

Е.Л.КОТОВА, студентка, lafleurvive@rambler.ru

Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

E.L.KOTOVA, student, lafleurvive@rambler.ru

Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

ОНТОГЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЖИЛЬНОГО КВАРЦА НЕКОТОРЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО УРАЛА

Всестороннее изучение жильного кварца дает ценную информацию об условиях его формирования, что очень важно для обоснования прогноза и поисков новых перспективных месторождений. С целью получения качественных и количественных минералогическо-петрографических характеристик жильного кварца разных технологических типов месторождений Южного Урала в агрегатах выделены четыре типа кварцевых зерен. Для подтверждения корректности проведенной дифференциации выполнен полный стереометрический анализ кварцевого сырья с помощью минералогического анализатора структуры МИУ-5М. Получены параметры строения минеральных агрегатов. На основе этих данных сделаны выводы, необходимые для геологов и технологов.

Ключевые слова: характеристика технического кварцевого сырья, полный стереометрический анализ, минералогический анализатор структуры МИУ-5М.

THE ONTOGENETIC ANALYSIS OF THE VEIN QUARTZ OF SOME DEPOSITS OF SOUTHERN URALS MOUNTAINS

Comprehensive studying of vein quartz gives valuable information about quartz and quartz bodies formation conditions, which is very important for a forecast substantiation and exploration of new perspective deposits. For the purpose to receive qualitative and quantitative mineralogy-petrographic characteristics of vein quartz of different technological types (deposits of Southern Urals Mountains) four types of quartz grains are dedicated. For acknowledgement of correctness of the differentiation the full stereometric analysis with the help of Mineralogical Analyzer of structure MIU-5M is carried out. Parameters of a structure of mineral aggregate are received. Basis on these data, genetic and necessary for technologists conclusions are represented.

Key words: characteristics of the quartz products, full stereometric analysis, Mineralogical Analyzer of structure MIU-5M.

В связи с постоянным ростом спроса на кварцевое сырье в нашей стране и в мире сегодня возникает вопрос о поиске новых перспективных и переоценке имеющихся месторождений кварцевого (особенно высококачистого) сырья [1].

Одной из основных методик исследований кварцевого сырья является изучение взаимоотношений минеральных индивидов и агрегатов, образующих кварцевые жилы, для выявления генетической информации

об их формировании [2,3] и выделения технологических типов жильного кварца. Для получения качественных и количественных минералогическо-петрографических характеристик жильного кварца поставлены следующие задачи:

1) изучить анатомию минеральных индивидов (их состав, состав и распределение включений, следы упругих деформаций, распределение и отношение блоков кристаллической решетки [4]);

2) исследовать форму сечений зерен и характер границ срастания минеральных индивидов;

3) оценить распределение индивидов в пространстве агрегата.

Работа выполнена на образцах жильного кварца, отобранных из месторождений восточного склона Южного Урала. Изученные месторождения жильного кварца (Кузнечихинское, Вязовское, Иткульское) структурно приурочены к Уфалейскому антиклинорию. Предварительное петрографическое изучение шлифов, полученных из штучков типичных жил месторождений, позволило условно разделить все зерна кварца на четыре типа. Дифференциация индивидов осуществлена по следующим визуальным признакам: характеру границ индивидов (их шероховатости), количеству и характеру распределения газово-жидких и минеральных включений, наличию блоков, вызывающих волнистое погасание в пределах одного зерна.

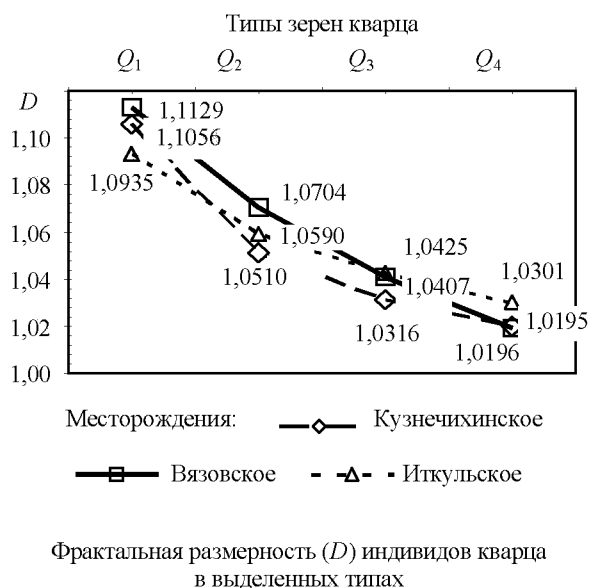
Для первого типа (Q_1) характерны кварцевые зерна с сильно «изрезанными» границами срастания, наличие большого количества минеральных и газово-жидких включений, большое количество блоков с волнистым погасанием. Для второго типа (Q_2) – зерна с более гладкими, чем у типа Q_1 границами срастания друг с другом, характерно небольшое количество в них минеральных и газово-жидких включений, и меньшее, чем у Q_1 , количество блоков с волнистым погасанием. В третий тип (Q_3) объединены зерна со слабо изрезанными границами, в них обычно отсутствуют включения, почти не наблюдаются блоки с волнистым погасанием. Четвертый тип зерен кварца (Q_4) характеризуется почти гладкими границами срастания и полным отсутствием различных включений и блоков с волнистым погасанием.

Для проверки корректности проведенной дискриминации кварцевых зерен, а также для более полной характеристики структуры и текстуры кварцевых агрегатов осуществлен полный стереометрический анализ с помощью минералогического анализатора структуры МИУ-5М. Прибор реализует непрерывный, синхронный со сканированием

интеграционно-геометрический метод анализа. Сканирование препарата в нем осуществляется по плоской спирали в полуавтоматическом режиме, т.е. оператор априори дискриминирует все типы кварцевых зерен и их границы, а прибор автоматически пересчитывает информацию, полученную при сканировании, в структурные параметры. Из возможных 24 параметров строения минеральных агрегатов, измеряемых на МИУ-5М, использованы следующие: модальный или количественный минеральный состав, гранулометрический состав, коэффициент агрегативности, внутренняя удельная поверхность, оценка изрезанности (шероховатости) границ индивидов и границ срастания. Последняя характеристика, в отличие от остальных, не интегральная, а индивидуальная. Эта топологическая оценка получена путем расчета фрактальной размерности (методом Фаена) методом гармонического разложения при анализе контура сечения зерен в шлифе и интегральной оценки удельной поверхности зерен для каждого выделенного типа.

Поскольку одним из главных признаков дифференциации кварцевых зерен на типы является степень шероховатости границ срастания индивидов, именно этому параметру при стереометрическом анализе уделено наибольшее внимание.

Построен график значений фрактальной размерности границ срастания индивидов кварца разных типов (по средним значениям шероховатости для каждого из четырех типов зерен кварца во всех жилах, см. рисунок). Установлено, что во всех месторождениях наблюдается общая закономерность: уменьшение фрактальной размерности границ зерен от типа Q_1 к типу Q_4 . Это позволяет предполагать, что все минеральные агрегаты жильного кварца подверглись перекристаллизации, сопровождающейся выполаживанием границ срастания индивидов, а кварцевые зерна типа Q_4 содержат признаки, наиболее приближающие их к индивидам завершённой перекристаллизации. Индивиды этого типа имеют наиболее «гладкие» границы, зерна практически свободны от блоков волнистого погасания и всех видов включений.



Корректность выделения четырех типов кварцевых зерен по полученным значениям фрактальной размерности границ срастания индивидов кварца проверена с помощью графиков вероятных ошибок определения среднего. Проверка показала, что доверительные интервалы средних значений фрактальной размерности не перекрывают доверительных интервалов соседних средних значений.

Шероховатость границ индивидов оценивалась методом гармонического разложения Фурье. С помощью этого метода мы получили для каждого индивида совокупность гармоник, охарактеризованных коэффициентами. Значения коэффициентов разложения от 1 до 9 характеризуют форму сечений индивидов кварца; гармоники 10-15 описывают шероховатость границ от грубой к

тонкой. Проведенный анализ выявил, что зерна кварца типа Q_1 , хотя и изометричные, но с наиболее шероховатыми границами; индивиды типа Q_2 тяготеют к вытянутым формам, зерна типа Q_3 не имеют выраженной тенденции к определенным формам, а типа Q_4 характеризуются изометричными и гладкими контурами. Метод гармонического разложения Фурье еще раз подтвердил выявленную ранее общую тенденцию уменьшения шероховатости границ индивидов от типа Q_1 к типу Q_4 . Результаты гранулометрического анализа показали, что индивиды кварца типов Q_1 - Q_3 всех жил имеют полимодальное распределение, а типа Q_4 характеризуются одномодальным нормальным распределением, т.е. наименьшим разбросом размеров.

Результаты наблюдений и измерений сведены в таблицу. Оценка модального состава показала, что во всех жилах всех месторождений преобладает кварц типа Q_1 , а наименьшей модой обладает кварц типа Q_4 .

Установлено, что жила Болотная, представляющая Кузнечихинское месторождение, по сравнению с остальными имеет наибольшее количество кварца типа Q_4 , что характеризует ее как наиболее перекристаллизованную. При анализе значений коэффициентов агрегативности выявлено, что жила Болотная характеризуется не только наибольшим содержанием кварца типа Q_4 , но и тем, что его индивиды образуют наибольшее количество, по сравнению с остальными типами, субагрегатов в объеме жилы. Это информация важна для технологов. Кварцевое сырье, содержащее максимальное количество

Основные параметры жильного кварца

Параметры	Месторождения	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
Значение фрактальной размерности	Иткульское	1,0895	1,0647	1,0465	1,0401
	Вязовское	1,1129	1,0684	1,0407	1,0215
	Кузнечихинское	1,1057	1,0494	1,0316	1,0210
Количество газово-жидких включений	Иткульское	Большое	Среднее	Низкое	Отсутствуют
	Вязовское	Большое	Среднее	Низкое	Отсутствуют
	Кузнечихинское	Большое	Среднее	Низкое	Отсутствуют
Количество блоков с волнистым погасанием	Иткульское	Большое	Среднее	Низкое	Отсутствуют
	Вязовское	Большое	Среднее	Низкое	Отсутствуют
	Кузнечихинское	Большое	Среднее	Низкое	Отсутствуют

зерен кварца близких размеров с гладкими границами, не имеющих включений (по нашей систематике это тип Q_4), является оптимальным для получения кварцевой крупки, используемой для плавки.

Подводя итог проведенных исследований, можно сказать, что в целом онтогенетический анализ индивидов и агрегатов кварца выявил общие закономерности для всех месторождений: уменьшение в индивидах кварца количества газово-жидких и минеральных включений, постепенное очищение от следов упругих деформаций в зернах, уменьшение шероховатости границ индивидов кварца от типа Q_1 к типу Q_4 . Исходя из результатов измерения шероховатости границ срастания зерен кварца из разных жил, можно сделать вывод о том, что кварц типа Q_1 относится к ранней стадии онтогенеза агрегата, типов Q_2 - Q_4 – к последующим стадиям преобразования жильных агрегатов. Сравнительный стереометрический анализ кварцевых агрегатов трех месторождений жильного кварца показал, что качество кварцевого сырья возрастает от жил Иткульского к Кузнечихинскому месторождению и прямо коррелирует со степенью перекристаллизованности кварцевых агрегатов в этом же направлении. Кварцевые зерна типа Q_4 , который характеризуется наиболее гладкими границами и отсутствием газово-жидких и минеральных включений, образу-

ют наибольшее количество субагрегатов в жиле Кузнечихинского месторождения. Таким образом, именно это месторождение представляет наибольший интерес для промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Емелин Э.Ф. Жильный кварц Урала в науке и технике / Э.Ф.Емелин, Г.А.Синкевич, С.И.Якшин. Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1988. 272 с.
2. Козлов А.В. Текстуры и структуры жильного кварца хрусталиночных областей / А.В.Козлов, А.А.Кораго. Л.: Недра, 1988. 159 с.
3. Юргенсон Г.А. Типоморфизм и рудоносность жильного кварца. М.: Недра, 1984. 149 с.
4. Crystallographic orientations of quartz grain-boundary segments formed during recrystallization and subsequent annealing / C.Liebl, B.Kuntcheva, J.H.Kruhl, K.Kunze // Eur. J. Mineral. 2007. № 19. P.735-744.

REFERENCES

1. Emelin E.F., Sinkevich G.A., Yakshin S.I. Vein quartz of the Urals in science and technics. Sverdlovsk: Sredne-Urals paper publishing office, 1988. 272 p.
2. Kozlov A.V., Korago A.A. Texture and structure of the vein quartz of the crystallizing regions, Leningrad: Nedra, 1988. 159 p.
3. Yurgenson G.A. Typemorphism and ore content of the vein quartz. Moscow: Nedra, 1984. 149 p.
4. Liebl C., Kuntcheva B., Kruhl J.H., Kunze K. Crystallographic orientations of quartz grain-boundary segments formed during recrystallization and subsequent annealing // Eur. J.Mineral. 2007. № 19. P.735-744.

Научный руководитель д-р геол.-минерал. наук, профессор Р.Л.Бродская