrozavodsk state university, Petrozavodsk, Apatity

Abstract

The X-ray studies have been carried out for several samples of technogenic stalactites. It has been shown that all the samples are single phase and are calcite. In all the samples of stalactites the texture has the same character. The texture is not the axial, and has a complex multi-character and is well described by the symmetrical harmonics method.

Keywords:

technogenic stalactites, x-ray studies.

Карбонатные сталактиты и сталагмиты образуются не только в пещерах. Сталактиты известны и в искусственных сооружениях из бетона или цементированных строительных материалов: на потерях плотин, мостах, стенах сооружений. Такие сталактиты называют техногенными. Описаны сталактиты на своде Рюриковской крепости в Старой Ладогe, в подвалах Петродворца, под Кировским мостом в Санкт-Петербурге. Сталактиты обнаружены в подвале Парижского вокзала, а сталактитоподобные образования – в Вене, на крыше Парламента, на памятнике Моцарту и других объектах.

Исследование различных техногенных новообразований представляет определенный интерес не только с точки зрения их экзотичности, но и в связи с возможностью определения скорости природных процессов минералообразования, а в ряде случаев и их физико-химических параметров и решения ряда генетических проблем. Сравнение техногенных минералов и минеральных новообразований с подобными природными формами может помочь в реконструкции и моделировании природных процессов [1]. Кроме того, процессы выщелачивания, связанные с современной неблагоприятной экологической обстановкой, кислотными дождями, изменением химизма подземных вод оказывают определенное воздействие на процессы своеобразного аутогенного «техноспеломинарагенеза» [2]. Поэтому процессы техногенного минералообразования возможны и в естественных пещерах, что можно объяснить прямым или косвенным техногенным воздействием.

Также изучение техногенных сталактитов представляет интерес и в области строительства. Появление сталактитов и прочих натечных форм в зданиях и сооружениях может быть индикатором, который показывает наличие неблагоприятных процессов в строительных конструкциях. Понятно, что этот процесс приводит к изменению характеристик строительного материала и, как следствие, к дальнейшему разрушению здания.

Целью данной работы было рентгенографическое исследование техногенных сталактитов различного происхождения из пос. Марциальные Воды и г. Апатиты.

В рамках поставленной цели решались следующие задачи: проведение качественного фазового анализа с целью определения их фазового состава; индентирование рентгенограмм и уточнение периодов элементарной ячейки; уточнение профильных и структурных характеристик методом Ритвельда.

Образцы техногенных сталактитов были найдены на заброшенных стройках в пос. Марциальные Воды, Республика Карелия (сталактит 1) и в г. Апатиты (сталактиты 2 и 3). Сталактиты представляют собой плотное образование грязно-желтого цвета без внутреннего канала, а сталактит 1 – трубочку с тонкими стенками. Диаметр всех сталактитов в средней части 5-7 мм. Рентгенографирование образцов проводилось на автоматизированных установках ДРОН-3М в железном излучении и ДРОН-6.0, ДРОН-4.07 в медном излучении в интервале углов от 5 до 146° с шагом по углу 0.02°.

С целью определения фазового состава исследуемых образцов был проведен качественный фазовый анализ. Установлено, что все исследуемые сталактиты представляют собой кальцит CaCO_3 . Кристаллографические характеристики для всех исследуемых образцов и их сравнение с литературными данными представлены в табл.4.

Таблица 4. Кристаллографические характеристики исследуемых образцов

Образец	a, Å	b, Å	c, Å	β , °	V, Å ³	Пр. гр.	Z
Сталактит 1	5.002(8)	5.002(8)	17.065(1)	90	372.0(5)	R-3c	6
Сталактит 2	4.994(5)	4.994(5)	17.078(2)	90	371.1(1)	R-3c	6
Сталактит 3	4.995(1)	4.995(1)	17.060(2)	90	368.1(8)	R-3c	6
Кальцит [3]	4.980(1)	4.980(1)	17.224(2)	90	369.93	R-3c	6

Уточнение профильных и структурных характеристик рентгенограммы образцов сталактитов первоначально было выполнено в программе PDWin. На первом этапе уточнялись коэффициенты полинома фона, параметры полуширины дифракционных максимумов, периоды элементарной ячейки и параметры асимметрии пиков. После уточнения профильных характеристик факторы недоверности были слишком высоки, для того чтобы перейти к уточнению структурных характеристик: R_{wp} ~23-25 %, R_p ~17-18 %, R_{exp} ~8-9%, χ^2 ~3. При этом на рентгенограмме теоретически рассчитанная интенсивность нескольких сильных линий была значительно меньше экспериментальных интенсивностей.

Поэтому была введена поправка на текстуру методом Марча – Долласа. Данный метод позволяет учесть аксиальную текстуру в образце, при этом функция имеет два уточняемых параметра. Введение поправок на текстуру по выделенным направлениям не привело к заметному улучшению результатов, факторы недоверности уменьшились незначительно: R_{wp} ~20%, R_p ~16%. Таким образом, было сделано предположение о том, что текстура в образце не является аксиальной, а имеет более сложный, многокомпонентный характер. Для сложной многокомпонентной текстуры функция ориентации кристаллитов может быть рассчитана с использованием функций симметризованных гармоник, где параметры текстуры определяются из нескольких параметров выбранных отражений [4]. Во всех исследуемых образцах техногенных сталактитов параметры текстуры уточнялись вплоть до 4-го порядка включительно. Факторы недоверности, полученные после уточнения профильных и структурных характеристик рентгенограмм образцов, а также значения уточненных параметров в сравнении с литературными данными приведены в табл.2.

Таблица 2. Факторы недостоверности, стартовые и уточненные параметры для образцов сталактитов

Параметры	Литературные данные [3]	Сталактит 1	Сталактит 2	Сталактит 3
$a=b, \text{ \AA}$	4.980(1)	4.997(1)	4.994(1)	4.995(1)
$c, \text{ \AA}$	17.224(2)	17.063(2)	17.066(2)	17.060(2)
Координата атома кислорода x/a	0.2558(5)	0.2563(4)	0.2567(5)	0.2556(5)
$R_{wp}, \%$		9.61	10.84	6.81
$R_p, \%$		6.89	8.29	6.02
$R_{exp}, \%$		7.56	9.42	8.69
χ^2		1.27	1.09	1.08

Из таблицы 2 следует, что полученные в результате уточнения значения периодов элементарных ячеек и координат атомов для образцов техногенных сталактитов хорошо согласуются с литературными данными. По уточненным значениям координат атомов были построены структуры сталактитов и рассчитаны длины и углы связей в структуре. Все рассчитанные значения длин и углов связей лежат в области ожидаемых значений. Таким образом, можно говорить о корректности и надежности полученных результатов и утверждать, что текстуры в образцах техногенных сталактитов имеют одинаковый характер.

Литература

1. Натечные техногенные минеральные образования (сталактиты и коры) / С.С. Потапов, Н.В. Паршина, Н.Г. Максимович, В.А. Наумов, А.А. Каздым [Электронный ресурс]. // Естественно-научный институт: сайт. URL: http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/ng_0286.html (дата обращения: 02.09.2015).
2. Древние техногенные спелеообъекты как историко-археологические памятники [Электронный ресурс] // Континент: интернет-газета. URL: <http://kontinentusa.com/drevnie-technogennye-speleoobekty-kak-istoriko-arheologicheskie-pamyatniki/> (дата обращения: 02.09.2015).
3. Markgraf S.A., Reeder R.J. High-temperature structure refinements of calcite and magnesite // American Mineralogist. 1985. Vol. 70. P. 590-600.
4. Ahtee M.M., Suortti M.M. Jarvinen M. Correction for preferred orientation in Rietveld refinement // J. Appl. Cryst. 1989. Vol. 22. P. 261-268.

Сведения об авторах

Екимова Татьяна Анатольевна,

к.ф.-м.н., Петрозаводский государственный университет, г.Петрозаводск, Россия, dery77@mail.ru

Григорчук Алексей Иванович,

Петрозаводский государственный университет, г.Петрозаводск, Россия, agrig2@mail.ru

Екимов Константин Анатольевич,

к.ф.-м.н., Петрозаводский государственный университет, г.Петрозаводск, Россия, ekostq@mail.ru

Ekimova Tatiana Anatol'evna,

PhD (Physics and Mathematics), Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia, dery77@mail.ru

Grigorchuk Alexey Ivanovich,

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia, agrig2@mail.ru

Ekimov Konstantin Anatol'evich,

PhD (Physics and Mathematics), Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia, ekostq@mail.ru

УДК 66.074.34, 66.074.387

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ОЧИСТКЕ ГАЗОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ

С.А. Ефремов, А.Т. Кабулов, С.В. Нечипуренко

Центр физико-химических методов исследования и анализа КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан

Аннотация

Описана чистая и недорогостоящая технология получения активированных углей из растительного (кокосовый орех, абрикосовые косточки, древесина сосны и саксаула) и углерод-минерального (шунгит) сырья. Исследована морфология и структура углеродных материалов элементарным анализом, сканирующей электронной микроскопией. Определены сорбционные и эксплуатационные характеристики полученных сорбентов. Показано, что время защитного действия полученных сорбентов по отношению к аммиаку увеличивается после импрегнирования их солями никеля. Импрегнированные сорбенты могут использоваться для очистки воздуха от аммиака на промышленных объектах.

Ключевые слова:

шунгит, кокосовый орех, абрикосовые косточки, древесина саксаула, древесина сосны, удельная площадь поверхности, сканирующая электронная микроскопия, газозвоздушная смесь, аммиак.