

## Минералого-петрографическая характеристика вмещающих пород и гранулированного кварца Мало-Чипикетской кварценозной зоны (Патомское нагорье)

© *Л. Х. Галиахметова, Н. Г. Быдтаева, И. Н. Нигматов*  
ЦНИИГеолнеруд, г. Казань, Россия. E-mail: root@geolnerud.net

Приведены характеристика жиловмещающего комплекса и основные качественные показатели кварцевого сырья Мало-Чипикетской зоны, входящей в состав Патомского кварценозного района. На основании изучения типоморфных признаков кварца определены возможные направления использования сырья.

**Ключевые слова:** кварцевое сырье; минерагения; жиловмещающий комплекс; гранулированный кварц; геолого-промышленный тип.

## Mineralogical and petrographic characteristics of the enclosing rocks and granulated quartz of the Malo-Chipeketsk quartz zone (the Patom upland)

*L. Kh. Galiakhmetova, N. G. Bydtaeva, I. N. Nigmatov*  
FGUP «CNIIGeolnerud», Kazan, Russia. E-mail: root@geolnerud.net

The characteristic of a complex containing quartz veins and the main qualitative characteristics of quartz raw materials of the Malo-Chipeketsk zone, which is a part of the Patom quartz region, are given. Based on the study of typomorphic features of quartz the possible directions of use of raw materials are determined.

**Keywords:** quartz raw materials; minerageny; granulated quartz; geological-industrial type.

Благодаря своим физико-химическим свойствам кварц имеет большое значение в современных отраслях промышленности. Области применения и масштабы потребления кварцевых продуктов в мире имеют тенденцию к постоянному расширению и увеличению. Поэтому актуальна задача расширения МСБ кварцевого сырья для высоких технологий.

Патомский кварценозный район является одним из перспективных на кварцевое сырье. На площади выявлено месторождение Мало-Чипикетское, представленное жилой 2821 и многочисленные проявления безрудного кварца, требующие оценки.

Важную роль при формировании оруденения метаморфогенно-гидротермального типа играет литологический состав вмещающих пород. Изменение литологических разностей пород под влиянием метаморфических или метасоматических процессов приводит к извлечению содержащихся в них полезных минералов и переотложению в благоприятных структурных условиях. При формировании месторождений безрудного кварца происходит извлечение кремнезема и его переотложение в виде кварцевых жил. Рассланцованные породы выполняют роль структурных экранов, что способствует формированию разностей кварца с высоким светопропусканием. В пределах Мало-Чипикетской минерагенической зоны, входящей в состав Патомского кварценозного района, жиловмещающими являются породы, относимые к хайвергинской и бугарихтинской свитам балаганахской подсерии среднего рифея. Преобладающими породами являются кварциты, гнейсы и кристаллические сланцы, подчиненное распространение имеют амфиболиты, амфиболовые сланцы и милониты. *Кварциты* помимо кварца, содержат слюды, полевошпат (альбит), в порфиробластах часто встречается гранат. Содержание кремнезема в среднем составляет 82%, содержание щелочей изменяется от 2 до 5% с преобладанием натрия, содержание глинозема в среднем оставляет 8,5%. Характерно пониженное содержание титана — 0,38%, низкое содержание низкотемпературной и связанной воды. Минеральный состав *гнейсов* представлен кварцем (25–40%), альбитом, (30–50%), биотитом (до 20%), мусковитом (до 20%). Нередки: гранат (до 10%), амфибол, хлорит. Акцессорные минералы апатит, магнетит, ильменит, рутил, циркон, турмалин. В гнейсах по сравнению с кварцитами, отмечается повышение содержания  $Al_2O_3$ , суммарного железа, кальция, щелочей, потерь при прокаливании (ппп). Среди *сланцев* резко доминируют графит-слюдистые и биотит-мусковитовые разновидности, содержащие 10–15% биотита и от 25 до 35% мусковита. Количество кварца варьирует от 15% до 40%. Часто присутствуют альбит, в количестве 5–10%, гранат (до 5–10%) и ильменит (до 5%). Графит присутствует в виде тонко распыленной примеси. Из акцессорных минералов присутствует: ильменит, апатит, циркон, часто лейкоксен, иногда турмалин, нередко рутил, количество которого может достигать 2%. Двуслюдяные и гранатсодержащие сланцы, в которых мусковит преобладает над биотитом, характеризуются относительно пониженной кремнеземистостью. Милонитизированные, серицитизирован-

ные породы также характеризуются пониженным содержанием кремнезема, повышенным содержанием щелочей. Содержание кремнезема уменьшается в динамометаморфизованных сланцах с очковой и плейчатой структурой, а также в серизитизированных милонитах, что позволяет рассматривать в качестве дополнительного источника кремнезема.

*Амфиболиты и гранат-амфиболовые сланцы* содержат 50–65% амфибола (актинолита), 10–15% кварца, 7–10% граната, довольно часто, до 15% кислого плагиоклаза. Непостоянно, в небольших количествах присутствуют биотит, мусковит, хлорит, клиноцоизит, рутил, ильменит. *Амфибол-клиноцоизитовые сланцы* содержат от 18 до 45% кварца, от 15 до 35% амфибола, до 30% клиноцоизита, 8–10% граната. Нередко отмечаются: биотит (до 8%), плагиоклаз (до 10%), ильменит (до 8%), рутил (до 3%). Амфиболиты характеризуются пониженным содержанием щелочей, высоким содержанием титана и элементов группы железа-хрома, никеля-ванадия, марганца. Филлониты представляют собой черные, неразлично зернистые породы. Микроскопически сложены тонкозернистыми непрозрачными агрегатами темно-серого цвета с микроскопическими (менее 0,05мм) листочками светлой слюды и несколько более крупными (но менее 0,1мм) угловатыми и удлинёнными зёрнами кварца. Породы низкоглиноземистые, низкокремнеземистые с содержанием двуокси кремния 17,98–19,34%. Содержание глинозема от 6 до 9,5%, низкое содержание двуокси титана (0,05%), высокое содержание ппп — 9–14,9%. Характерной особенностью этих пород является повышенное содержание СаО — от 10 до 29% и Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> — от 7 до 22 %, концентратом которых является гидрофторапатит. По содержанию Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> породы могут быть отнесены к филлитовидным фосфоритам. Петрографо-петрохимическое изучение пород показало, что исходные терригенно-осадочные породы преобразованы в условиях мусковит-хлоритовой, кварц-биотит-мусковитовой субфации. Практически все изученные породы несут следы динамометаморфических преобразований: имеют полосчато-линзовидный и пятнистый облик, микропорфирокластические обособления, повышенное содержание углеродисто-графитового вещества.

Кварцевые жилы, выявленные в пределах Мало-Чипикетской зоны, преимущественно линзовидно-, клиновидные с частыми раздувами, образующими будинообразные формы. Крупные жилы преимущественно линзовидные, реже линзовидно-пластовые. Жильные зоны представлены сближенными кварцевыми телами. Контакты с вмещающими породами согласные, преимущественно пологие с падением в северных румбах. Качественная оценка кварцевого сырья многочисленных жил включала определение текстурно-структурных особенностей, химического и минерального составов, физико-химических характеристик, определяющих схему обогащения и возможные направления использования сырья.

Установлено, что кварцевые жилы сложены тремя структурно-текстурными разновидностями: 1) равномернозернистым гранулированным кварцем; 2) грануломорфным кварцем неравномернозернистой структуры; 3) первичнокристаллическим крупно-гигантозернистым кварцем.

К первому типу относится кварц жилы 2821, локализованной в восточном обрамлении Мало-Чипикетской купольной структуры. Вмещающие породы — грубо переслаивающиеся двуслюдяные плагиогнейсы, гранат-мусковитовые микроплагиогнейсы и гранат-двуслюдяные сланцы с редкими прослоями кварцитов, метаморфизованные в условиях эпидот-амфиболитовой фации. Жила сложена гранулированным кварцем мелко-среднезернистой однородной структуры. Концентраты, полученные из кварца этой жилы, характеризуются высоким светопропусканием ( $\geq 80\%$ ) и высокой химической чистотой, отвечающей требованиям, предъявляемым к кварцевым концентратам для плавки.

Основная часть выявленных жил сложена грануломорфным кварцем неравномернозернистой структуры. Этот тип кварца отличается от гранулированного кварца первого типа отсутствием реликтовых зёрен и четкой рекристаллизации.

Кварцевые жилы, сложенные первичнокристаллическим крупно-гигантозернистым кварцем, в основном сосредоточены в восточной части кварценозной зоны, в участках, состоящих из отдельных разноориентированных блоков, разделенных линейными разломами и надвигами.

Первый тип кварца имеет средне-мелкозернистую однородную структуру (1–5 мм), высокие показатели светопропускания (70–80,5%), низкое содержание газово-жидких включений (1–2 мкм и менее), расположенных в межзерновом пространстве и в редких прямолинейных залеченных трещинах и минеральных включений. Кварц второго типа обладает неоднородной структурой, размеры зёрен варьируют от 1 до 10–15 мм, характерны однофазовые и двухфазовые включения, распределенные по контурам микроблоков в неравномерно блокованных зёрнах. Размер включений варьирует от 1–2 до 30–35 мкм. Третий тип представлен кварцем крупно-гигантозернистой структуры, различной степени прозрачности. Коэффициент светопропускания редких высокопрозрачных участков этого типа кварца достигает 92%, но в основной массе обычно не превышает 50–55%. Наибольшее количе-

ство включений зафиксировано в замутненных участках, где преобладают крупные включения (до 50 мкм и более) незакономерно распределенные и густая сеть субпаралельно расположенных прямолинейных полосок, насыщенных мелкими включениями изометричной формы. Высокопрозрачные (фрагментарно-стекловидные) участки данного типа кварца свободны от включений. Включенная в схему обогащения стадия прокали способствует вскрытию газово-жидких включений (ГЖВ), при этом коэффициент светопропускания возрастает в среднем на 10%.

Содержание элементов-примесей является одной из наиболее важных характеристик кварцевого сырья, так как их суммарное содержание в концентратах промежуточной чистоты и в глубоко обогащенных концентратах лимитируется ТУ.

В необогащенном кварцевом сырье Мало-Чипикетской зоны отмечается повышенное содержание Al, Na, K, Ca, Ti, Li и Fe, что связано с присутствием минеральных включений: мусковита, гидроокислов железа, хлорита, биотита, альбита. Акцессорные минералы представлены графитом, рутилом, сподуменом, ильменитом и турмалином. Полная технологическая схема обогащения позволяет очистить кварц от минеральных примесей. Наиболее трудно удалимыми являются сростки кварца и полевых шпатов, тонкие игольчатые включения рутила, ильменит, внутри кварцевых зерен, а также графит.

Проведенное изучение показало, что жильномещающий комплекс представлен породами, различающимися по физико-механическим и химическим особенностям. Метаморфизм первично-осадочных пород в условиях мусковит-хлоритовой, кварц-биотит-мусковитовой субфации способствует миграции кремнезема и отложению в виде жил грануломорфного кварца. Полого залегающие рассланцованные породы выполняют роль экранов, что благоприятно для формирования жил, сложенных высокопрозрачным кварцем.

Детальные исследования комплекса типоморфных признаков кварцевого сырья Мало-Чипикетской кварценозной зоны позволили выделить два геолого-промышленных типа: плавочное сырье для высоких технологий (равномернозернистый гранулированный кварц и высокопрозрачные разновидности неравномернозернистого грануломорфного кварца) и рядовое светотехническое (неравномернозернистый кварц).

*Работа выполнена в рамках проекта в период 2015–2017 гг. ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» в сотрудничестве с ОАО «Кыштымский ГОК».*

**Галияхметова Лилия Хуснулловна**, ведущий инженер ФГУП «ЦНИИгеолнеруд», г. Казань.