© А.Б. Успенская, М.С. Гасоян, Г.К. Тютнева, 2008

УДК 53:622.362.1

А.Б. Успенская, М.С. Гасоян, Г.К. Тютнева

ВЛИЯНИЕ НА ВЕЛИЧИНУ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ПЕГМАТИТОВОГО КВАРЦА СОДЕРЖАНИЯ ОКСИГИДРИЛЬНЫХ ГРУППИРОВОК, ВХОДЯЩИХ В ДЕФЕКТЫ ЕГО СТРУКТУРЫ

Приведены результаты исследования величины пьезоэлектрического эффекта кварца оловорудных месторождений разного генезиса Забайкалья.

Жильный кварц оловорудных месторождений является парагенным минералом касситериту (SnO2). Разработка оловянных месторождений и добыча олова является насущной задачей, поэтому изучение свойств жильного кварца весьма актуально.

Жильный кварц – поликристаллический агрегат, состоящий из зерен различной формы и размера. Он залегает на разной глубине и формируется при различной палеотектонической обстановке, которая приводит к определенной ориентировке зерен кварца.

Объектом нашего исследования был кварц оловорудных месторождений разного генезиса Забайкалья. Образцы кварца были любезно предоставлены Е.И. Доломановой, которая совместно с Ив. Ф. Григорьевым занималась изучением оловорудных месторождений более 30 лет. Из блока кварца вырезались кубики, размер которых превышал размер представленного образца, т. е. их свойства отражают свойства кварца в массиве. С граней образца срезались пластинки для изучения шлифов и получения ИК-спектров. Результаты всех исследований относятся к одному и тому же образцу кварца и позволяют устанавливать влияние разных факторов на его свойства.

Исследуемый кварц выбирался из разных формаций: пегматитовой, касситерит-кварцевой, касситерит-полевошпат-кварцевой, касситерит-кварц-сульфидной. Для всех образцов кварца Е.И. Русаковой построены диаграммы выхода оптических осей зерен кварца на столике Федерова по методу Зандера. По виду диаграмм можно судить о типе симметрии пьезоэлектрической текстуры.

Кварц является минералом-пьезоэлектриком. Впервые А. В. Шубников установил наличие в поликристаллических системах пьезоэлектриков пьезоэлектрических текстур разного типа симметрии. Э. И. Пархоменко впервые определила типы симметрии пьезоэлектрических текстур для природных образований – горных пород. Ею разработана теория пьезоэлектрических текстур, согласно которой в горных породах, содержащих кварц [1], могут существовать текстуры типа симметрии ∞·m; m·3 : m; 4·m; 2·m. Тип текстуры определяется палеотектоническими напряжениями, при которых формировался кварц. У большинства исследованных образцов по диаграммам выхода оптических осей зерен кварца обнаружена текстура типа m·3 : m, но если для пегматитового и высокотемпературного гидротермального кварца тип текстуры

возникал в результате сильных тектонических воздействий, то для низкотемпературного гидротермального гребенчатого кварца – это текстура роста. Такой кварц образовывался на завершающей стадии гидротермального процесса и не испытывал сильных тектонических воздействий.

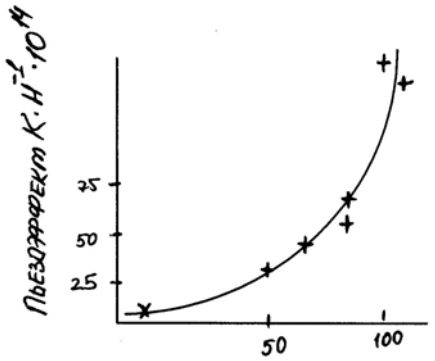
В некоторых образцах на фоне пьезотекстуры симметрии m·3 : m проступает текстура симметрии 4·m или 2·m. Такая картина наблюдается для кварца, испытавшего сильные и разнообразные тектонические воздействия. Примером может служить пегматитовый кварц Ононского месторождения (32/OH). Проведенные нами исследования пьезоэлектрических свойств кварца оловорудных месторождений [2] позволили установить их дифференциацию в зависимости от генезиса кварца. Наименьший пьезоэлектрический эффект обнаружен у пегматитового кварца Волынского месторождения, принимаемого нами за эталон кварца, претерпевшего инверсию и названного параморфозой α-кварца по β-кварцу. По данным Е.В. Цизерлинг, на величину пьезоэлектрического эффекта сильно влияет тонкая инверсионная сдвойникованность [3].

Пьезоэлектрический эффект у образцов кварца оловорудных месторождений измерялся у Э.И. Пархоменко в лаборатории высоких давлений ИФЗ АН СССР динамическим методом.

Рассматривая результаты измерения максимального значения пьезоэлектрического модуля пегматитового кварца с пьезоэлектрической текстурой симметрии m 3 : m, мы обнаружили, что эта величина изменяется от месторождения к месторождению. Наличие пьезоэлектрической текстуры одного и того же типа говорит об одинаковых или близких по характеру палеотектонических воздействиях, которые испытывал кварц при образовании и последующем существовании. Однако условия кристаллизации зависят от температур и давлений, т. е. от P, T-условий. Эти параметры для кварца каждого месторождения имеют свои значения. В силу этих причин кварц будет иметь различную структуру. Для определения этих изменений использовался метод ИК-спектроскопии, предложенный Г.К. Тютневой и М. С. Гасоян.

Кварц имеет существенные отличия в ИК-спектрах в области 3800-2000 см$^{-1}$, где лежат частоты валентных колебаний оксигидрильных группировок. Под оксигидрильными группировками понимают соединения вида OmHn (OH_1, OH_2, OH_3). Глубина полосы поглощения в этой области существенно зависит от генезиса кварца. С понижением температуры образования в ИК-спектрах увеличивается глубина полосы поглощения в области 3800-2000 см$^{-1}$. В параморфозе α-кварца по β-кварцу малое количество оксигидрильных групп и практически поглощение в этой области отсутствует. Принимая за эталон ИК-спектр в этой области параморфозы α-кварца по β-кварцу, сопоставляя с ним ИК-спектры различных групп кварца, можно оценить содержание в нем параморфозы α-кварца по β-кварцу.

Для пегматитового кварца разных месторождений, но с одним типом симметрии пьезоэлектрической текстуры, а именно m·3 : m, ИК-спектры различаются по полосе поглощения в области 3800-2000 см$^{-1}$. По разработанной нами методике определено содержание параморфозы α-кварца по β-кварцу для всех образцов пегматитового кварца с пьезоэлектрической текстурой симметрии m·3 : m.



(Io-1)/Io, %

Сопоставляя между собой величину максимального пьезоэлектрического модуля, или, как говориться, величины пьезоэлектрического эффекта, и относительную глубину полосы поглощения оксигидрильных группировок в ИК-спектрах, мы получили интересную зависимость, представленную на рисунке. Оказалось, что с увеличением глубины полосы поглощения оксигидрильных группировок в ИК-спектрах растет величина пьезоэлектрического эффекта. Последняя зависит от большого числа факторов, в том числе от структуры и ее дефектов. Поэтому понятно, что содержание оксигидрильных групп должно оказывать влияние, так как они располагаются на дефектах структуры типа OH/Me, где Me{Na, K, Li}, типа OH/Al, где алюминий замещает в решетке кремний.

Выводы

1. Исследование и сопоставление физических свойств пород следует проводить на образцах, геологически грамотно подобранных.
2. Палеотектоническая обстановка, при которой формировалась порода и P, T-условия отражается в его структуре и текстуре.
3. Сопоставлять свойства породы можно, если они изучаются на образцах, вырезанных из одного блока.
4. Пегматитовым называем кварц пегматитовой формации.
5. Исследуя кварц, формировавшийся при одинаковой или очень близкой тектанической обстановке, которая формирует в нем пьезоэлектрическую текстуру одной симметрии m·3 : m, можно проследить влияние P,T-условий на структуру кварца и установить как количество дефектов структуры влияет на величину пьезоэлектрического эффекта. Обнаружено, чем более «рыхлая» структура, тем больше величина пьезоэлектрического эффекта. Дефекты структуры – это группы OH в ней, которые фиксируются по ИК-спектрам в области 3800-2000 см$^{-1}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пархоменко Э.И.* Явление электролизации в горных породах. – М.: Наука, 1968.
2. *Успенская А.Б.* Проявление генетической памяти ф физических свойствах минералов и горных пород. Автореферат на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. М.: Российская Академия наук Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта. 1993.
3. *Цизерлинг Е.В.* Искусственное двойникование кварца. – М.: Изд-во АН СССР, 1961.

ГИАБ

Коротко об авторах

Успенская А.Б., Гасоян М.С., Тютнева Г.К. – кафедра физики, Московский государственный горный университет.

Рецензент д-р техн. наук, проф. *Д.Л. Широчин.*