

ОТВАЛЫ КАОЛИНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК КВАРЦЕВОГО СЫРЬЯ

Р. Ш. Насыров, А. С. Лебедев, В. А. Шипилова, Е. Н. Чурин

Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, roudolf@ilmeny.ac.ru

Россия одна из стран, а может быть единственная из стран, имеющая громадные месторождения природного кварца, используемого в самых различных отраслях промышленности. При этом на Урале сосредоточены месторождения наиболее высококачественного кварца [Быдтаева и др., 2003]. Казалось бы, что в этой ситуации проведение исследовательских работ по возможности использования нетрадиционных, высококремнеземистых сырьевых ресурсов не очень актуально.

Но необходимо иметь в виду, что зачастую кварцевые месторождения расположены в труднодоступных местах. Их освоение и добыча сырья требует значительных материальных затрат для создания всех видов инфраструктуры горнодобывающего предприятия, дороги, энергообеспечение, материально-техническая база, трудовые ресурсы, социально-бытовые объекты и т.п. Добыча сырья с неизбежностью приводит к нарушению экологической обстановки, как минимум, в районе добычи. Существующие технологии добычи и переработки кварцевого сырья, геолого-минералогические особенности месторождений и самого сырья, культура производства приводят к потере (75-90)% добытого сырья при создании кварцевых концентратов. Особенно велики потери до этапа производства кварцевого порошка включительно.

Между тем отходы ряда горнодобывающих предприятий Урала являются потенциальным источником кварцевого сырья, и большей частью, в виде песка. Эти доводы инициируют проведение исследований возможности их использования для создания кварцевых концентратов различного технологического назначения; производство технических стекол, синтез металлургического порошкового кремния, выплавка особо чистых однокомпонентных и легированных кварцевых стекол.

На Южном Урале это отвалы предприятия ЗАО «Пласт-Рифей» по добыче, обогащению и переработке каолина месторождения «Журавлиный Лог», ОАО «Новокаолиновый ГОК» на Еленинском месторождении, ЗАО «Ксанта» на Кыштымском месторождении.

Указанные каолиновые месторождения отличаются высоким содержанием кварца, 31–56 %, [Цюцкий и др., 2000] и 48–68 % [Месторождения..., 1974]. После обогащения кварцевый песок складывается в отвалах. Если ежегодный объем производства продукции предприятий превышает 500 тыс. тонн в год, а месторождения содержат более 100 млн тонн каолина, можно представить, сколько тонн отвалов (кварцевого сырья) «произведут» такие предприятия.

Вышеуказанные факты и доводы побудили проведение Институтом минералогии УрО РАН цикла работ по изучению возможности обогащения отходов каолинового производства Южного Урала, с целью их вовлечения в производство кварцевых концентратов.

Первым объектом исследований были отходы предприятия «Пласт-Рифей».

Две упаковки кварцевых песков с надписями КЖВ-1 и КЖВ-2 были предоставлены главным технологом предприятия. Предварительный визуальный анализ при помощи бинокулярного микроскопа показал, что пески светлого, серовато-желтого цвета, их фракционный состав в пределах 0.5–4 мм. Состоят, преимущественно, из зерен прозрачного, дымчатого, ожелезненного и замутненного кварца. Зерна неправильной формы с овальными, сглаженными контурами, в небольшом количестве присутствуют остроугольные обломки. В объеме песка и в отдельных кварцевых индивидах содержатся рудные минералы: ильменит, рутил, магнетит, гематит. Большинство кварцевых зерен

имеют на поверхности каолиновые примазки. В песках присутствуют: отдельные изометричные зерна альбита и микроклина, агломерированный и таблитчатый каолинит, чешуйки различных слюдистых минералов (в песках КЖВ-2 до 1 %); в незначительном количестве турмалин, рутил, сфен; встречены единичные зерна апатита, дистена; техногенные включения. Некоторые зерна кварца имеют каверны выщелоченных, по-видимому, полевошпатовых минералов.

Оба вида порошков вручную измельчались в кварцевой ступке и классифицировались на размерные фракции; (0.0–0.1), (0.1–0.2), (0.2–0.4) на лабораторных металлических ситах. Фракции (0.1–0.2), (0.2–0.4) трехкратно магнитно сепарировались электромагнитным сепаратором ЭВС-10/5 при токах намагничивающей катушки 3А, 5А, 10А. После магнитной сепарации для удаления пылевидной фракции порошки промывались моющим средством, тщательно прополаскивались питьевой водой и высушивались. Магнитные отсеы также промывались, высушивались и анализировались с помощью бинокулярного микроскопа. В состав отсеов электромагнитной сепарации при малых токах входят следующие минералы: магнетит, гематит, ильменит, турмалин, а также зерна кварца, примазанные лимонитом. Отсеы, полученные при больших токах, состоят из сфена, рутила, мусковита и зерен кварца, покрытых пленками гидроокислов железа.

Из промытого и магнитно сепарированного порошка КЖВ-1 методом вакуумной плавки [Насыров и др., 2007] было изготовлено кварцевое стекло. Слиток имел вес около 100 грамм. Стекло с большим количеством пузырей размерами от долей до первых миллиметров. В нем наблюдается значительное количество окрашенных и прозрачных свилей и выделений, подобных искусственно созданным в объеме высокочистого стекла [Кораблев, 2007]. Второй слиток стекла выплавлен также из предыдущего сырья, но очищенного выщелачиванием в течение одного часа в 20 %-ом растворе плавиковой кислоты при температуре 90–100 °С. Стекло столь же пузырное, как и в предыдущем эксперименте, но пузыри несколько крупнее и слиток, практически, не содержит окрашенных свилей, кроме отдельных сферических, серо-голубоватых в отраженном свете, выделений. Указанные дефекты не соответствуют определению свиль, т.к. «свиль в изделии из стекла – это растянутое стекловидное включение, которое имеет обычно отличные от основного стекла оптические и другие свойства» [Иебсена-Марведеля и др., 1986]. Судя по внешнему виду, вещество этих шариков не растворялось в расплаве кварцевого стекла, поэтому расплав вещества стянут поверхностным натяжением в шарик, подобно жировому шарiku в молоке. Температура плавления вещества, вероятно, выше температуры плавления кристобалита. В этом случае вещество включения затвердевает еще в объеме расплава стекла и при его затвердевании шарики в области своего окружения формируют упругие напряжения. Анализ, выполненный микроанализатором JXCA-733 JEOL показал, что включения состоят из рутила, в отдельных случаях с незначительным содержанием циркония, ниобия, алюминия.

Из порошка КЖВ-2, подвергнутого очистке с агломерационным удалением минеральных включений [Насыров, 2007] и последующим травлением в 20 %-ом растворе плавиковой кислоты при температуре 90–100 °С, также был выплавлен слиток, идентичный предыдущим. Стекло пузырное, но пузыри значительно, (в 2–3 раза), мельче, чем в предыдущих слитках. Визуально стекло более чистое, чем из порошка КЖВ-1. Включения, практически, отсутствуют.

Для установления возможности использования вышеуказанного кварцевого сырья для производства многокомпонентных технических стекол выплавлен слиток, по составу идентичный электровакуумному стеклу. Стекло имело следующий состав:

SiO_2 – 68 %, B_2O_3 – 2.8 %, Al_2O_3 – 4.0 %, CaO – 7 %, Na_2O – 10.0 %, K_2O – 7.7 %. Для выплавки этого стекла использовался очищенный агломерацией и химическим травлением кварцевый порошок КЖВ-1, который по чистоте несколько уступает кварцевому порошку из пакета КЖВ-2. Остальные компоненты стекла имели чистоту ХЧ.

Плавка производилась на воздухе в высокотемпературной печи с хромит-лантановыми нагревателями в алундовом тигле при температуре 1450 °С. Стекло хорошего качества, прозрачное, слегка зеленоватое. Результаты эксперимента по выплавке технического стекла свидетельствуют о возможности применения этих кварцевых порошков в стекольной промышленности.

Ограничение размера сообщения не дают возможности изложить в этой публикации результаты последних работ по обогащению указанного сырья. Но стекла, выплавленные из их концентратов, показывают, что в институте разработана технология очистки, позволяющая создавать кварцевый продукт высокого качества и из кварцевых отходов каолинового производства. Необходимо отметить, что наша технология обогащения не предусматривает использование операций разделения в тяжелых жидкостях и многоступенчатой флотации, что значительно улучшает санитарно гигиенические условия производства и снижает экологическую нагрузку на окружающую среду.

Выполненные эксперименты свидетельствуют о возможности использования кварцевых отходов ЗАО «Пласт-Рифей» для выплавки как технического, так и кварцевого стекла.

Разработанные нами технологии создания высокочистых кварцевых концентратов из данного сырья показывают возможность промышленного использования этих кварцевых отходов.

Литература

Быдтаева Н. Г., Шатнов Ю. А., Серых Н. М., Борисов Л. А. Минерально-сырьевая база кварцевого сырья России – состояние и перспективы развития // Сырьевая база неметаллических полезных ископаемых и современное состояние научных исследований в России: Мат-лы 1 Всесоюзной конференции. 2003

Иебсена-Марведеля Г., Брюкнера Р. Виды брака в производстве стекла. М.: Стройиздат, 1986.

Кораблев А. Г., Насыров Р. Ш., Шакиров А. Р., Быков В. Н. Экспериментальное исследование свилей в плавленом кварце жилы Беркутинская (Южный Урал) // Разведка охрана недр. 2007, № 10. С. 47–48.

Месторождения каолинов СССР, М.: Недра, 1974. 248 с.

Насыров Р. Ш., Быков В. Н., Кораблев А. Г., Шакиров А. Р., Игуменцева М. А. Тестовые наплавы кварцевого стекла как метод оценки качества кварцевых концентратов // Разведка охрана недр. 2007, № 10. С. 46–47.

Насыров Р. Ш. Агломерационный способ очистки кварцевого порошка // Обогащение руд. 2007. № 6. С. 14–16.

Цюцкий С. С., Кусова Т. А. Каолиновые коры выветривания – новый потенциальный источник кварцевого сырья России // Уральский геологический журнал. 2000. № 3 (15). С. 139–144.