

О Возможности Обогащения Кремнеземистого Сырья Узбекистана

Арипова Мастура Хикматовна¹, Номазов Умар Гуломович²

Аннотация: В Узбекистане трудно улучшить качество и конкурентоспособность продукции из-за отсутствия производств по обогащению кварцевого сырья. Целью исследования было выяснить, можно ли использовать физические методы обогащения кварцевого сырья. Просеивание, промывка, классификация, оттирка и магнитное воздействие использовались в лабораторных условиях. Определены наиболее перспективные варианты обогащения кварцевого песка, а также возможности обогащения кварца и кварцита в жилых помещениях.

Ключевые слова: физические методы обогащения, кварцевые пески, жильный кварц, кварцит.

Введение

В настоящее время кварцевые породы (кварциты, пески, песчаники и алевролиты) занимают первое место среди различных видов минерального сырья по объему промышленного потребления. Технологии обогащения кварцевого сырья и исходное сырье имеют решающее значение для получения достаточного количества чистых кварцевых концентратов. Качество производимой продукции из кварцевого сырья непосредственно влияет на качество кварцевого сырья. Редко, когда природное кварцевое сырье удовлетворяет требованиям, предъявляемым к нему. Химический состав, структурные характеристики и физические свойства основного компонента и примесей определяют методы обогащения кварцевого сырья [1, 5].

Целью этого исследования является определение минералогических характеристик кварцевого сырья, а также определение разумного выбора и изучение технологических этапов физического обогащения.

Природные минералы, такие как кварцевый песок, жильный кварц, фарфоровые глины и полевой шпат, часто связаны с оксидами железа и другими примесями. Эти соединения ухудшают процессы передачи в оптических волокнах, ухудшают прозрачность стекла, окрашивают керамические изделия и снижают температуру плавления огнеупорных материалов. Примеси, такие как Al, Fe, Ge и Ti, а также щелочные металлы могут снизить прозрачность глазур в ультрафиолетовой области и их радиационную стойкость, как показано авторами [6-8]. В зависимости от минералогических форм и распределения этих примесей в сырье можно использовать различные физические, физико-химические или химические методы, чтобы уменьшить содержание этих примесей.

В процессе природной формации кварцитового сырья эти примеси добавляются. Несмотря на то, что существует ряд методов обработки, которые могут снизить уровень примесей в жильном кварце, характеристики руды имеют решающее значение для получения кварцевого порошка, который может превратиться в высококачественный продукт. Примеси классифицируются как физически связанные и химически связанные в зависимости от их минералогических форм и

¹ Доктор технических наук, профессор заведующая кафедрой «Технология силикатных материалов, редких и благородных металлов» Ташкентский химико-технологический институт

² Аспирант кафедры «Технология силикатных материалов, редких и благородных металлов» Ташкентский химико-технологический институт



характеристик. Физические обработки, такие как промывка, измельчение (и разделение материала на частицы по размеру), оттирка и магнитная сепарация, используются для удаления физически связанных примесей. Более сложные процессы, такие как химическое воздействие, биологическое выщелачивание и электрохимическая сепарация, необходимы для удаления химически связанных примесей. Поскольку большая часть содержания Al изначально находится в кристаллической решетке, образцы кварца с уровнями Al или Fe более 100 м.д. сложно очистить до коммерческих уровней, то есть с содержанием Al менее 20 частей на миллион. Таким образом, природный кварц с низким содержанием примесей в решетке является очень ценным минералом, но также редким[9].

Сейчас в Республике Узбекистан есть более 20 месторождений качественного кварцевого сырья. Содержание основного компонента различает месторождения друг от друга. По данным основных компонентов, ни одно месторождение в природном состоянии не удовлетворяет требованиям к кварцевому сырью для производства высококачественной сортовой посуды, белого и светопропускающего фарфора и других высококачественных изделий. В Узбекистане известны мономинеральные кварцевые тела, жилы кварц полевошпатового состава и жилы гранулированного кварца в различных местах, таких как Таласский хребет, Султан-Уиздагская зона и Нуратинская зона. Они не могут конкурировать с кварцевыми месторождениями аналогичного типа в Уральской и Казахстанской кварценосных провинциях из-за небольших масштабов минерализации, качества сырья и иногда сложных горнотехнических условий разработки. Пески Самаркандского, Джеройского, Кулантайского и Яккабакского месторождений являются наиболее перспективными из кварцевых песков по содержанию примесей и основных компонентов.

Для обогащения кварцевых песков были выбраны жильный кварц из месторождений Самарканд и Джерданак.

Цель этой работы состоит в том, чтобы изучить способы обогащения физическим воздействием кварцевого сырья из месторождений Узбекистана, при этом особое внимание уделяется процессу очистки до коммерческого уровня.

Методы исследования

Химический анализ осуществлен на энерго дисперсионном рентгено- флуоресцентном спектрометре Rigaku NEXCGEDXRF.

Рентгенографический анализ. Фазовый состав синтезированных соединений и материалов определяли рентгенографическим анализом. Дифракционные картины получены по методу порошка на установке Shimadzu на CuK α излучении. Съемка рентгенограмм осуществлялась с шагом 0,02 град, напряжение 30 кВ, ток 30 мА. В расчетах и при идентификации фаз использовали данные, приведенные в базе данных WWW-МИНКРИСТ [10].

Кристаллооптический анализ. Определение оптических констант и фазового состава, спеченных и закристаллизованных образцов выполняли под микроскопом в проходящем свете. Показатели светопреломления определяли иммерсионным методом с помощью поляризационного микроскопа МИН-8. Определение формы и размеров кристаллов проводили при выключенном анализаторе. Точность измерений $\pm 0,001$.

Результаты и обсуждение

По своему химическому составу кварцит Джерданакского месторождения содержит однако оно значительно выше по содержанию оксида алюминия и железа, чем жильный кварц Самаркандского месторождения. Полученные результаты сведены в таблица 1.



Таблица 1. Химический анализ природных источников кварца

Наименование материала	Массовое содержание, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Cr ₂ O ₃	п.п.п
Кварцит Джерданакского месторождения	92,25	3,28	-	1,33	1,35	0,16	0,51	0,14	-	0,98
Жильный кварц Самаркандского месторождения	98,09	0,70	-	0,08	0,16	0,08	0,49	0,14	-	0,01

Кварцит и жильный кварц подвергали дроблению, измельчению, просеиванию, промывке, классификации, оттирке и магнитной сепарации. После каждой стадии воздействия определяли химический состав. Полученные результаты сведены в таблицах 2.1.-2.5

Таблица 2.1. Результаты исследования кварцевого сырья после стадии промывки

Вид Воздействия	Массовое содержание оксидов, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	SO ₂
Кварцит Джерданакского месторождения										
Природный после дробления	92,25	3,28	-	1,33	1,35	0,16	0,51	0,14	-	0,98
Измельчение	92,12	3,28		1,56	1,33	0,16	0,51	0,14	-	0,90
Промывка	98,03	1,01	-	0,03	0,03	0,06	0,23	0,07	-	0,001
Жильный кварц Самаркандского месторождения										
Природный после Дробление	98,09	0,70	-	0,08	0,16	0,08	0,64	0,14	-	0,01
Измельчение	98,30	0,70		0,12	0,16	0,08	0,49	0,14	-	0,01
Промывка	99,19	0,38	-	0,07	0,06	0,02	0,21	0,07	-	-

Таблица 2.2. Результаты определения состава кварцевого сырья после классификации

Вид воздействия	Массовое содержание оксидов, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	SO ₂
Кварцит Джерданакского месторождения										
Промывка	98,03	1,01	-	0,03	0,03	0,06	0,23	0,07	-	0,001
Классификация	99,65	0,09	-	0,03	0,03	0,04	0,11	0,05	-	-
Жильный кварц Самаркандского месторождения										
Промывка	99,19	0,38	-	0,07	0,06	0,02	0,21	0,07	-	-
Классификация	99,43	0,19	-	0,05	0,06	0,02	0,19	0,06	-	-

Таблица 2.3. Результаты обогащения кварцевого сырья оттиркой

Вид воздействия	Массовое содержание оксидов, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	SO ₂
Кварцит Джерданакского месторождения										
Классификация	99,65	0,09	-	0,03	0,03	0,04	0,11	0,05	-	-
Оттирка	99,69	0,08	-	0,02	0,03	0,04	0,09	0,05	-	-
Жильный кварц Самаркандского месторождения										
Классификация	99,43	0,19	-	0,05	0,06	0,02	0,19	0,06	-	-
Оттирка	99,48	0,17	-	0,04	0,06	0,02	0,17	0,06	-	-



Таблица 2.4. Химический анализ кварцевого сырья после обогащения магнитной сепарацией

Вид воздействия	Массовое содержание оксидов, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	SO ₂
Кварцит Джерданакского месторождения										
Оттирка	99,69	0,08	-	0,02	0,03	0,04	0,09	0,05	-	-
Магнитное воздействие	99,69	0,08	-	0,02	0,03	0,04	0,09	0,05	-	-
Жильный кварц Самаркандского месторождения										
Оттирка	99,48	0,17	-	0,04	0,06	0,02	0,17	0,06	-	-
Магнитное воздействие	99,48	0,17	-	0,04	0,06	0,02	0,17	0,06	-	-

Из приведенных в таблице 2.4 данных видно, что магнитное обогащение неэффективно для извлечения магнитовосприимчивых нежелательных примесей их кварцит Джерданакского месторождения и жильного кварца Самаркандского месторождения.

Анализируя полученные данные можно заключить, что в процентном отношении наибольшее влияние оказывает промывка песка. В результате этого процесса удаляются глинистые включения.

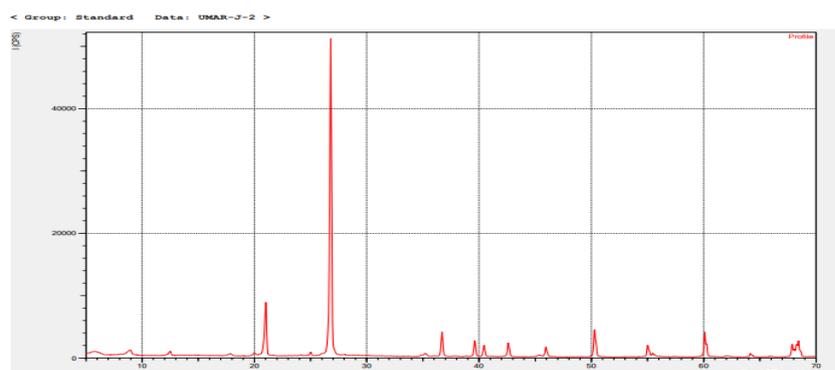
Таблица 2.5. Результат обогащения кварцевого сырья в результате исследованных процессов

Вид сырья	Массовое содержание оксидов, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	SO ₂
Кварцит Джерданакского месторождения										
Природное	92,25	3,28	-	1,33	1,35	0,16	0,51	0,14	-	0,98
Обогащенное	99,69	0,08	-	0,02	0,03	0,04	0,09	0,05	-	-
Жильный кварц Самаркандского месторождения										
Природное	98,09	0,70	-	0,08	0,16	0,08	0,64	0,14	-	0,01
Обогащенное	99,48	0,17	-	0,04	0,06	0,02	0,17	0,06	-	-

Таким образом в результате осуществления процессов просеивания, промывки, классификации, оттирки и магнитного обогащения по содержанию оксида кремния получены следующие результаты:

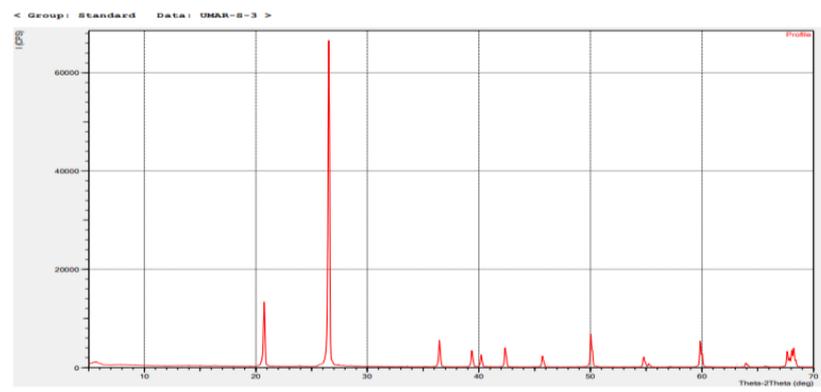
- Кварцит Джерданакского месторождения с 92,25 до 99,69%
- Жильный кварц Самаркандского месторождения с 98,09 до 99,48%

Рисунок 1 и 2 демонстрирует диффрактограммы кварцита месторождений Джерданак и Самаркандского жильного кварца. Диффрактограммы Джерданакского кварцита показывают наличие рефлексов кварца и полевого шпата (рис 1).



(a)





(б)

Рисунок 1. Дифрактограмма кварцита Джерданакского месторождения (а) и Самаркандского месторождения (б).



(а)



(б)

Рисунок 2. Кварциты: (а) - Самаркандского месторождения; (б) - пленка оксида железа на поверхности зерен песка Джерданакского месторождения.

Представленные на рисунке 2 снимки кварцита Джерданакского месторождения свидетельствуют о наличии примесей, в виде инородных включений и оксидной пленки железа на поверхности зерен.

Фотографии жильного кварца Самаркандского месторождения показывают, что его поверхность однородна и на его зернах нет инородных кристаллических включений.

Заключение

Изучены химический и минералогический составы кварцит Джерданакского месторождения и жильный кварц Самаркандского месторождения. Рентгенографическим исследованием установлено практическое отсутствие в составе изученных песков полевых шпатов. Определены результаты обогащения кварцевого сырья промывкой, классификацией, оттиркой и магнитной сепарацией. Установлена определяющая роль процесса промывки в деле удаления нежелательных компонентов и неэффективность магнитного воздействия на кварцит и жильный кварц. Установлено, что использованные процессы обогащения кварцевого сырья позволили получить содержание SiO_2 : кварците Джерданакского месторождения 99,69%; жильном кварце Самаркандского месторождения 99,48%;

Список использованных источников:

1. Афанасьев А.Д. Обзор технологий обогащения кварцевого сырья // Вестник ИрГТУ. 2010. №7 (47). С. 283-289.
2. Степаненко А.И., Степаненко А.А. Обогащение стекольных песков. https://gmexp.ru/netcat_files/userfiles/Broshyura_Peski_2019.pdf



3. Sētiņa J., Akishins V. Latvian quartz sand for production of glass // *Materials Sciences and Applied Chemistry*. 2011. V. 24. P. 61-69.
4. Гадиятов В.Г., Киях Д.А., Жидкова С.А. К проблеме использования кварцевого песка для получения особо чистого кварца // *Вестник ВГУ. Серия: Геология*. 2010, № 2. С. 324-327.
5. Матвеев А.И., Еремеева Н.Г., Слепцова Е.С. Исследование Кварцевых песков Западно-Хомустахского месторождения на обогатимость // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2009. № 1. – С. 121-126.
6. Griscom D. L. Trapped-electron centers in pure and doped glassy silica: A review and synthesis // *Journal of Non-Crystalline Solids*. 2011. P. 1945-1962.
7. Schreiber A., Kühn B., Arnold E., Schilling F.-J., Witzke H.-D. Radiation resistance of quartz glass for VUV discharge lamps // *Journal of Physics D: Applied Physics*. 2005. V. 38. P. 3242-3250.
8. Kuzuu N., Horikoshi H., Nishimura T., Kokubo Y. Effects of heat treatment on absorption bands in OH-free and OH-containing fused quartz // *Journal of Applied Physics*. 2003. V. 93. No. 11. P. 9062-9071.
9. Götze J. Chemistry, textures and physical properties – geological interpretation and technical application // *Mineralogical Magazine*. 2009. V. 73. No. 4. P. 645-671.
10. www-минкрисст (2018). Кристаллографическая и кристаллохимическая База данных для минералов и их структурных аналогов. <http://database.iem.ac.ru/mincryst>

