

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ КВАРЦА И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КВАРЦЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Анфилов В.Н.

Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, anfilov@mineralogy.ru

Кварц является одним из наиболее распространенных минералов магматических, метаморфических, гидротермальных, гипергенных и осадочных пород. Он образуется в широком диапазоне P – T условий от высокотемпературных высокобарических до низкотемпературных условий, существующих на поверхности Земли. В соответствии с этим можно выделить следующие генетические типы кварца: 1 – магматический; 2 – метаморфический; 3 – пегматоидный; 4 – гидротермальный высокотемпературный; гидротермальный низкотемпературный; 5 – осадочный хемогенный; 6 – осадочный детритовый.

Магматический кварц выделяется из расплавов среднего состава как наиболее низкотемпературная избыточная фаза. Из расплава гранитного состава он кристаллизуется совместно со щелочными полевыми шпатами при температуре тройного минимума. Пегматоидный кварц образуется непосредственно на температурной границе между солидусом гранита и флюидом, который выделяется из гранитного расплава при его кристаллизации. Кристаллизация фаз при формировании пегматита происходит в последовательности, которая приводит к отделению кварца от других минералов и образованию мономинеральных кварцевых ядер.

Представляется правильным выделять два типа метаморфизма: изохимический метаморфизм и метаморфизм, сопровождающийся химическим разложением высокотемпературных минералов. В метаморфических породах первого типа содержание кварца определяется составом пород, подвергшихся метаморфизму. В процессе динамометаморфизма возможно обособление кварца с образованием кварцевых прослоев, согласных со слоистостью породы. Метаморфические минеральные ассоциации второго типа образуются при разложении минералов при их взаимодействии с водными растворами. Примером такого процесса является разложение волластонита с образованием кварца и кальцита.

Гидротермальный высокотемпературный кварц образуется в интервале температур 360–250 °C и давлении более 400 бар. На диаграмме растворимости Кеннеди эта область характеризуется сильной зависимостью растворимости кварца от температуры. Четкой границы между высокотемпературным и низкотемпературным гидротермальным кварцем нет. Сильная зависимость растворимости кварца от температуры приводит к тому, что при наличии температурных градиентов в интервале 360–100 °C кварц неоднократно перетлагается, образуя несколько генераций кварцевых тел.

Огромные объемы кварца в виде хемогенных кварцитов накоплены в древней архейской коре и продолжают накапливаться в настоящее время в вулканических областях в форме опалитов. Уникальными формами скоплений гипергенного кварца являются маршалитовые коры выветривания, которые образуются по гранитам.

Отнесение того или иного генетического типа кварца к промышленным месторождениям кварцевого сырья определяется двумя факторами: содержанием минеральных и структурных примесей и минимальным объемом кварцевых тел, при которых отработка месторождения является экономически выгодной. По содержанию минеральных и структурных примесей месторождения кварца можно разделить на две группы. К первой группе относятся месторождения, пригодные для производства ферросилиция, металлургического кремния, кварцевых порошков для точного литья и металлургического флюса. Содержание SiO_2 в таком сырье должно быть на уровне 95–98%. Содержание структурных примесей в нем не лимитируется. Для этих целей пригодны многие хемогенные и обломочные кварциты, запасы которых не ограничены. Во вторую группу входят месторождения кварца, пригодные для производства особо чистого кварцевого стекла и гранулированного наноразмерного сфероидального кварцевого порошка. К этому виду сырья предъявляются жесткие требования, как по минеральным, так и по структурным примесям.

В кварцевом сырье присутствуют два типа минеральных примесей: минералы, которые находятся вне зерен кварца и которые можно удалить при обогащении кварцевого сырья. Это, как правило, полевые шпаты, слюды, минералы железа и глинистые минералы. Ко второму типу относятся минералы, которые находятся внутри зерен кварца и имеют размеры, соизмеримые с размерами частиц кварцевой крупки, из которой выплавляется кварцевое стекло. Чаще всего это зерна циркона и рутила. Главными элементами-примесями, влияющими на качество кварцевого сырья, являются Al, B и Ti, которые изоморфно встраиваются в структуру кварца. Особое место занимает вода, которая присутствует в кварце в форме OH-групп и в виде газовой-жидких включений.

Во второй группе кварцевых месторождений можно выделить пять типов: магматические, пегматитовые, высокотемпературные жильные месторождения в метаморфических комплексах, гидротермальные жильные месторождения и месторождения гидротермально переработанных хемогенных кварцитов. К первому типу относится известное месторождение Спринг Пайн (США), в котором кварц извлекается из пегматоидов и аляскитовых плагиогранитов. В России близким по условиям образования является месторождение Гора Хрустальная. Пегматитовые месторождения кварца, в которых кварц сосредоточен в кварцевых ядрах пегматитовых тел, широко распространены на Балтийском щите и, в частности, в Карелии и на Кольском полуострове. Запасы кварца в них небольшие, и качество кварца не высокое. К типу высокотемпературных жильных месторождений относятся кварцевые месторождения, расположенные в Уфалейском блоке метаморфических пород. Несмотря на то, что в настоящее время они являются единственным в России источником высокочистого кварцевого концентрата, их генезис изучен недостаточно. Классическими гидротермальными жильными месторождениями являются кварцевые месторождения Приполярного Урала, в том числе одно из наиболее крупных месторождение Желанное.

Уникальное месторождение кварца в гидротермально переработанных хемогенных кварцитах Бурал Сардык находится в Восточном Саяне.