

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ КВАРЦИТОВ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

А. А. Анциферова

Томский политехнический университет, г. Томск, aaants@mail.ru

В последние годы возрастающий спрос на высококачественное кварцевое сырье вызван ростом производства новых материалов и изделий, получаемых из кварца (оптоволоконные системы связи, специальные виды стекла, кристаллический кремний для электронной промышленности и, особенно, кремний «солнечного» качества для изготовления фотоэлектрических преобразователей – солнечных батарей). В связи с этим актуальна задача оценки качества и перспектив использования в промышленности недефицитных кварцевых пород – кварцитов и кварцевого песка, которые могут служить источником дешевого, но высокочистого кварцевого сырья [Ананьева и др., 2001].

В Западной Сибири потенциальным источником высококачественного кварцевого сырья являются кварциты Антоновской группы месторождений (Кемеровская область). Общее содержание элементов-примесей даже в небогатенной породе показывает, что Антоновские кварциты практически не уступают традиционно чистому гранулированному кварцу. Кварциты почти полностью состоят из кварцевых микрозерен с плотной упаковкой, размер которых варьирует в пределах от 0.01 до 50 микрон (рис. 1), особая чистота которых обусловлена условиями образования. По своему происхождению кварциты относятся к осадочно-метаморфическим отложениям и являются продуктом литификации в условиях раннего метазенеза кварцево-гидрослюдисто-серецитового ряда [Коровкин и др., 2006]. При данных условиях формирования микрокварцитов происходило самоочищение кварцевых микрогранул (явление автолизии при кристаллизации), хорошо известное при синтезе минералов [Хаджи и др., 1987].

Наиболее чистые кварциты можно выявить по генетическому признаку, оценивая степень их кристалличности. Повышение степени кристалличности кварцитов связано с наложенными процессами метаморфизма, в результате которого происходит рекристаллизация и самоочищение кварцевых зерен.

Определение степени кристалличности кварцитов проводилась с помощью метода инфракрасной спектроскопии [Барсанов и др. 1979]. Регистрация спектров инфракрасного поглощения проводилась нами в интервале $300\text{--}4000\text{ см}^{-1}$ на спектрофотометре IRPrestige-21 фирмы «Shimadzu». Исследованные образцы кварцитов обнаруживают спектральную картину α -кварца: интенсивную полосу в области $1167\text{--}1080\text{ см}^{-1}$ (Si–O-валентные колебания), средней интенсивности двойной пик (дублет) $803\text{--}780\text{ см}^{-1}$ (колебания связанных SiO_4 тетраэдров), полосу меньшей интенсивности 695 см^{-1} , и две весьма интенсивные полосы около 525 и 465 см^{-1} , а также полосы 370 и 395 см^{-1} , которые связаны с O–Si–O деформационными колебаниями (рис. 1).

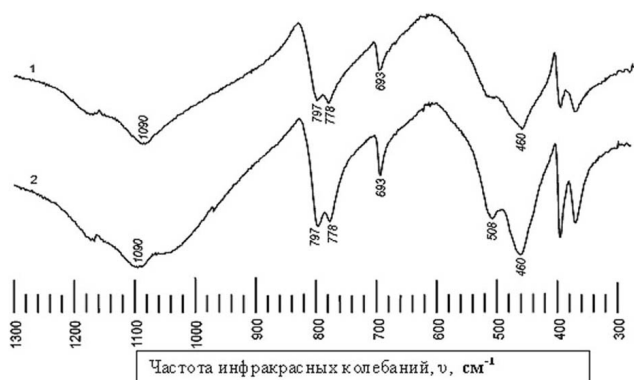


Рис. 1. Спектр инфракрасного поглощения образцов кварцитов месторождения «Сопка-248» с разной степенью кристалличности.

Однако, в отличие от крупнокристаллического α -кварца, в спектрах кварцитов полоса 1167–1080 см^{-1} становится более диффузной (она уширяется за счет правого плеча 1000–950 см^{-1}), уменьшается интенсивность дублета 803–780 см^{-1} , а полоса 525 см^{-1} смещается к значениям 515 и 510 см^{-1} , что свидетельствует о неупорядоченности и понижении степени кристалличности кварцитов.

Кристаллическая фаза α -кварца определяется наличием двойного пика поглощения 800–780 см^{-1} , который обусловлен колебаниями Si–O–Si связей в кварце. Положение этого двойного пика по спектру, средняя интенсивность, отсутствие суперпозиции других полос и большая чувствительность к структурным изменениям явилась причиной его использования для получения полуколичественного критерия оценки кристалличности. По методике, предложенной в работе [Плюснина, 1978], нами оценена степень кристалличности кварцитов по формуле

$$K_{\text{ИК}} = 10 f a/b,$$

где f – коэффициент пропорциональности для эталонного кварца (2.5–2.8), a/b – отношение величины слабого пика 776 см^{-1} к его коротковолновому плечу.

Значения индекса кристалличности образцов кварцитов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Степень кристалличности кварцитов месторождения «Сопка-248»

Образец кварцита	$K_{\text{ИК}}$, индекс кристалличности
Кварцит белый	2.21
Кварцит сероватого цвета с примазками глинистого вещества	2.66
Кварцит серый с примазками окислов железа	2.52
Кварцит черного цвета с периферийного участка	2.75
Кварцит серого цвета с примазками Mn	3.16
Яшмовидный кварцит буровато-вишневого цвета с черными прожилками	5.6

Мелкокристаллические кварциты месторождения «Сопка-248», отличающиеся достаточно высокой чистотой, как правило, характеризуются значениями индекса кристалличности в пределах 2.21...2.28. С глубиной, а также от центральных участков рудного тела к периферии кварциты изменяют свой химический состав и цвет; степень кристалличности их повышается до значений 2.75...3.16. В локальных участках, особенно в зонах повышенного дробления, изначально химически чистые кварциты под влиянием гипергенных процессов ухудшают свои качественные характеристики, однако степень их кристалличности повышается в отдельных местах до 5.6.

Литература

Ананьева Л. Г., Ананьев Ю. С., Долгов И. В., Коробейников А. Ф., Коровкин М. В. Поиски, оценка и обогащение кварцевого сырья для высоких технологий // Известия Томского политехнического ун-та. 2001. Т. 304. В. 1. С. 123–130.

Барсанов Г. П., Плюснина И. И., Яковлева М. Е. Особенности состава, некоторых физических свойств и структуры халцедона / Новые данные о минералах СССР. М.: Наука, 1979. Вып. 28. С. 3–33.

Коровкин М. В., Ананьева Л. Г. Оценка степени метаморфизма кварцитов по данным минералогических исследований / Теория, история, философия и практика минералогии: Материалы IV Международного минералогического семинара. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 125.

Плюснина И. И. Исследование структурной неупорядоченности халцедонов методом инфракрасной спектроскопии // ДАН СССР. 1978. Т. 240, № 4. С. 839–842.

Синтез минералов. Том 1 / Хаджи В. Е., Цинобер Л. И., Штеренлихт Л. М. и др. М.: Недра, 1987. 487 с.