

Сравнительный анализ порового пространства природного и синтетического малахита

Т.М. Бубликова¹, Т.В. Сеткова¹, Д. В. Корост², С.Р. Корост², Д.Р. Гафурова²

¹ Институт экспериментальной минералогии им. академика Д.С. Коржинского РАН
142432 Черногловка, ул. Академика Осипьяна, д. 4

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Геологический факультет Москва
119234 Москва, ГСП-1, Ленинские горы

Малахит, основной карбонат меди $[\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2]$ – на протяжении нескольких веков остается одним из популярных и востребованных ювелирно-поделочных камней благодаря своим уникальным текстурным характеристикам и высоким декоративным качествам. В связи с истощением месторождений Урала и прекращением добычи большая часть малахита в настоящее время поступает из Центральной Африки (ДР Конго, Замбия). В сложившихся условиях дефицита природного малахита в период 1970–1980 гг. были разработаны три технологии его синтеза (ВНИИСИМС, г. Александров; СПбГУ, Санкт-Петербург и ИЭМ РАН, Черногловка), которые позволили синтезировать большинство текстурных разновидностей малахита, по структуре и физико-химическим характеристикам идентичного природному минералу [1,2]. Тем не менее, были обнаружены и некоторые различия. Измерения плотности малахита, проведенные Т.В. Черненко и Е.П. Мельниковым, показали, что плотность синтетического малахита на 7–16 % меньше, чем природного [3]. Для установления причин пониженной плотности методом электронной микроскопии было изучено внутренне строение 15 образцов природного и синтетического малахита. Во всех исследованных образцах установлено наличие пор, микротрещин и пустот размерами от первых микрон до нескольких миллиметров (рис.1). Однако дать сравнительную количественную оценку пористости по результатам изучения строения поверхностных слоев и сколов образцов не представлялось возможным. Детально структура порового пространства двух образцов (синтетического малахита ИЭМ РАН и природного малахита месторождения Колвези, ДР Конго) была исследована методом рентгеновской компьютерной микротомографии (микро-КТ), который позволяет анализировать строение минерала во всем объеме образца без изменения его структуры и свойств [4]. Изучение образцов проводилось с помощью микрофокусной рентгеновской трубкой Hamamatsu 100/250 и детектором (ПЗС-матрица 11 Mpix). Последующая реконструкция полученных данных проводилась с помощью программного обеспечения Datos и NRecon (Bruker). Установлено, что средний и максимальный диаметры пор в синтетическом малахите больше, чем в природном минерале, но их количество в образце природного малахита больше, чем в синтетическом. Суммарный объем пор в образцах синтетического малахита в среднем на 40% превышает объем пор в образце природного малахита (Таблица 1). Таким образом, более высокая пористость синтетического малахита является основ-

ным фактором пониженной плотности синтетического аналога в сравнении с природным минералом.

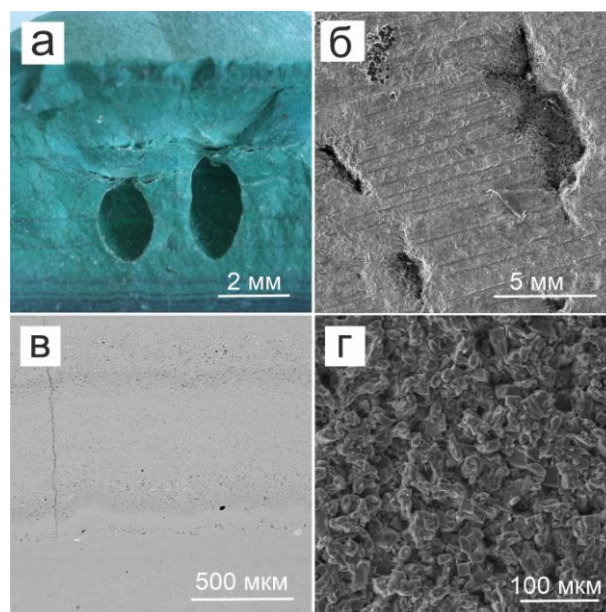


Рис. 1. а – полые каналы (“газмиты”) в слое малахита (ИЭМ РАН); СЭМ-изображения: б – пустоты и полости, заполненные рабочим раствором (ВНИИСИМС); в – микропоры, расположенные вдоль границ цветовых слоев малахита (ДР Конго); г – поры между кристаллами в параллельно-шестоватых агрегатах малахита (ИЭМ РАН).

Таблица 1. Характеристики порового пространства образцов (1 – синтетический малахит; 2 – природный малахит)

Образец	Количество объектов (пор)	Суммарный объем пор, мкм ³	Средний диаметр пор, мкм
1	12 935	4 091 450	5.49
2	21 007	2 589 352	4.13

Работа выполнена в рамках темы НИР ИЭМ РАН № FMUF-2022-0002

- Бубликова Т.М., Балицкий В.С., Тимохина И.В. Синтез минералов. Т. 1. Александров, ВНИИСИМС, 2000. 662.
- Bublikova T.M., Balitsky V.S., Khanin D.A., Nekrasov A.N., Setkova T.V. Moscow university geology bulletin, 2019, 74., 1, 73–80.
- Черненко Т.В., Мельников Е.П. Вестник геммологии, 2003, 8–9, 11–26 (8), 31–35 (9).
- Корост Д.В., Калмыков Г.А., Япаскурт В.О., Иванов М.К. Геология нефти и газа, 2010, 2, 36–42.