

Геолого-минералогические науки

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
КВАРЦИТОВ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ
СПЕКТРОМЕТРИИ**

Анциферова А.А.

*Национальный исследовательский Томский
политехнический университет, Томск,
e-mail: aaants@mail.ru*

Оценка качества и перспектив использования в промышленности недефицитных кварцевых пород – кварцитов и кварцевого песка, которые могут служить источником дешевого, но высококачественного кварцевого сырья, является крайне актуальной в последние годы.

Кварциты Антоновской группы месторождений (Западная Сибирь, Россия) [1–3] относятся к осадочно-метаморфическим отложениям и являются продуктом литификации в условиях раннего метагенеза кварцево-гидрослюдисто-серицитовой фации. В результате метаморфизма кремнистой биогенной толщи происходила кристаллизация аморфного кремнезёма и появление кристаллической фазы α -кварца. Образующиеся кварциты отличаются структурой и степенью чистоты в зависимости от степени их преобразования.

Нами сделано предположение [4], что оценку степени преобразования кремнистой толщи и, таким образом,

выявление наиболее чистых разновидностей кварцитов, возможно провести путём определения индекса кристалличности K_i , который использовался в работах [5, 6] при исследовании структурной неупорядоченности халцедонов методом инфракрасной (ИК) спектроскопии.

Методика эксперимента. Для исследования отобранный пробы кварцитов разных технологических марок разрабатываемого месторождения «Сопка-248».

Спектры ИК-поглощения регистрировались на спектрофотометре Specord M40 в интервале $400 \dots 4000 \text{ см}^{-1}$ с разрешением $0,01 \text{ см}^{-1}$, а также на спектрофотометре с преобразователем Фурье IRPrestige-21 фирмы «Shimadzu» (FTIR-8400S) в интервале $300 \dots 4000 \text{ см}^{-1}$ с разрешением $0,001 \text{ см}^{-1}$, с помощью программного обеспечения IRsolution.

Результаты и обсуждение. В инфракрасных спектрах кварцитов обнаруживается спектральная картина α -кварца: интенсивная полоса в области $1165 \text{--} 1090 \text{ см}^{-1}$ (Si–O-валентные колебания), средней интенсивности двойной пик (дублет) $800 \dots 778 \text{ см}^{-1}$ (колебания связанных SiO_4 -тетраэдров), полоса меньшей интенсивности 693 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).

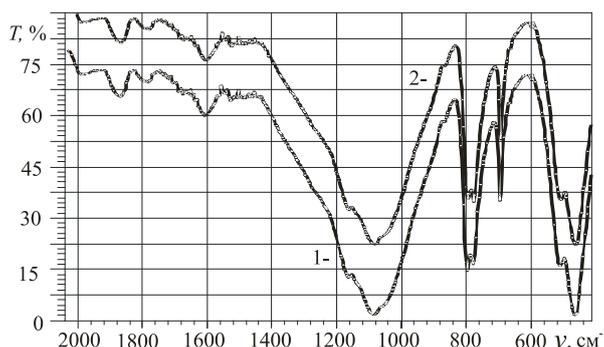


Рис. 1. Фрагменты спектров ИК-поглощения в области $2000 \dots 400 \text{ см}^{-1}$ образцов кварцитов Антоновского месторождения: 1 – белого; 2 – серого кварцита

Однако, в отличие от крупнокристаллического α -кварца, в ИК-спектрах кварцитов, также как и в спектрах халцедонов [5, 6], полоса $1165 \dots 1090 \text{ см}^{-1}$ становится более диффузной (она уширяется за счет правого плеча $1000 \dots 950 \text{ см}^{-1}$), уменьшается интенсивность дублета $\{797, 778\} \text{ см}^{-1}$, а полоса 525 см^{-1} смещается к значениям $508 \dots 510 \text{ см}^{-1}$, что свидетельствует о структурной неупорядоченности и понижении степени кристалличности кварцитов.

Впервые для оценки степени структурной неупорядоченности кварца К. Murata и М. Norgman [7] предложили определять «индекс кристалличности» путём расчёта отношений интенсивностей двойного пика при $2\theta = 67,74^\circ$ на рентгенограммах, полученных методом рентгеновской спектроскопии.

Кристаллическая фаза α -кварца определяется наличием двойного пика поглощения $800 \dots 778 \text{ см}^{-1}$. С изменением степени кристалличности вид данного дублета меняется. Характерный для α -кварца двойной пик ИК-поглощения при 778 и 797 см^{-1} обусловлен фундаментальными колебаниями разного типа симметрии Si–O–Si связей в кремнекислородном тетраэдре [8]. По мнению И.И. Плюсниной [5] именно этот двойной пик можно использовать для получения относительного критерия оценки кристалличности

кварца, отражающей степень его изменения. Положение этого двойного пика по спектру, средняя интенсивность, отсутствие суперпозиции других полос и большая чувствительность к структурным изменениям явилась причиной его использования для расчёта индекса кристалличности по формуле

$$K_i = 10 f a/b,$$

где f – коэффициент пропорциональности для эталонного кварца (2,8); a/b – отношение величины слабого пика 778 см^{-1} к его коротковолновому плечу (рис. 2).

По этой методике вычислены значения индекса кристалличности образцов кварцитов месторождения «Сопка-248», представленные в таблице.

Образец кварцита	K_i
Кварцит белый	2,21
Кварцит сероватого цвета с примазками глинистого вещества	2,66
Кварцит серый с примазками оксидов железа	2,52
Кварцит черного цвета	2,75
Кварцит серого цвета с примазками оксидов Mn	3,16
Яшмовидный кварцит буровато-вишневого цвета с черными прожилками	5,6

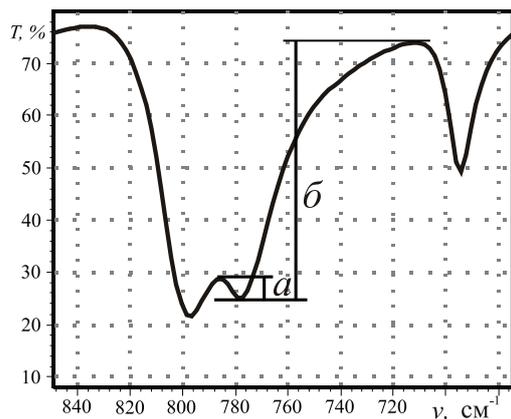


Рис. 2. Пояснение к методике расчёта индекса кристалличности по изменению двойного пика 800...778 cm^{-1} в спектрах инфракрасного поглощения

Приведенные в таблице усреднённые значения индекса кристалличности получены по результатам измерения 5–7 образцов. Эти значения отражают некоторые относительные значения индекса кристалличности, отражающие, по нашему мнению, степень преобразования кварцитов.

Действительно, мелкокристаллические кварциты месторождения «Сопка-248», отличающиеся достаточно высокой чистотой [3], как правило, характеризуются расчётными 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. Общее содержание элементов – примесей даже в необогащенной породе показывает, что данные кварциты практически не уступают традиционно чистому гранулированному кварцу. Общее содержание примесей в зерне составляет менее 10 ppm. Кварциты почти полностью состоят из кварцевых микрозерен с плотной упаковкой, размер которых варьирует в пределах от 0,01 до 50 мкм.

В локальных участках, особенно в зонах повышенного дробления, изначально химически чистые кварциты под влиянием гипергенных процессов ухудшают свои качественные характеристики, но индекс кристалличности повышается для отдельных образцов до значений 5,6.

Заключение. В пределах месторождения кварцитов «Сопка-248» Антоновской группы месторождений (Россия, Западная Сибирь) возможно проведение оценки степени преобразования осадочно-метаморфической толщи кварцитов с помощью определения индекса кристалличности, рассчитанного по параметрам двойного пика при 778 и 797 cm^{-1} в спектрах инфракрасного поглощения. Учитывая, что наиболее чистые разновидности характеризуются наименьшими значениями индекса кристалличности, такая оценка может служить генетическим признаком и использоваться для дальнейшего технологического картирования.

Список литературы

1. Захаров В.Б. Геологическое строение Антоновской группы месторождений кварцитов // Горный журнал. – 2000. – № 7. – С. 7–9.
2. Ананьев Ю.С., Ананьева Л.Г., Долгов И.В., Коробейников А.Ф., Коровкин М.В. Поиски, оценка и обогащение кварцевого сырья для высоких технологий // Известия Томского политехнического университета. – 2001. – Т. 304, № 1. – С. 123–130.
3. Ананьева Л.Г., Коровкин М.В. Минералого-геохимическое изучение кварцитов Антоновской группы месторождений // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306, № 3. – С. 50–55.
4. Ананьева Л.Г., Анциферова А.А., Коровкин М.В. Оценка степени преобразования кварцитов методом инфракрасной спектроскопии // Матер. Всерос. минералогического семинара с международным участием. – Сыктывкар: Геопринт, 2010. – С. 39–40.

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

6. 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.

7. Murata K.J., Norman I.M.B. An index of crystallinity for quartz // American Journal of Science. – 1976. – Vol. 276. – P. 1120–1130.

8. Силинь А.Р., Трухин А.Н. Точные дефекты и элементарные возбуждения в кристаллическом и стеклообразном SiO_2 . – Рига: Зинатне, 1985. – 244 с.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОЛОГО-СЪЕМОЧНОЙ ПРАКТИКИ НА УЧЕБНОМ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Выдрич Д.Е.

Национальный исследовательский
Томский политехнический университет, Томск,
e-mail: DEVrich@mail.ru

Геоинформационные системы и реляционные базы данных нашли самое широкое применение при производстве геолого-съёмочных работ. В производственных организациях геолого-съёмочного профиля используются геоинформационные системы ArcView, ArcGIS, системы управления базами данных (СУБД) ADK, MS ACCESS. Всероссийским геологическим институтом им. Карпинского разработаны нормативные документы [3] и сервисное программное обеспечение сопровождения ГДП. Однако освоение необходимого программного обеспечения занимает значительное время.

Предлагаемая разработка ставит перед собой целью, в период проведения учебной геолого-съёмочной практики, использование геоинформационных систем и реляционных баз данных для сбора, накопления, обработки полевой геолого-съёмочной информации, составления карт фактического материала и полевой геологической. Кроме этого система должна легко расширяться для дешифрирования аэро- и космоснимков и использования площадной геофизической информации.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: анализ необходимых информационных ресурсов, выбор программного обеспечения, инфологическое и датологическое проектирование базы данных для хранения полевой информации, создание физической структуры, запросов и интерфейса базы данных, создание и настройка геоинформационного проекта, наполнение базы данных полевой информацией, оперативное составление карты фактического материала, составление полевой геологической карты.

Анализ необходимых информационных ресурсов проводился из расчета, что в студенческой группе на период практики формируются до 10 маршрутных бригад. Каждая бригада за период практики проходит до 7 самостоятельных маршрутов, в которых описывает до 300 точек наблюдений и отбирают до 400 образцов.

Для хранения и работы с таким количеством информации вполне пригодна СУБД ACCESS. В качестве геоинформационной системы предлагается использовать ArcGIS, которая позволяет получить внешние данные из СУБД ACCESS, обладает широкими возможностями по созданию, редактированию и визуализации различных пространственных данных.

При инфологическом проектировании выделено 3 сущности: маршрут, точка наблюдения и порода со своими атрибутами. Между сущностями определены связи. Исходя из выбранного программного обеспечения и ER-модели проведено датологическое проектирование структуры базы данных. Далее проведено физическое создание структуры, интерфейса (рис. 1) и запросов в СУБД ACCESS.