

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА ДЖЕЙРОЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН.**DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.62.106](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.62.106)**Арипова Мастура Хикматовна***Доктор тех наук, профессор,**заведующий кафедры химическая технология силикатных материалов,**Химико-технологический институт, г. Ташкент***Йулдошева Диёра Шухратовна***Студент группы третьего курса**Ташкентского химико-технологического института, г. Ташкент***АННОТАЦИЯ.**

Исследованы технологии обогащения кварцевого песка Джейройского месторождения для стекольной промышленности. Установлен гранулометрический и химический составы песков, изучены их физические свойства. Определена способность к обогащению кварцевых песков различными методами. Приведены сравнения стекол, разработанных на основе обогащенного и необогащенного песка. Предложена схема глубокого обогащения кварцевых песков, позволяющая получать высококачественные концентраты.

**ABSTRACT.**

The technologies of enrichment of quartz sand from the Dzheirayskoye deposit for the glass industry have been investigated. The granulometric and chemical compositions of the sands have been established, their physical properties have been studied. The ability to enrich quartz sand by various methods is determined. Comparisons of glasses developed on the basis of enriched and unfortified sand are given. The proposed scheme of deep enrichment of quartz sand, which allows obtain high quality, concentrates.

**Ключевые слова:** кварцевый песок, обогащение, оттирка, промывка, химический анализ.

**Keywords:** quartz sand, enrichment, rubbing, washing, chemical analysis.

Обогащение совокупность процессов первичной обработки минерального сырья, имеющая своей целью отделение всех ценных минералов от пустой породы, а также взаимное разделение ценных минералов.

Существует множество различных способов обогащения природных песков, например способ обогащения жильного кварца, известный из патента РФ №2042430, опубликованного 27.08.1995 и включающего дробление песка с последующей магнитной сепарацией, или известный из патента РФ №2017690, опубликованного 15.08.1994 способ обогащения жильного кварца, включающий механическое дробление породы, промывку водой, нагрев до 1000-1100°C, термодробление, измельчение, рассев на рабочую фракцию, магнитную сепарацию, флотацию, химическую обработку, промывку, фильтрацию, сушку и прокаливание.

Кварцевое сырье является основным компонентом стекольной шихты (обычно кремнезем составляет до 70% стекломассы), что и определяет высокие требования к этому сырью. Нормативным документом, определяющим основные требования к кварцевому сырью, является ГОСТ 22551-77 «Песок кварцевый, молотый песчаник, кварцит и жильный кварц для стекольной промышленности», с изменениями действующий и в настоящее время. Сырье разделено на марки, соответствующие различным видам стекла. Наиболее жесткие требования предъявляются к кварцевому сырью, предназначенному для получения хрусталя.

Природное кварцевое сырье чаще всего не соответствует требованиям ГОСТа, для стекольной технологии. В связи с этим его необходимо обогащать, так как в нем содержатся примеси глины, органические частицы, включающие извести, пыли и

другие [4, с. 121] Инвестиционная привлекательность кварцевого месторождения зависит от нескольких факторов, основным из которых является возможность обогащения до заданных параметров [1, с. 16]. Способы обогащения определяются минералогическим, гранулометрическим, химическим составом и формой нахождения нежелательных примесей [2, с. 32].

Выделяют пески крупнозернистые 0,5-1мм, среднезернистые 0,25-0,5мм и мелкозернистые 0,1-0,25мм. Мировое потребление кварцевых песков составляет 100-120 млн т в год. В основном кварцевые пески потребляются в стекольной промышленности. Россия потребляет 25млн т, США – 28млн т, Германия 12-14млн т. Большая часть запасов кварцевых стекольных песков сосредоточена в Сибирском, Центральном, Северо-Западном, и Приволжском федеральных округах РФ. На разных месторождениях содержание песков сильно отличается, например, Ташлинское месторождение содержит ( $\text{SiO}_2$  – 98,81;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 0,44;  $\text{CaO}$  – 0,37;  $\text{MgO}$  – 0,2;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,06); Егановское ( $\text{SiO}_2$  – 98,62;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 0,46;  $\text{CaO}$  – 0,24;  $\text{MgO}$  – 0,11;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,05); Тулунское ( $\text{SiO}_2$  – 95,4;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 2,5;  $\text{CaO}$  – 0,9;  $\text{MgO}$  – 0,43;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,2) % мас [3, с. 18]

В Республике Узбекистан, насчитываются более 100 месторождений кварцевого песка, таких как Джейройское ( $\text{SiO}_2$  – 97,96;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 0,52;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,15;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,11;  $\text{CaO}$  – 0,18;  $\text{MgO}$  – 0,12;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,15) % мас; Керменинское ( $\text{SiO}_2$  – 91,77;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 3,73;  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,44;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,29;  $\text{CaO}$  – 0,72;  $\text{MgO}$  – 0,16;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,36) % мас; Чиялинская  $\text{SiO}_2$  – 77,68;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 11,34;  $\text{K}_2\text{O}$  – 4,45  $\text{Na}_2\text{O}$  – 2,52;  $\text{CaO}$  – 1,56;  $\text{MgO}$  – 0,28;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,93 % мас. [5, с. 31]

По сравнению с месторождениями Российских кварцевых песков качество большинства месторождений не соответствует требованиям предъявляемых к кварцевым пескам и требует проведения операций их обогащения.

Выполненные исследования кварцевых песков Джейройского месторождения являющимися

наиболее перспективным по содержанию основного компонента и примесей.

Кварцевые пески месторождений Республики Узбекистан содержат нежелательные примеси, которые негативно влияют на качество выпускаемой продукции. Минералогический состав кварцевых песков месторождений Узбекистана представлен в табл. №1

Таблица №1

#### Минералогический состав кварцевых песков Республики Узбекистан

Минерал	Содержание, %, месторождения		
	Джейройское	Керменинское	Чиялинское
Кварц	100	86,7	55,2
Полевые шпаты	Ед.зн	13,3	33,7
Слюды	Ед.зн	Ед.зн	9,5
Обломки руд	Ед.зн	Ед.зн	Ед.зн
Хлорит	-	Ед.зн	1,6
Магнетит	Ед.зн	Ед.зн	Ед.зн
Пиркон	Ед.зн	-	Ед.зн
Турмалин	Ед.зн	Ед.зн	Ед.зн

Из таблицы видно, что кварцевые пески представляют собой обломочную породу, состоящую в основном из зерен кварца. Примесями в кварцевом песке Джейройского месторождения являются глины, тяжелые минералы, гидроксиды железа, легкие алюмосиликаты, включения минералов внутри зерен кварца, а также твердые растворы железа в кремнеземе, а в Керменинском месторождении, кроме этих примесей существует полево шпатовый концентрат.

Гранулометрический состав кварцевых песков месторождения России приведен в табл. №2

Таблица №2

#### Гранулометрический состав кварцевых песков месторождения Российской Федерации

Наименование месторождений	Размер зерен, мм								
	-1 +0,8	-0,8 +0,63	-0,4 0,315	-0,31 +0,2	-0,2 +0,16	-0,63 +0,4	-0,16 +0,1	-0,06 +0,52	-0,05 +0,22
Ташлинское	1,22	0,05	0,11	2,17	30,5	0,79	64,2	1,75	0,24
Неболчинское	-	-	6,4	40,2	32,5	0,34	12,5	4,8	1,72
Тулунское	-	0,12	2,5	17,7	30	0,67	27,0	17,67	7,03

Таблица №3

#### Гранулометрический состав кварцевых песков месторождения Республики Узбекистана

Месторождение	Выход, % фракция, мм						
	1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01
Джейройское	-	1,92	19,12	71,44	1,72	0,76	5,04
Керменинское	0,68	008	1,62	86,02	1,32	2,34	7,94
Чиялинское	81,84	14,06	1,42	0,80	0,16	0,2	1,52

Из таблицы видно, что кварцевый песок Джейройского месторождения по сравнению с Керменинским и Чиялинским месторождением не содержит в себе полево шпатовых примесей. Джейройский кварцевый песок по сравнению с кварцевыми песками месторождения России по своему минералогическому составу имеет сходство, а по гранулометрическому составу является мелкозернистым. Микроскопически продуктивный пласт Джейройского месторождения состоит из кварцевых песков белого и частично желтоватого цвета. Иногда встречаются небольшие линзы и гнезда желтого песка и тонкие пропластки глинистого материала (вблизи контакта с вмещающими породами).

Целью исследования является обогащение кварцевых песков Республики Узбекистан для стекольной и керамической промышленности. Традиционными основными этапами обогащения кварцевых песков являются промывка, оттирка, извлечение тяжелой фракции на концентрационных столах, магнитная сепарация.

#### Методы исследования

Учитывая наличие в исследуемом песке Джейройского месторождения вредных примесей: глинистой составляющей, гидроксидов железа, для улучшения марки песка использовались следующие методы обогащения: промывка, оттирка, отмывка кислотами, термодробление, магнитная очистка. Обогащение проводилось по следующей схеме:

1. Стадия промывки. Так как в исходном песке содержание глинистой составляющей варьируется в пределах от 2,5-5 %, то использование метода позволяет значительному уменьшению содержания в песке глинистых пород, и является одной из важных стадий обогащения.

2. Стадия оттирки. В исследуемом образце присутствуют окиси железа на поверхности кристаллов кварца в виде тонких налетов, вкраплений. Метод применяется для повышения прозрачности кристаллов кварцевого песка. В мельнице частицы кварцевого песка с небольшим количеством влаги, крутились и обтирались друг об друга, что привело к повышению прозрачности кристаллов песка. При исследовании кварцевого сырья после оттирки использованы методы оптического анализа на стереомикроскопе NSZ-806.

3. Стадия мокрого обогащения. В этом методе кристаллы кварцевого песка промывались с помощью соляных и серных кислот, так как в песке содержатся ионы железа которые образуют химические связи с кислотными остатками и образуют устойчивые соединения.

4. Стадия термодробления. Метод эффективен тем, что позволяет выделить окиси железа из самих кристаллов кварца. Обогащение кварцевого песка осуществлялось при повышенных температурах. Кристаллы кварца выдерживали в муфельной печи доведенной до 900°C, после подвергались моментально резкому охлаждению в воде, что привело к раскрытию самих кристаллов и позволило выделить ненужный примесь пегматит который находился внутри кристаллов.

5. Стадия магнитной очистки. Выделение магнитной фракции постоянным магнитом применяется, из-за присутствия в составе песка Джейроского месторождения минералов обладающих определенными положительным значением магнитной восприимчивости. Анализ магнитной фракции осуществлялся рентгенографическим методом на аппарате XRD-6100 (Shimadzu, Japan).

#### Результаты исследований

Результаты полученные после процессов оттировки и оттирки в сопоставлении вида кварцевого песка до оттирки представлены на рис. 1.

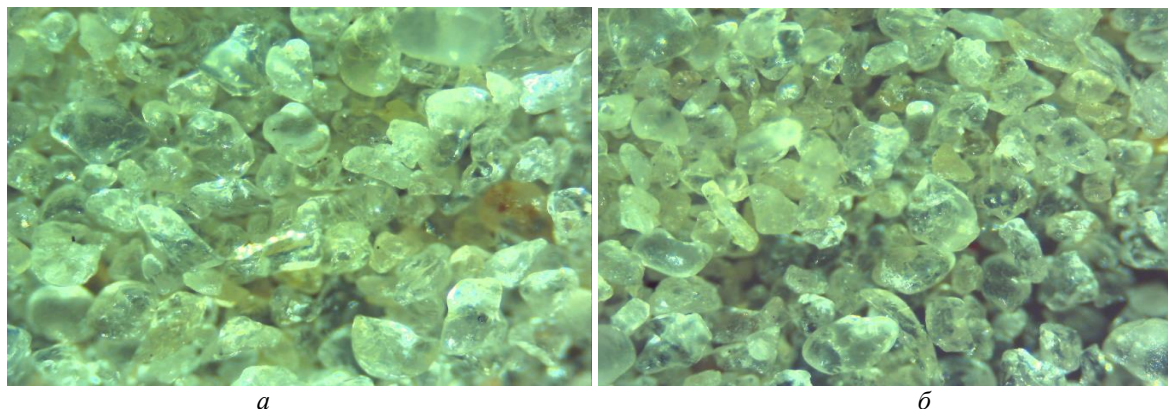


Рис. 1. Кварцевый песок Джейроского месторождения до (а) и после (б) оттирки.

Из приведенных рисунков видно, что кварцевый песок поддается оттирке, зерна кварца изменили свой цвет. Желтизна, присущая покрывающей их пленке, на многих зернах исчезла.

Дифрактограмма магнитной фракции, извлеченной постоянным магнитом из кварцевого песка, представлена на рис. 2.

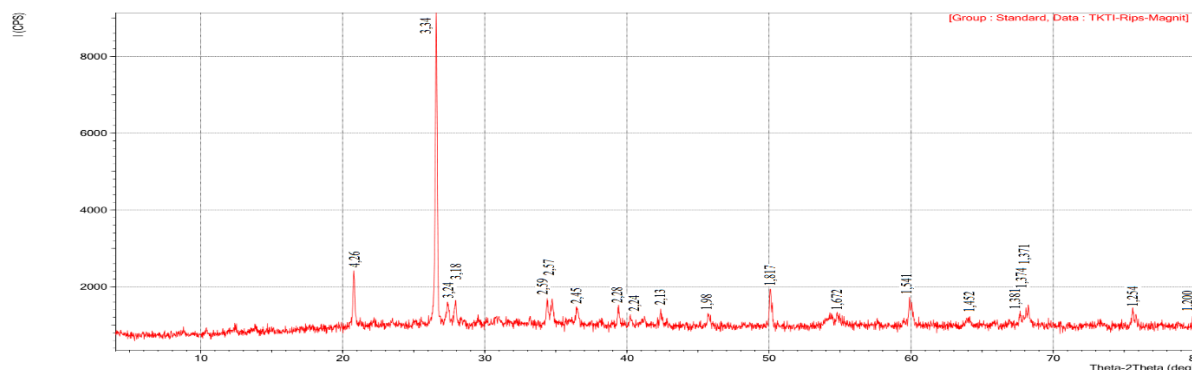


Рис. 2. Дифрактограмма магнитной фракции, извлеченной из кварцевого песка Джейроского месторождения.

На дифрактограмме проявились рефлексы кварца ( $d = 3,34; 4,26; 1,817; 1,541$  Å), зерна которого попали в магнитную фракцию. Идентифици-

рованы по основным рефлексам следующие железосодержащие минералы: фенаксит –  $\text{KNaFeSi}_4\text{O}_{10}$  ( $d = 3,24$  Å); энстатит –  $\text{Mg}_{1,12}\text{Fe}_{0,88}\text{Si}_2\text{O}_6$  ( $d = 3,18$  Å);

оксид железа-кальция ( $d = 2,59 \text{ \AA}$ ); пирит –  $\text{FeS}_2$  ( $d = 2,57 \text{ \AA}$ ); герцинит –  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$  ( $d = 2,45 \text{ \AA}$ ).

В кварцевых концентратах после обработки смесью 5%  $\text{HF}$  и 40%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  содержание кремне-

зема повысилось, а красящих оксидов уменьшилось. Результаты химического метода обогащения приведены в табл. №4.

Таблица №4

Результаты мокрого обогащения кварцевых песков				
Месторождение	Содержание %			
	$\text{SiO}_2$	$\text{TiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
Джейройское	99,98	0,0009	0,05	0,0056
Керменинское	99,94	0,006	0,05	0,008

Влияние перечисленных методов обогащения на химический состав кварцевого песка приведен в таблице химического состава кварцевого песка Джейройского месторождения после обогащения табл. 5

Таблица 5

Химический состав кварцевых песков Джейройского месторождения после обогащения								
Наименование материала	Массовое содержание, %							
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	п.п.п
Кварцевый песок Джейройского месторождения	99,1	0,29	0,03	0,03	0,07	0,11	0,313	0,027

### Выводы

Проведенными исследованиями подтверждена необходимость и возможность осуществления процесса оттирки при обогащении кварцевых песков Джейройского месторождения. Идентифицированы магнито-восприимчивые железосодержащие минералы, содержащиеся в кварцевом песке.

Анализ таблицы 5 показывает, что перечисленные методы обогащения кварцевого песка оказались эффективными, для снижения содержания в песке красящих стекол пигментов, химических элементов.

Использование данной схемы обогащения позволило получить концентраты песка, пригодных для производства листового технического стекла, автомобильного стекла, стеклоблоков, витрин, проката, стекловолокна для специальных изделий, лабораторного, медицинского, парфюмерного стекла, стеклоизделий для электронной техники, консервной тары и бутылок из обесцвеченного стекла, сортовой посуды, прессованной, светотехнического и сигнального стекла, силикатов натрия (катализаторов).

### Список литературы:

1. 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.
2. Ефимов А.В. Инвестиционная привлекательность месторождений кварцевых песков Центрального Федерального округа России: Автореф. дис. канд. экон. наук. – Москва: РАНХиГС, 2013. – С. 16.
3. Маневич В.Е., Субботин К.Ю., Ефременков В.В. Сырьевые материалы, шихта и стекловарение – М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2008. – С. 224.
4. 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.
5. Юнусов М.Ю., Ильганаев В.Б., Исмаев А.А. Мало- и многожелезистые оксидные стекла Ташкент «Узбекистон» 1991. –С. 31-40.

УДК 541. 138:620.193.

## ТЕРМОДИНАМИКА ИНГИБИТИРОВАНИЯ КОРРОЗИИ СТАЛЕЙ В ПРИСУТСТВИИ АЗОТ И ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

**Осербаева Альфия Курбанбаевна**

ассистент кафедры “Аналитическая, физическая и коллоидная химия”  
Ташкентский химико-технологический институт,

**Нуруллаев Шавкат Пайзиевич**

канд.хим.наук, профессор,

Ташкентский химико-технологический институт, г.Ташкент

**Гуро Виталий Павлович**

докт.хим.наук, профессор

-институт общей и неорганической химии А.Н Республики Узбекистан