

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

Кафедра «Металлургия»

На правах рукописи

Саидов Улугбек Вафокулович

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА
КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ ВАРАДЖАНСКОГО ПРОЯВЛЕНИЯ**

Специальность 5А540205-«Обогащение полезных ископаемых»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание степени магистра технических наук

Работа рассмотрена и допускается

к защите

Зав. кафедрой «Металлургия»

_____ к.т.н. **Донияров Н.А.**

«_____» _____ 2011 г.

Научный руководитель:

_____ к.т.н. доц. **Холикулов Д.Б.**

«_____» _____ 2011 г.

НАВОИ-2011 г.

Оглавление

Введение.....	3
I. Теория и практика современного состояние обогащение	
кварцевых песков.....	7
1.1. Минералы кварца, их состав и свойства.....	7
1.2. Область применения кварца. Требования промышленности к качеству сырья.....	10
1.3. Генетические и промышленные типы месторождений кварцевого сырья.....	15
1.4. Технологический процесс повышения физико-механической и химических свойств кварцевых песков методом обогащения.....	19
1.4.1. Обогащение кварцевых песков и песчаников.....	19
1.4.2. Обогащение кварцитов.....	32
1.5. Анализ современных тенденций в обогащении кварцевого сырья.....	34
3. Исследование возможности повышение качества кварцевых	36
песков Вараджанского проявления.....	36
3.1. Сравнительный анализ свойств песков и предъявляемые требования к ним.....	41
3.2. Изучение возможности повышение качества кварцевых песков.....	43
3.2.1. Задачи и специфические особенности обогащения кварцевого сырья.....	45
3.2.2. Изучение возможные методы очистки от минеральных примесей...	
3.3 Предлагаемая схема обогащения Вараджанского проявления.....	45
4. Техника безопасности при повышение качества	51
кварцевых песков.....	
5. Техничко-экономический расчет эффективности	51
предлагаемой технологии.....	54
Список использованной литературы.....	65

Введение

В настоящее время в Узбекистане выявлено более 2,7 тысяч месторождений и перспективных рудопроявлений различных полезных ископаемых, включающих около 100 видов минерального сырья, из которых более 60 уже вовлечено в производство. Разведено более 900 месторождений, в которых подтвержденные запасы оцениваются в 970 млрд. долларов США. При этом следует отметить, что общий минерально-сырьевой потенциал оценивается более чем в 3,3 триллиона долларов США.

Ежегодно из недр республики извлекается полезных ископаемых на сумму порядка 5,5 млрд. долларов и приращивается на 6,0 – 7,0 млрд. долларов новых запасов. По ряду важных полезных ископаемых, таких как золото, уран, медь, вольфрам, калийные соли, фосфориты, каолины, Узбекистан по подтвержденным запасам и перспективным рудам занимает ведущие места не только в СНГ, но и во всем мире. Так, по запасам золота республика занимает 4 место в мире, а по уровню его добычи – 8 место. По запасам меди – 10-11 место, урана – 7-8 место.

Республика Узбекистан обладает значительным потенциалом в области производства цветных и благородных металлов и, как отмечал И.Каримов, главной задачей металлургической отрасли и науки Узбекистана является рациональное и комплексное использование богатейших минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана [1, 2].

В промышленности неметаллорудных материалов кварцевые сырье занимает ведущее место. Оно применяется в стекольной, строительной, фарфорофаянсовый, литейной, электроизоляционной, электродной, радиотехнической и в других отраслях промышленности.

Снабжение этим видам сырья долгое время осуществлялось путем разработки месторождений кварцевых пород, не требующих обогащения. Поскольку минералы кварца широко распространены, удавалось находить

скопления, не загрязненные примесями. Однако в настоящее время месторождения подобного типа истощаются.

Наступает период, когда кварц необходимо извлекать из пород, которых они загрязнены минеральными примесями. Поэтому обеспечение промышленности качественным кварцевым сырьем непосредственно связано с обогащением.

Проявление «Вараджан» находится в 12 км к северу востока от аула Вараджан и в 10 км к северу востока от аула Кызылкудук Навоийской области. В 4 км к северу востока от участка находится колодец Басаши. Площадь – 211 тыс. м². Длина 900 м и ширина 200-300 м. Общий объем - 844 тыс. м³. Объем вскрышных пород - 802 тыс. м³.

Обогащение кварцевых песков отличается специфическими особенностями, как с точки зрения технологии, так и по аппаратурному оформлению. Эти особенности необходимо учитывать в исследовательских работах и при проектировании обогатительных фабрик. Обогащение кварцевых песков, так же как обогащение других видов минерального сырья, включает предварительные методы обработки, основные процессы обогащения и вспомогательные операции.

К предварительным методам при обогащении руд относят дробление, грохочение, гидроклассификацию, промывку и т.д. К основным – гравитационные методы, например отсадку, обогащение в тяжелых суспензиях; флотацию, электромагнитную сепарацию прочие методы, позволяющие отделять пустую породу от полезных минералов. Вспомогательные методы включают сгущение, фильтрацию, сушку, пылеулавливание и т.д.

В отечественной и зарубежной научно-технической литературе отсутствуют обобщающие работы по данному вопросу. Имеющиеся разрозненные материалы в виде статей освещают отдельные стороны процесса обогащения и зачастую противоречивы.

Цель исследования заключается в разработке ресурсосберегающих технологии повышение качества кварцевых песков Вараджанского проявления с использованием взамен привозного сырья.

Идея исследования заключается в использовании различных методов для обогащения и исследование возможности повышение качества кварцевых песков Вараджанского проявления.

Объектом исследований послужил кварцевые пески Вараджанского проявления.

Для достижения поставленной цели были решены следующие **задачи**:

- исследование минералогического, химического и зернового состава кварцевых песков Вараджанского проявления;
- разработка оптимальных схема обогащение кварцевых песков Вараджанского проявления;
- разработка рекомендации по использование и повышение качества кварцевых песков Вараджанского проявления.

Научная новизна:

- провидено комплекс исследование минералогического, химического и зернового состава кварцевых песков Вараджанского проявления с последующим их использованием в различных целях при производстве;
- рекомендовано технология повышающий качества кварцевых песков Вараджанского проявления.

Практическая значимость результатов исследования. На основе сформулированных в диссертации общих принципов и научных положений разработана технология оптимальных схема обогащение кварцевых песков Вараджанского проявления.

Апробация работы: Результаты исследований представлены на научно-практической конференции «Геотехнология: инновационные методы недропользования в XXI веке» (с международным участием) (Навоий, 18-21 мая 2011 г.).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 разделов и заключения, содержит 80 страниц текста, включая 11 иллюстраций, 19 таблиц, список литературы из 18 наименований.

Выражаю глубокую благодарность всем сотрудникам кафедры «Металлургия» НГГИ за постоянную методическую помощь и ценные консультации при подготовке диссертации.

I. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОБОГАЩЕНИЯ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ

1.1. Минералы кварца, их состав и свойства

Минералы группы кварца - наиболее распространенные составной частью земной коры. Кварц занимают по весу около 12 % ее состава. В горных породах он почти всегда является спутникам.

В минералы группы кварца или кремнезема входит несколько полиморфных модификаций природной двуокиси кремния. Искусственно получено свыше 15 [3, 4].

Практическое значение имеет наиболее распространенная низкотемпературная модификация α -кварца, которая является единственно стабильной в термодинамических условиях поверхности земли. Ограниченное применение имеет аморфная разновидность кремнезема – опал.

Химический состав кварца, как правило, приближается к 100 % SiO_2 , хотя в виде примесей обнаружено до 20 элементов. Их содержание колеблется от десятичных до десятых долей процента. Примеси в кварце могут присутствовать в виде структурных замещений и твердых растворов, в виде газовой-жидких и твердых включений других минералов.

Наиболее детально изучено присутствие в решетке кварца структурных примесей алюминия, лития и натрия. Кристаллохимически возможны структурные примеси железа, титана и некоторых других элементов.

Газово-жидкие включения представлены растворами и газами, захваченными кристаллами либо в течение первоначального их роста, либо при более позднем заполнении трещинок. С мельчайшими газовой-жидкими включениями связан цвет молочно-белого кварца. В чистых кристаллах кварц прозрачен. Состав жидких включений меняется от почти чистой воды до более или менее концентрированных водных растворов Na, K, Ca, SO_4 . Газовые включения представлены Cl, CO_2 , NH_3 , H_2S и H.

Твердые включения минералов (рутила, гетита, гематита, турмалина, амфиболов, сульфидов, глинистого вещества и т.д.) попадают в кварц во время роста его кристаллов либо образуются в результате более позднего распада твердого раствора.

Практическое значение кварца состоит в том, что он является природным источником кремнезема, глинозема и окислов щелочных металлов, сравнительно чистых по содержанию вредных примесей. Структурные особенности этого минерала придаёт ему и ряд ценных физико-химических свойств, расширяющих круг его промышленного применения.

Минерал имеет трехмерную каркасную структуру [3, 4]. Основным элементом структурной решетки кварца являются кремнекислородные тетраэдры, состоящие из центрального иона кремния и четырех ионов кислорода, объединенных между собой прочной ковалентно-ионной связью (рис. 1.1). Тетраэдры сочленены в трехмерный каркас так, что ионы кислорода в вершинах любых двух соседних тетраэдров являются общими (рис. 1.2.).

Прочные связи внутри и между кремнекислородными тетраэдрами и высокая степень электрической уравниваемости всех элементов структуры обуславливают высокие значения температуры плавления, механической прочности и электрического сопротивления кварца, а также его низкую растворимость в воде и стойкость к действию большинства химических реагентов (табл. 1.1).

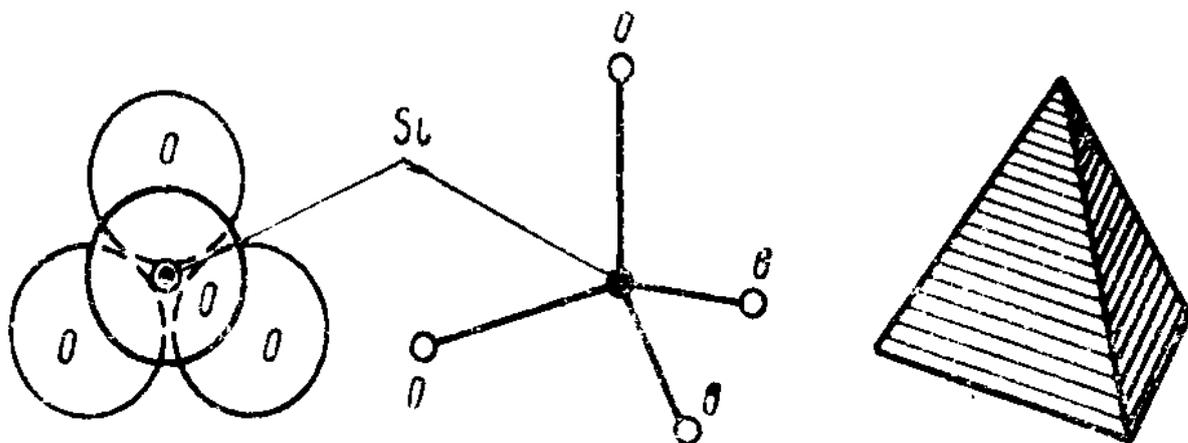


Рис. 1.1. Схематическое изображение кремнекислородного тетраэдра.

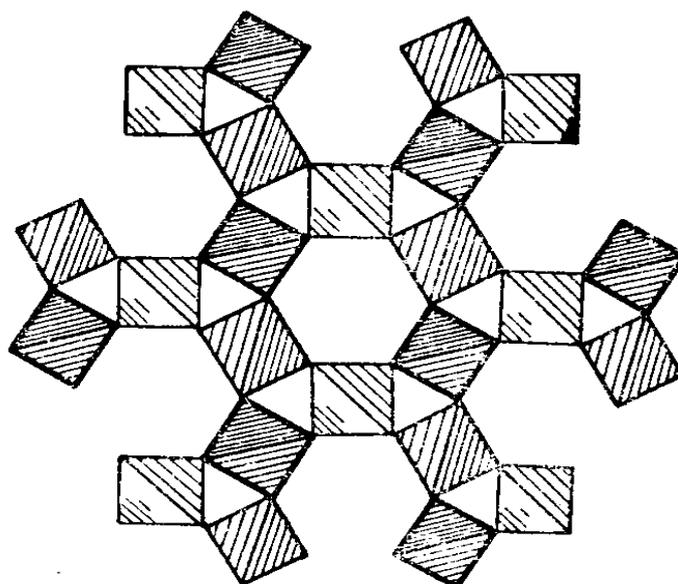


Рис. 1.2. Схематическое изображение структуры кварца
(высокотемпературная разновидность)

Таблица 1.1.

Основные физические и химические свойства чистых разновидностей кварца.

№	Физические и химические свойства	Показатель
1	Твердость по шкале Мооса	7
2	Плотность, г/см ³	2,65
3	Относительная диэлектрическая проницаемость	оси 4,40-4,50 ⊥ оси 4,50-4,60
4	Удельное электросопротивление, ом·см	оси $0,1 \cdot 10^{15}$ ⊥ оси $20 \cdot 10^{15}$
5	Объемная магнитная восприимчивость	-0,46
6	Температура размягчения и плавления, град С	1500-1728
7	Химическая устойчивость	В воде при нормальной температуре и давлении нерастворим, кислоты не действуют (за исключением HF). Слабо растворим в едких щелочных и карбонатах щелочных металлов

Расплавленный кварц при охлаждении приобретает аморфную неупорядоченную устойчивую структуру с изотропными свойствами. Эта способность используется для получения стекол.

1.2. Область применения кварца. Требования промышленности к качеству сырья

Наиболее крупными потребителями кварца является: промышленное, гражданское и дорожное строительство (приготовление бетона, асфальто- и дегтебетонных смесей, кладочных и штукатурных растворов, производство портланд-цемента, строительного кирпича, силикатного кирпича, материалов для подстилающего слоя дорог и балласта для железнодорожного пути), литейное производство, стекольная и керамическая промышленность, огнеупорное производство и металлургия.

Кварц используется и в качестве абразивного материала (для шлифовки стекол, при распиловке камня, в пескоструйных аппаратах), при производстве жидкого растворимого стекла, как материал для фильтров водопроводных станций, в качестве измельчающей среды в шаровых мельницах и при изготовлении жерновов.

Красиво окрашенные или бесцветные кристаллы кварца (горный хрусталь, цитрин, аметист, агат) является полудрагоценными камнями, бездефектные кристаллы горного хрусталя – уникальным сырьем для производства пьезоэлектриков, а кремний и агаты – ценным техническим камнем, используемым для изготовления некоторых видов лабораторного оборудования.

Для литейного производства кварц в виде зернистой массы (песка), причем пригоден, только кварцевый песок, обладающий определенными свойствами, гарантирующими возможность изготовления из него формовочных и стержневых смесей с высокой газопроницаемостью, огнеупорностью и механической прочностью.

К этим свойствам относится: гранулометрическая характеристика (размеры зерен, степень их однородности по крупности, форма и характер поверхности), химический и минералогический состав.

В зависимости от вида литья и назначения применяется различные группы крупности песка: от грубозернистого (в котором основная масса зерен имеет крупность от 1 до 0,4 мм) до пылевидного (мельче 0,063 мм). Основное требование к гранулометрическому составу заключается в однородности песка по крупности, что обеспечивает максимальную газопроницаемость для данной группы. Степень однородности зернистого состава по принятой в СНГ системе оценивается по сумме максимальных остатков на трех смежных ситах при рассеиве песка на стандартном ситовом наборе. Для лучших сортов песка она должна быть выше 70 %. Желательно, чтобы зерна имели округлую или полуокруглую форму, так как угловатые зерна снижают температуроустойчивость.

Основным требованием к химическому составу песка является высокое содержание кремнезема (для первого сорта – не менее 97 %). Лимитируется содержание окислов щелочных и щелочно-земельных металлов, окиси железа и сульфидной серы (для первого сорта в %: $K_2O+Na_2O < 0,5$; $CaO+MgO \leq 1,5$; $Fe_2O_3 < 0,075$; S не допускается).

Этим условиям удовлетворяют кварцевые пески с минимальным содержанием глинистой составляющих, а также вредных минеральных примесей, обладающих пониженной огнеупорностью (полевые шпаты, слюды, гидроокислы железа) или разлагающихся при высоких температурах с выделением газов (карбонаты, сульфиды и др.).

Технические требования к формовочным пескам регламентируются специальным стандартом.

Стекольная промышленность также использует кварц в виде зернистой массы (природный песок или молодой кусковой кварц). Качество сырья определяется химическим и гранулометрическим составом. Обязательным требованием является его однородность.

Для большинства сортов многокомпонентных стекол используется кварц, отвечающий по химическому составу требованиям, изложенным в табл. 1.2.

Таблица 1.2.

Требования к химическому составу кварца для
стекольной промышленности [5]

Класс	Назначение	Содержание на сухое вещество, %			Допустимое отклонения, %	
		Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃
А	Оптическое стекло, свинцовый хрусталь, увиолевое стекло	0,01	0,1	99,8	0,2	0,5
Б	Листовое увиолевое стекло, бессвинцовый хрусталь, сортовая посуда, фары	0,015	0,6	99,3	0,2	0,1
В	Техническое витринное стекло, зеркальное, оконное улучшенное, медицинское и лабораторное стекло, хозяйственная посуда	0,03	0,6* 2,6	98,5* 95,0	0,2* 0,5	0,1* 0,3
Г	Обычное оконное бесцветное, бутылочное, парфюмерное, медицинское, лабораторное и фотостекло, бесцветное тара, стеклоблоки	0,05	0,6* 2,0	98,5* 95,0	0,2* 0,5	0,1* 0,3
Д	Оконное, парфюмерное обыкновенное, полубелое бутылочное и полубелое тарное стекло, стеклянные трубы, лампы накаливания, стекловолокно	0,08	0,6* 2,0	98,0* 95,0	0,2* 0,5	0,1* 0,3
Е	Пеностекло, черепица, аккумуляторные банки	0,2	2,0	95,0	0,5	0,5
Ж	Зеленое бутылочное	2,0	4,0	95,0	0,5	0,5

* Для стекол, не допускающих высокого содержания Al₂O₃ и СаО (художественное, парфюмерное, хрусталь, сортовая посуда)

Основная вредная примесь – железо, которое является причиной окраски стекла. Кроме него окрашивающими примесями является кобальт, никель, ванадий, хром, марганец и титан, содержание которых не регламентируется, так как их присутствие закономерно связано с присутствием железа. Снижение содержания железа до указанных пределов обеспечивает необходимую очистку по всем компонентам.

Гранулометрический состав обогащенного песка должен отвечать следующим показателям:

Крупность, мм	Содержание, % (не более)
Крупнее 0,8	2
От 0,8 до 0,5	5
Мельче 0,1	5

(для классов А, Б, В, Г)

В отдельных случаях при глубоком обогащении допускается повышение содержания фракции -0,1 мм до 50 %.

Особо жесткие требования представляются к сырью для производства кварцевого стекла, получаемого расплавлением только кварца без каких-либо других добавок. Различают два вида этого материала: непрозрачное и прозрачное кварцевого стекло [6].

Непрозрачное кварцевое стекло выплавляется из наиболее чистых кварцевых песков. Для плавки прозрачного кварцевого стекла используется кварц, в котором допустимое содержание минеральных примесей должно составлять не более четырех зерен на 100 г пробы. Суммарное содержание примесей в нем не должно превышать $2 \cdot 10^{-3}$, в том числе не более, %: $5 \cdot 10^{-5}$ Fe, $1,5 \cdot 10^{-3}$ Al, $1 \cdot 10^{-4}$ Mg, $5 \cdot 10^{-6}$ Mn, $4 \cdot 10^{-6}$ Cu, $2 \cdot 10^{-5}$ Ti, $5 \cdot 10^{-6}$ Pb, $2 \cdot 10^{-4}$ Ca, $5 \cdot 10^{-6}$ Ni, $4 \cdot 10^{-3}$ Cr.

Потери при прокаливании, характеризующее содержание газожидких включений, должны быть не более 0,005 %, а суммарная прозрачность зерен, измеряемых в иммерсионной жидкости, должна быть не ниже 70 %.

По гранулометрическому составу сырья должно иметь однородный состав от 0,4 до 0,1 мм. Основное требование, предъявляемое керамическим производством к кварцу, заключается в минимальном содержании красящих соединений. Окислы железа допускаются в количестве, не превышающем 0,2 %, при условии, что содержится сосредоточенных железистых включений, различаемых невооруженным глазом. Примесь двуокиси титана допускается в пределах сотых долей процента. Цвет кварца после обжига должен быть белым без видимых включений или пятен. Во избежание

технологических осложнений желателен также минимальное содержание глинозема, щелочных и щелочноземельных металлов.

Огнеупорная промышленность использует кварц для производства динаса. Применяется кусковой материал (крупнее 5 мм) с высоким содержанием кремнезема. Обычно лимитируется содержание окиси кальция (от 0,5 до 1,5 %) и окиси железа (от 1 до 1,7 %) (табл. 1.3).

Таблица 1.3.

Допустимое содержание кремнезема и примесей в исходном сырье для производства динаса [7]

Требуемое содержание SiO ₂ в динасе, % не менее	Допустимое содержание SiO ₂ , в исходном кварцевом сырье, % не менее
95	97-98
94	96-96,5
93	95

Вредное влияние оказывает соединения щелочных металлов, резко понижающие огнеупорность. Поэтому, как правило, допустимое содержание наиболее обычного носителя щелочей – слюды, строго ограничивается. Не менее вредное влияние оказывают глинозем и окись титана (допустимое содержание от 1,3 до 1,5 %), повышающие вязкость жидкой фазы, которая образуется в динасе во время работы. Это приводит к ускоренному оплавлению динасовой кладки.

В металлургической промышленности кварц применяется для производства силикосплавов, металлического кремния и в качестве флюса при выплавке меди и никеля. Производство силикосплавов и силицидов – сравнительно молодая отрасль металлургии. В настоящее время в основном производится ферросилиций и карбид кремния. Для получения ферросилиция применяется кварцевый материал с размером кусков от 25 до 200 мм с содержанием (%): SiO₂ не менее 95-97, Al₂O₃ 1,3-1,8 и CaO 0,5-1,0.

Кварц для производства карбида кремния должен отличаться повышенной чистотой. Содержание (%): SiO₂ должно быть не менее 99-99,5;

Fe_2O_3 не более 0,2-0,3; $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}$ не более 0,5-0,7. Его крупность должна находиться в пределах 0,5-2 мм.

Важной отраслью металлургии является производство металлического кремния. Качество кварцевого сырья для получения металлического кремния определяется высоким содержанием SiO_2 (не менее 99 %) и жестким ограничением содержания примесей, вредно влияющие на свойства кремния и его сплавов (%): Fe_2O_3 не более 0,15; CaO не более 0,1 и Al_2O_3 не более 0,4.

Основное требование, предъявляемое к кварцевому флюсу, возможно более высокое содержание окиси кремния. Чем выше его содержание, тем меньше расход флюса, объем получающихся шлаков и, соответственно, потерь металла в шлаках.

Из числа загрязняющих примесей наиболее вреден глинозем, повышающий вязкость шлака, что затрудняет ход процесса и увеличивает потери металла. Нежелательна также примесь железа.

Вследствие этого в цветной металлургии в качестве флюса используется кварцевое сырье с содержанием SiO_2 не менее 90-95 %. Только в случае присутствия в самом флюсе ценного металла, заслуживающего попутного извлечения (например, золота, серебра или меди в медистых песчаниках и кварцитах), допускается снижение кремнезема до 85 и даже до 60 %.

1.3. Генетические и промышленные типы месторождений кварцевого сырья

Горные породы, содержащие кварц, наиболее распространены и крайне разнообразны по генезис. Каждый генетический тип пород отличается по своему вещественному составу, текстурно-структурным особенностям и физико-химическим свойствам минералов.

В связи с тем, что промышленности требуется различное по качеству сырья, источниками кварца служат несколько генетических типов пород. Характеристика основных промышленных типов источников кварцевого сырья дана в табл. 1.4.

Промышленные скопления жильного кварца образуются в различных по форме и размерам обособлениях (жилах, гнездах) пегматитов кислых пород, а также в трещинах и иных полостях земной коры, выполненных минеральными образованиями, выделениями или газообразными эманациями магмы, горячими или холодными водными растворами.

Таблица 1.4.

Основные промышленные типы источников кварцевого сырья

Класс	Тип	Наименование	Основные области промышленного использования
1	2	3	4
А	A _I	Жильный кварц (первичные кварцевые породы)	Производство оптических и пьезоэлектрических приборов, прозрачного кварцевого стекла, кремния, тонкой керамики, ювелирных изделий.
	A _{II}	Кварциты	Динасовое производство. Производство силико-сплавов и кремния. Кислый металлургический флюс.
	A _{III}	Кварцевые сланцы	Строительный материал.
В	B _I	Кварцитовидные песчаники с цементом нарастания	Динасовое производство. Производство силико-сплавов и кремния. Кислый металлургический флюс.
	B _{II}	То же, с цементом обрастания	
	B _{III}	То же, с базальным цементом	
С	C _I	Кварцевые песчаники (в том числе и бесцементные)	Строительный материал.
	C _{II}	Полимиктовые песчаники	
	C _{III}	Песчаники с некремезным цементом	
D	D _I	Кварцевые пелиты	Литейное дело (формовочный материал). Химическая промышленность (наполнитель).
	D _{II}	Кварцевые пески	Литейное дело (формовочный материал). Металлургия. Стекольное производство. Керамическая промышленность. Строительный материал.
	D _{III}	Кварцевый щебень и галька	Строительный материал. Измельчающая среда (шары для шаровых мельниц)

1	2	3	4
Е	Е _I	Кварцевые роговики и вторичные кварциты	Частично диасовое сырье. Металлургический флюс. Строительный материал. Лабораторное оборудование. Измельчающая среда (шары для шаровых мельниц). Ювелирные изделия и поделки. Металлургический флюс (чистые разности). Строительный материал
	Е _{II}	Агаты, кремни, халцедоны	
	Е _{III}	Кремнистые сланцы	
F	F _I	Диатомиты Трепелы	} Производство теплоизоляционных материалов. Химическая и парфюмерная промышленность (наполнитель). Цементная промышленность (гидравлические добавки)
	F _{II}		
	F _{III}	Кремнистые опоки	

В пегматитовых жилах и гнездах (жеодах) встречаются наиболее чистых крупных монокристаллы кварца (водянопрозрачный горный хрусталь). Поиски и разработки кварцевых гнезд крайне затруднены. Поэтому горный хрусталь используется в тех отраслях промышленности, где требуется кварц специальных свойств (например, пьезоэлектрические изделия, специальная оптика).

Менее дефицитны кварцевых жилы мощностью до нескольких метров, выполненные также весьма чистым материалом, представляющим собой агрегат сросшихся мелких зерен прозрачного кварца (так называемый гранулированный кварц). В России гранулированный кварц наиболее крупного Кыштымского месторождения (Урал) в последнее время освоен как сырья для производства прозрачного кварцевого стекла взамен более дефицитного горного хрусталя [8].

Большую мощность, достигающую нескольких десятков метров, имеет месторождение молочно-белого жильного кварца горы Хрустальной на Урале. Он является сырьем для производства оптического стекла и прозрачного кварцевого стекла.

Предприятия, работающие на базе месторождений жильного кварца, вследствие трудных условий мощных средств механизации горных работ,

имеют ограниченную производительность (порядка нескольких тысяч тонн в год), а сырье используется в тех отраслях промышленности, где требуется кварц особой чистоты. Основной сырьевой базой для стекольной, литейной и строительной промышленности являются кварцевые пески, кварциты и песчаники.

Кварцевые пески представляет собой мелкообломочную нецементированную породу, состоящую, в основном, из зерен кварца. Они образуются из продуктов разрушения различных кварцсодержащих горных пород. По способу отложения пески разделяются на горные, овражные, морские, дюнные и погребенные. Месторождение характеризуется пластовым залеганием и большими запасами.

При постепенном притоке раствора кремнезема происходит ориентированное разрастание первичных зерен кварца, приводящее к образованию плотно прилегающих друг к другу, а изредка и правильных ограненных кристаллов. В таких породах, называемых кварцитами, цемент отсутствует. Обычно наблюдаются примеси рутила, циркона и слюды. Они либо зажаты между кварцевыми зернами, либо заключены в самих зернах кварца.

Быстрое выпадение геля кремнезема приводит к образованию опалового или халцедонового цемента (постепенно превращающегося в кварцевый), который может развиваться путем нарастания вторичного кварца на поверхности цементируемых зерен и заполнения межчастичных пространств вторичным кварцем и примесями. Таким путем образуются породы, называемые песчаниками. Песчаники также находят широкое применение как сырье для металлургической, строительной и реже стекольной промышленности.

Кварциты, пески и песчаники распространены довольно широко. На территории СНГ наиболее крупные месторождения сосредоточены на Украине, России, Казахстане, Узбекистане и Таджикистане.

1.4. Технологический процесс повышения физико- механической и химических свойств кварцевых песков методом обогащения

1.4.1. Обогащение кварцевых песков и песчаников

Запасы высококачественных кварцевых песков, не требующих обогащения, все более и более истощаются. Поэтому в большинстве стран кварцевые пески для стекольного и литейного производств обогащаются на крупных механизированных предприятиях.

Схемы обогащения кварцевых песков и песчаников чрезвычайно разнообразны, однако существует связь между характером схемы и распределением железа по основным группам железоносителей.

Наиболее простые схемы, включающие только промывку и классификацию по крупности, применяется для обогащения песков, в которых вредные примеси представлены глинистыми минералами, а рудные минералы содержатся в небольшом количестве и концентрируются в тонких фракциях. По такой схеме работает большое количество фабрик в Европе и в США.

Месторождения данного типа, как правило, разрабатываются способом гидромеханизации. В этом случае при транспортировке песчаной пульпы происходит частичная дезинтеграция и промывка материала. Окончательная промывка производится на фабрике. Пески классифицируются.

Песчаная пульпа с гидромониторной установки поступает в гидроциклоны для отделения глины и шламов. Пески гидроциклонов промываются в бункерах емкостью 300 т каждый. В дне бункера имеются водяные форсунки. Промытый песок перекачивается в дренажный бункеры, где содержание влаги снижается до 5 %. Сушка производится в тарельчатых сушильных печах с паровым обогревом. После контрольной магнитной сепарации песок направляется на грохочение. Около шестидесяти грохотов типа «Гуммер» смонтировано по каскадной системе в пятиэтажной конструкции высотой 36 м, которая расположена над семью силосными

бункерами емкостью 600 т каждый. Характеристика химического и гранулометрического состава песков дано в табл. 1.5.

Таблица 1.5.

Характеристика обогащенных песков фабрики «Ведрон»

Показатель	Сорт				
	А	В	С	Д	Е
Гранулометрический состав (%)					
+0,8	2,5	Следы		Нет	Следы
-0,8 +0,6	13,8	3,3	1,6	0,1	0,4
-0,6 +0,4	42,3	29,4	31,0	5,0	2,5
-0,4 +0,3	31,8	53,4	44,3	50,5	37,7
-0,3 +0,2	5,2	11,6	17,4	30,8	32,6
-0,2 +0,15	0,8	2,2	4,6	10,0	19,8
1	2	3	4	5	6
-0,15 +0,10	0,1	Следы	0,6	0,1	2,5
-0,10	Следы		0,5	5,0	4,5
Химический состав (%)					
п.п.п.	0,11	0,13	0,08	0,12	0,13
SiO ₂	99,75	99,76	99,81	99,72	99,57
Fe ₂ O ₃	0,013	0,012	0,008	0,019	0,029
TiO ₂	0,010	0,010	0,004	0,012	0,025
Al ₂ O ₃	0,10	0,06	0,08	0,10	0,02
CaO	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02
MgO	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Na ₂ O	-	-	0,002	-	0,003

Песок по сортам поступает в силосы, откуда загружается непосредственно в железнодорожные вагоны или поступает в упаковочную секцию. Часть песка подвергается сухому измельчению в трубных мельницах 1,8х6,6 м для получения семи сортов кварцевого порошка крупностью от 200 до 44 мк. Обогащательная фабрика «Нильсия» (Финляндия) [13] перерабатывает кварцитовый песчаник обломочной структуры с размером зерен от 0,03 до 1 мм. Зерна кварца сцементированы серицитом или каолином. Схема фабрики, приведенная на рис. 1.3, включает гидравлическую классификацию и обезвоживание.

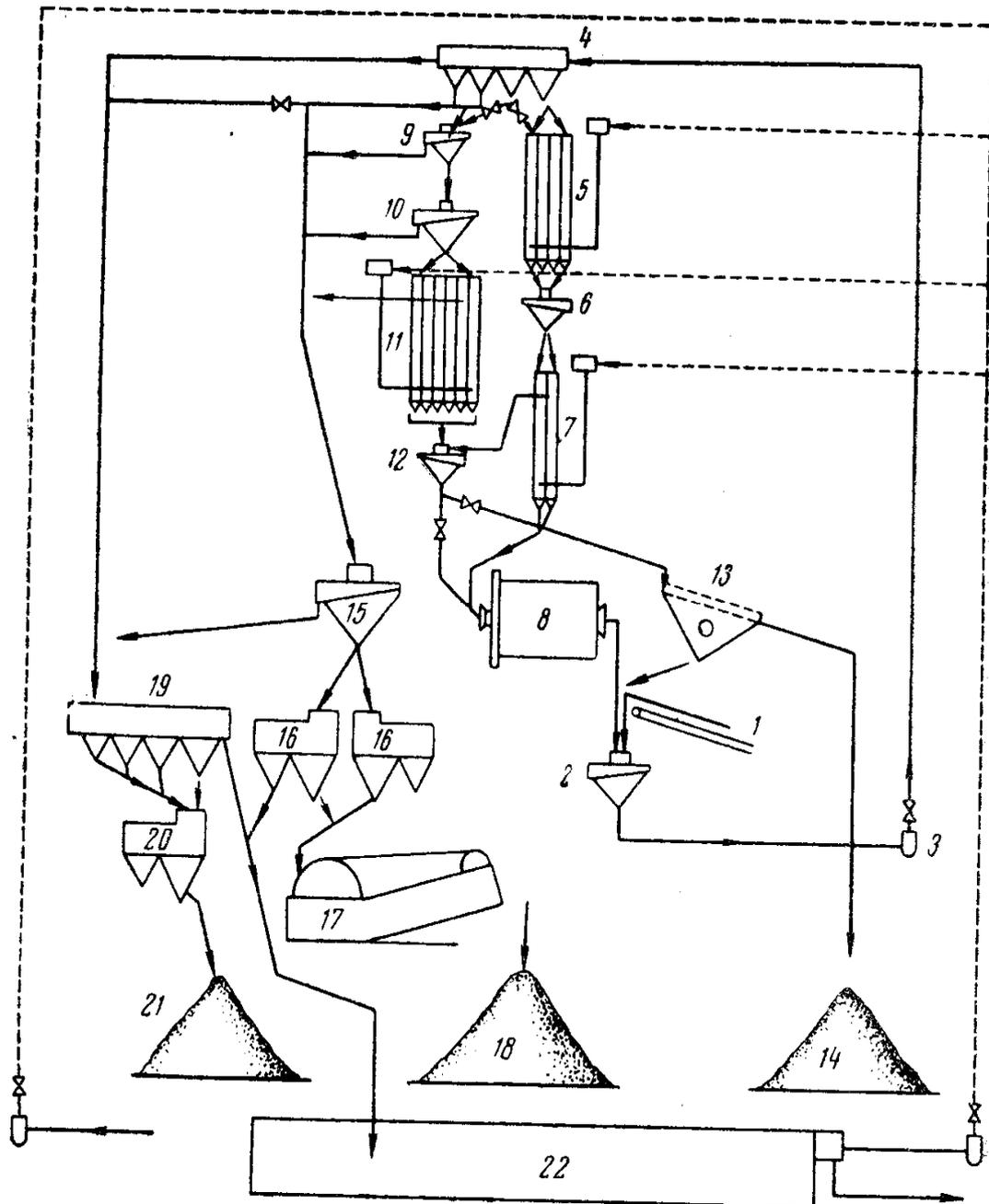


Рис. 3. Схема цепи аппаратов фабрики «Нильсия» (Финляндия) по обогащению кварцевых песков: 1-конвейер; 2, 12-зумф; 3-песковой насос; 4-четырёхкамерный гидрокласификатор с восходящим потоком воды; 5- четырёхкамерный гидрокласификатор с волнообразной формой камеры; 6-распределитель; 7- двухсекционный гидрокласификатор с волнообразной формой камеры; 13-грохот; 14-штабель фракции -1,4+0,3 мм; 15-горизонтальный классификатор; 16, 20-двухкамерный классификаторы; 17-обезвоживатель; 18-штабель фракции -0,3+0,15 мм; 19-четырёхкамерный гидрокласификатор; 21-штабель фракции -0,15 мм; 22-осветлительный пруд.

Обогащенные пески различной крупности (табл. 1.6) используются как стекольные, формовочные и для специальных целей. Химический состав обогащенного песка (%): SiO₂ 99,2, Fe₂O₃ 0,015, Al₂O₃ 0,2, K₂O+Na₂O 0,4.

На большинстве фабрик вопросы классификации решаются комбинацией грохотов для отсева фракции +0,5 (0,8 мм) и гидравлических классификаторов для отделения фракций тоньше 0,1 мм.

Пески, в которых железо связано в основном с глинистыми минералами и пленками гидроокислов железа, обогащается по схеме, включающей промывку, классификацию по крупности и механическую оттирку.

Примером может служить фабрика «Фоллс Крик» (США) [9], которая перерабатывает песчаник с исходным содержанием Fe₂O₃ 0,12 %. В нем имеется до 1,5 % железистый глины, образующей пленочные покрытия на зернах кварца.

Технология фабрики рассчитана на выпуск 300 т/сутки стекольного песка крупностью -0,15+0,1 мм с содержанием железа не более 0,025 %. Очистка от пленочных образований производится путем оттирки в галечной трубной мельнице, работающей в замкнутом цикле с чашевым классификатором.

Таблица 1.6.

Характеристика обогащенных песков фабрики «Нильсия»

Крупность, мм	Стекольный песок	Формовочный песок		Специальный песок
		I	II	
+1,4	-	0,6	-	-
-1,4 +0,8	-	32,5	-	-
-0,8 +0,6	Следы	45,5	-	-
-0,6 +0,4	16,0	13,1	5,4	0,8
-0,4 +0,3	36,7	3,2	24,3	4,2
-0,3 +0,2	30,1	2,4	36,6	14,5
-0,2 +0,15	13,0	1,7	14,1	17,7
-0,15 +0,10	3,6	1,0	14,1	42,6
-0,10	0,6	0	5,5	20,2
Среднее зерно, мм	0,3	0,7	0,25	0,13

Райчихинская обогатительная фабрика на базе Антоновского месторождения кварцевых песков перерабатывает кварц-полевошпато-каолиновые пески состава, %: Fe 0,45, SiO₂ 90,43, Al₂O₃ 10,51. схема фабрики приведена на рис. 1.4. Обогащенный песок крупностью -0,8+0,05 мм содержит 97-99 % SiO₂, 0,06-0,08 % Fe₂O₃ и 0,8-1 % Al₂O₃.

Для песков, в которых присутствуют все три группы железоносителей, т.е. глинистые минералы, зернистые минеральные примеси и пленочные образования, схемы обогащения включают промывку, классификацию по крупности, механическую оттирку и операцию по удалению зернистых примесей флотацией, концентрацией на столах или магнитной и электрической сепарацией.

Наиболее широко распространены флотационные схемы. Подавляющее большинство фабрик применяет флотацию в кислой среде с собирателями типа сульфатов.

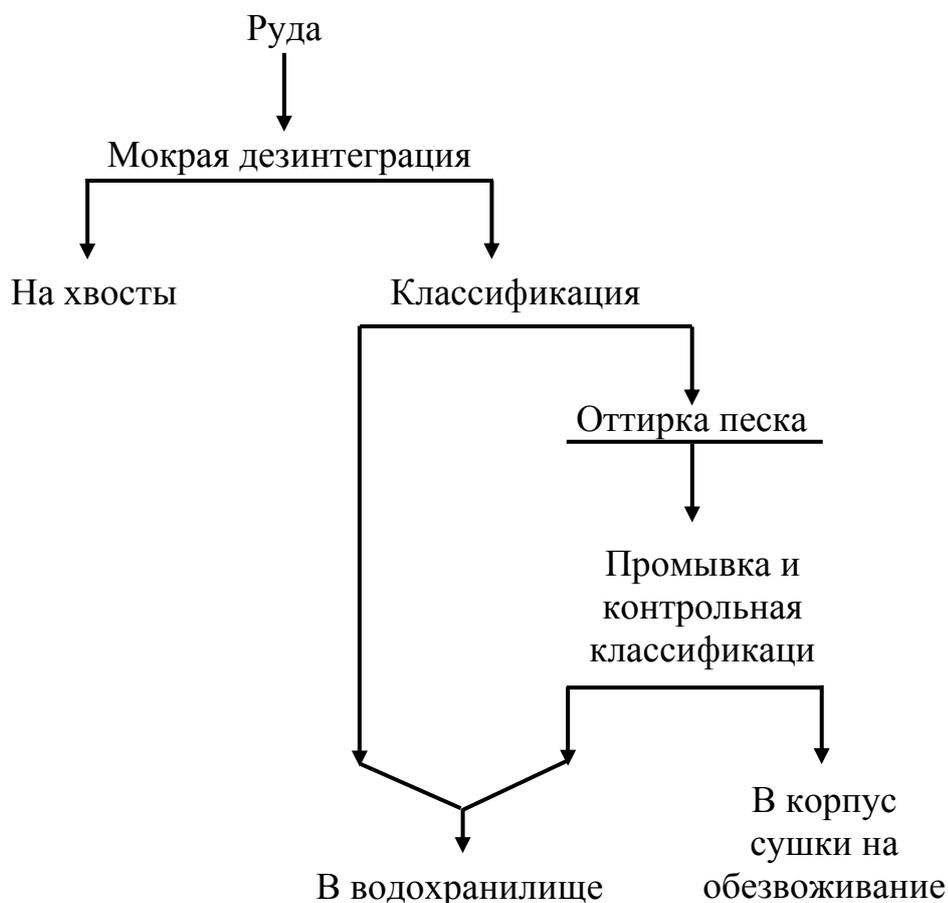


Рис. 1.4. Технологическая схема Райчихинской фабрики

Одной из наиболее современных фабрик этого типа является фабрика «Ионе» США [10]. Она перерабатывает глинистый песок, содержащий до 40 % глинистых минералов. Из рудных минералов в нем содержится хромит, циркон, окислы железа.

Характерным для этой фабрики является то, что технология обогащения песка, начиная с карьера, построена с учетом специфических особенностей технологии стекловарения. Она обеспечивает поставку не только качественного, но и однородного по составу песка. С этой целью вместо обычного поэтапного способа отработки карьера применяется добыча на всю мощность продуктивного пласта с помощью шагающего экскаватора. Это позволяет ликвидировать колебания в составе горной массы, которое обычно наблюдается при переходе от вредных слоев к нижним.

Горная масса превращается в пульпу специально сконструированной насосной установкой. Песчано-глинистая смесь по трубопроводу подается на фабрику в сгуститель диаметром 12 м и глубиной 9 м. при транспортировке происходит предварительная дезинтеграция песка.

Технология обогащения включает: две стадии промывки в гидроциклонах, отделение фракции +0,7 мм на грохоте, оттирку в скрубберах типа механических мешалок, флотацию рудных минералов в сернокислй среде с сульфированными углеводородами, топливным и сосновым маслом, фильтрацию и сушку.

Для извлечения аноксита (каолиновый минерал, который вследствие высокой огнеупорности дает дефекты в стекла, содержащий ~50 % SiO_2 , 30 % Al_2O_3 , 2 % Fe_2O_3 , а также Ca, K, Na и Ti) в схеме предусмотрена обратная флотация кварца. Процесс полностью автоматизирован. Мощность фабрики 70 т/ч. Общий расход воды составляет 24 м³/т, но вследствие широкого использования оборотных вод расход свежей воды сокращается до 1 м³/т.

Обогащенный песок, содержащий 99,8 % SiO_2 и менее 0,035 % Al_2O_3 , используется для производства посуды, листового и товарного стекла.

В СНГ для обогащения песков данного типа, которые являются наиболее распространенными, разработана типовая схема, включающая операции: промывку, механическую оттирку и флотацию в нейтральной среде с сульфатным мылом или другими собирателями жирнокислотного ряда [11, 12].

В настоящее время эта схема внедрена на пяти обогатительных установках при стекольных заводах и заложена в проекты ряда крупных фабрик. Первой из этих фабрик является Егановская (Россия). На обогащение поступает исходный материал двух сортов: первый с содержанием Fe_2O_3 не ниже 0,08 % и второй с содержанием Fe_2O_3 0,13÷0,2 %.

Из песков первого сорта получается обогащенный продукт с содержанием Fe_2O_3 не более 0,05 % и SiO_2 98,5 %. Из остальной части предполагается получить концентрат с содержанием 0,08 % Fe_2O_3 и 98 % SiO_2 . Карьер разрабатывается гидромеханическим способом. Исходный песок предварительно накапливается на картах намыва.

По аналогичной схеме работает Аникшчайская обогатительная фабрика, которая выдает пески с содержанием 0,03-0,05 % Fe_2O_3 , и Ташлинская выпускающая пески такого же качества.

Для получения особо чистых песков разработана схема, предусматривающая доизмельчение для вскрытия сростков кварца с темнокрасными минералами [12]. По этой схеме работает фабрика на месторождении Ленино. Исходный песок содержит 0,035-0,05 % Fe_2O_3 , а песок повышенного качества около 0,01 % Fe_2O_3 . В последнее время на ряде зарубежных фабрик наметился переход к обогащению песков методом флотации в нейтральной или щелочной среде.

Примером является венгерская фабрика Фехерварешурго, пущенная в 1962 г. Ее схема предусматривала флотацию в кислой среде [13]. По этой технологии она работала до 1964 г. В настоящее время флотация проводится в нейтральной среде с собирателем «Униколл», изготовленным из отходов смоляных кислот местного производства [13].

Флотация в содовой среде при $\text{pH}=8,5$ принята в схеме американской фабрики «Вэллей» производительностью 50 т/ч, пущенной в 1961 г. [13]. Ее схема приведена на рис. 1.5. Собирателями являются фирменные реагенты «Америкен Сайанамид» № 710 (натриевое мыло сырых жирных кислот) и № 712 (очищенное масло, содержащее до 97--98% жирных кислот).

Схемы обогащения, использующие для отделения минеральных примесей концентрационные столы, приняты на Белогорской фабрике (Польша).

В ближайшее время концентрационные столы будут установлены на чехословацкой фабрике «Штрелец», выпускающей песок, для производства чешского хрусталя. Фабрика перерабатывает пески из меловых отложений с исходным содержанием Fe_2O_3 0,072 %. Схема действующей фабрики включает промывку и классификацию по крупности в гидравлических классификаторах системы Реакс и Шимон. При переработке исходного песка 200-300 тыс. т/год фабрика выпускает в настоящее время строительный лесок (фракция +0,6 мм) и стекольный песок (фракция -0,6 +0,1 мм). Содержание Fe_2O_3 в стекольном песке составляет 0,019-0,032 %. В значительной степени оно связано с рудными минералами (турмалин, лейкоксен, рутил, циркон), общее содержание которых составляет 0,04-0,092 %. Схема фабрики будет дополнена отделением обогащения на концентрационных столах специальной конструкции. После реконструкции фабрика будет выпускать до 50 тыс. т/год стекольного песка марки Т-18 с содержанием Fe_2O_3 ниже 0,018 %, а также формовочный песок (хвосты концентрационных столов).

На фабрике «Микласил» (в Боувил, США) [13] технология обогащения основана на применении для отделения зернистых минеральных примесей магнитной и электрической сепарации. Сырьем служат глинистые пески, поверхность зерен которых ожелезнена гидроокисными пленками. Кроме того, пески содержат в заметном количестве рудные минералы (рутил, ильменит), а также слюды и полевые шпаты.

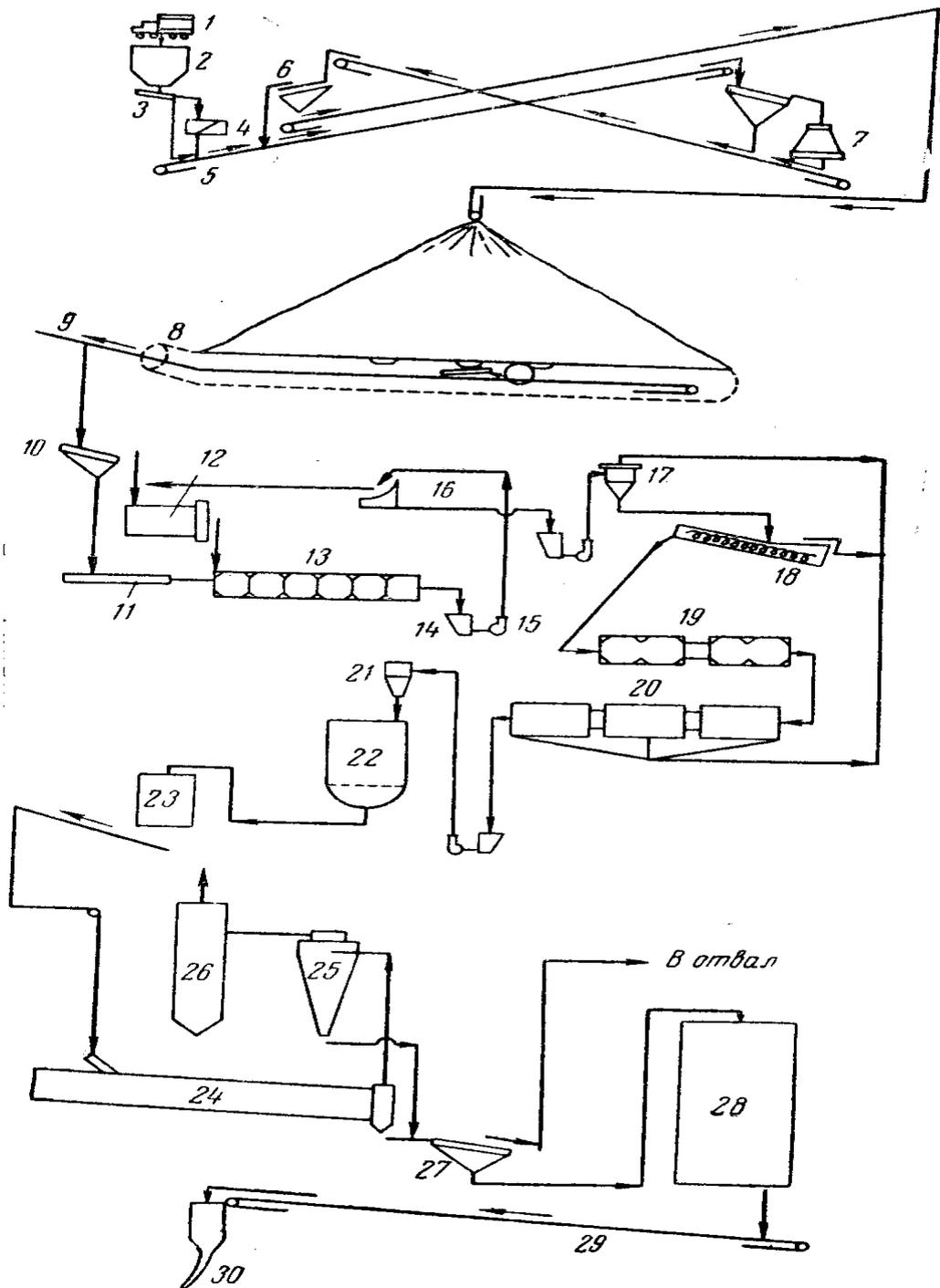


Рис. 1.5. Схема цепи аппаратов фабрики «Вэллей» (США): 1-автомобильная доставка руды; 2, 28-бункер; 3-питатель; 4-щековая дробилка; 8-штабелный склад; 9-разгрузочный конвейер; 11-трубопровод; 12-мельница; 13-оттирочные скрубберы; 14-зумпф; 15-насос; 16-дуговой грохот; 17, 21-гидроциклон; 18-спиральный классификатор; 19-кондиционеры; 20-флгационные камеры; 22-обезвоживающий бункер; 23-промежуточный бункер; 24-сушильная печь; 25-обеспыливатель; 26-фильтр; 30-погрузка в вагоны.

Карьер разрабатывается гидромеханизированным способом. Песчано-глинистая пульпа, поступающая на фабрику, вначале проходит однодечный виброгрохот для отделения материала крупнее 0,8 мм. Материал менее 0,8 мм промывается в батарее из четырех гидроциклонов Дорра диаметром 150 мм. Слив этих гидроциклонов поступает в отделение обогащения глины, где из него получается огнеупорная глина.

Пески обесшламмливаются по классу 30 мк в гидроциклоне диаметром 300 мм. Обесшламленный песок сгущается до 72 % твердого в речном классификаторе и поступает на механическую оттирку. Оттирка выполняется в батарее оттирочных скрубберов. После оттирки песок промывается и обезвоживается в спиральных классификаторах и поступает на грохот для отделения материала крупнее 0,3 мм. Фракция -0,8 +0,3 мм поступает на семидечную сушилку специальной конструкции с газовым обогревом. Этот песок используют как бетонный наполнитель. Подрешетные продукты (-0,3 мм) поступают на два виброгрохота с сеткой 0,15 мм. Они действуют как обезвоживающие аппараты. Обезвоженная фракция -0,3 +0,15 мм поступает в сушилку.

Дальнейшая очистка песка -0,3 +0,15 мм производится на электрическом сепараторе Карпко. На четырех электросепараторных установках, каждая из которых состоит из трех последовательных секций, от кварца отделяются слюда, рутил, ильменит и частично полевые шпаты.

Контрольное измельчение остатков железосодержащих минералов производится на магнитных сепараторах типа Стерне.

Обогащенный песок содержит до 0,025 % Fe_2O_3 и характеризуется очень низким содержанием алюминия. Его используют как стекольный и в качестве первосортного формовочного материала. Литейщики берут его особенно охотно, так как он обеспечивает исключительно легкую выбиваемость из форм после отливки. В дальнейшем на фабрике предполагается освоить выпуск третьего вида продукции - слюдяного скрапа. Производительность фабрики составляет 20 т/ч.

На СНГ обогатительных установках при стекольных заводах, вырабатывающих высококачественное стекло, также принята технология, предусматривающая промывку, классификацию по крупности и магнитную сепарацию в интенсивном поле. Исходный песок промывается в аппарате с водоструйным насосом, обезвоживается в отстойных контейнерах и сушится в электропечи. Сухой песок после удаления на грохоте крупных примесей подвергается пятикратной сепарации на сепараторе индукционно-роликового типа с напряженностью поля до 18 тыс. э. По этой схеме из исходного песка с содержанием 98 % SiO_2 и 0,032 % Fe_2O_3 получается обогащенный песок с содержанием SiO_2 99,5 % и Fe_2O_3 менее 0,01 %.

На некоторых установках схема цепи аппаратов дополнена трехъярусными столами ЯСК.

При получении высококачественного сырья для оптического стекловарения в тех случаях, когда гидроокисное железо очень прочно связано с поверхностью песка или значительная часть его находится в микротрещинах зерен, вместо механической оттирки применяется химическая обработка.

Схемы с кислотным выщелачиванием бывают двух видов в зависимости от метода, принятого для удаления свободных зернистых примесей. Если для этой цели используются концентрационные столы и магнитные сепараторы, химическая обработка является конечной операцией в схеме или предшествует столам.

Ко второму виду относятся схемы, в которых химическая обработка сочетается с флотацией. В этом случае обычно она производится до флотации, так как в противном случае оставшиеся на поверхности кварца покрытия флотационных реагентов могут пассивировать процесс растворения гидроокисного железа.

Примером схемы, в которой концентрационные столы сочетаются с химической обработкой, является фабрика «Гласс Рок» (США), с суточной

производительностью до 1100 т стекольного песка, формовочного песка, кварцевого порошка и продукта для керамики [13].

Исходная порода представляет песок, сцементированный глиной и другими примесями, трудно поддающимся отмывке. Поступающая из карьера горная масса дробится в щековой дробилке, дезинтегрируется и промывается с помощью дисковых промывателей. После разлома песок содержит 0,05 % Fe_2O_3 . Свободные железосодержащие минералы удаляются на концентрационных столах. При этом содержание окислов железа снижается до 0,04 %.

Кварцевый концентрат столов обезвоживается и сушится. Сухой песок направляется в отделение химической обработки, где благодаря кислотному выщелачиванию содержание Fe_2O_3 снижается до 0,01 %.

Обработка производится во вращающихся реакторах. После выщелачивания кислота отмывается, а сточные воды нейтрализуются известью. Промытый песок обезвоживается, сушится и рассеивается на фракции. Часть их подвергается доизмельчению в галечной мельнице.

Аналогичный процесс принят на фабрике «Лох Элайн» (Англия), но там химическая очистка предшествует концентрации на столах [13].

Химическая обработка основана на применении разбавленных растворов (1 % концентрации) фтористоводородной кислоты с использованием в качестве восстановителя сульфата титана (1 % концентрации). Процесс выщелачивания длится 5 мин при нормальной температуре.

Исходный песок содержит 0,021 % Fe_2O_3 и такое же количество окиси титана. После промывки содержание окислов железа снижается до 0,012 %, не отражаясь на содержании титана. Химической обработкой удается понизить содержание Fe_2O_3 до 0,005 %, но содержание титана мало изменяется. Концентрация на столах позволяет освободиться от титановых минералов и снизить содержание TiO_2 до 0,0065 %, содержание железа до

0,0043 %. По флотационной схеме в сочетании с химической обработкой работает фабрика «Редхилл» (Англия).

Технологическая схема фабрики следующая: исходный песок из нескольких месторождений, эксплуатируемых экскаваторной добычей, доставляют на фабрику автотранспортом. При поступлении пески сортируют на два сорта и складывают в отдельные бункера. Для обогащения они смешиваются в определенной пропорции с помощью дозирующих устройств. На этой же стадии производится предварительное грохочение для отделения крупной фракции и случайных примесей. При этом отделяются железистые глинистые гранулы, которые в дальнейшем при мокром процессе могли бы быть источниками шламов, удаление которых потребовало бы дополнительных операций.

Подрешетный продукт поступает в питающий бункер отделения промывки и классификации. Песок промывается на сите 0,8 мм. Надрешетный продукт направляется в отвал. Мелкая фракция промывается в классификаторе. Слив классификатора поступает в сгуститель. Выделяемые при этом тонкие пески находят промышленное применение. Классифицированный песок -0,8 +0,1 мм подвергается контрольной промывке в спиральном сепараторе. На этой стадии песок содержит 0,06-0,07 % Fe₂O₃ и 0,01-0,02 % Cr₂O₃.

Промытый песок подвергается химической обработке циркулирующим раствором фтористоводородной кислоты в реакторе, обеспечивающем производительность 25 т/ч в течение 5-10 мин. В пульпу, поступающую в реактор, добавляется в качестве восстановителя твердый гипосульфит с таким расчетом, чтобы он успел прореагировать с песком до разложения в кислоте. Песчаная пульпа после обработки поступает в чашевый классификатор, где раствор отделяется и возвращается в процесс. Этот классификатор герметизирован и соединен с вентиляционной системой для отсоса газов SO₂ и H₂S, которые выделяются при разложении гипосульфита. Свежая кислота 80-85 % -ной концентрации подается также под

герметизирующим колпаком так, что образующиеся пары фтористого водорода отсасываются вместе с серосодержащими газами. Кислота добавляется до поддержания pH раствора в пределах 2,2-2,7.

Песок после сброса кислого раствора вместе со свежей водой закачивается следующий классификатор, где окончательно отмываются остатки кислого раствора с растворенными в нем соединениями железа. Песок после кислотной обработки содержит 0,04-0,05 % Fe_2O_3 , содержание хрома не изменится. Далее песок поступает в кондиционер, где при pH=1,5-1,7, создаваемом серной кислотой, он контактирует с собирателем и вспенивателем. Флотация осуществляется в восьмикламерной субаэрационной машине. Камерный продукт сгущается в чашевом классификаторе, причем слив возвращается во флотационный цикл. За счет этого экономится до 50 % серной кислоты и уменьшается количество реагентов для нейтрализации.

Далее песок разбавляется свежей водой и перекачивается в обезвоживающий конус, куда добавляется для нейтрализации известковое молоко. Сгущенный песок с содержанием 50% твердого поступает в обезвоживающий бункер с вакуумной камерой. Здесь его влажность снижается до 8 % и в таком виде он загружается в вагоны.

В конечном продукте содержится 0,025-0,03% Fe_2O_3 и 0,002-0,005 Cr_2O_3 . Все металлические детали аппаратов, соприкасающиеся с кислотой, пульпой, гуммированы, а большинство емкостей изготовлено из дерева.

Аналогичный процесс принят на фабрике Кинге Лини (США). Общая производительность этих фабрик составляет до миллиона тонн в год [13]. По таким же схемам работает значительное число фабрик в США.

1.4.2. Обогащение кварцитов

Схемы подготовки кварцита отличаются сравнительной простотой. В большинстве случаев обогащение ограничивается дробильно-сортировочными операциями и классификацией по крупности. При наличии в породе глинистых минералов схема дополняется промывкой.

В качестве характерного примера обогащения кварцита для нужд стекольного и керамического производства может служить схема современной фабрики «Лэшин» (Канада) производительностью 120 тыс. т в год по исходному материалу [13].

Порода представляет метаморфизированный кварцит следующего состава (%): SiO_2 99,38, Fe_2O_3 0,015, Al_2O_3 0,467, CaO 0,008, MgO 0,006, K_2O следы. Предварительное дробление до 100 мм производится в карьере в щековой дробилке 1016x1066 мм. Из материала грохочением выделяется мелкая фракция -12 мм.

Дробленая руда железнодорожным транспортом доставляется на фабрику. Здесь она подвергается вторичному дроблению до 20 мм в дробилке ударного действия. Дробленный продукт радиальным укладчиком подается либо на промежуточный склад штабельного типа, либо в бункер измельчительной установки. Измельчение до 6 мм производится в стержневой мельнице сухого помола 2400x3600 мм с периферической разгрузкой. Она работает в замкнутом цикле с виброгрохотом. Измельченный материал поступает в бункер сушильной установки кипящего слоя.

Сухой продукт подвергается нескольким стадиям грохочения. В первой стадии на виброгрохотах производится разделение по 0,8 мм. Продукт крупнее 0,8 мм рассеивается на пять фракций различной крупности, которые используются как балластный песок и для специальных целей. Фракция -0,08 мм поставляется стекольным заводам. Фабрика выпускает также три сорта кварцевого порошка для керамической промышленности. Для этой цели часть материала крупностью -0,8 мм доизмельчается в галечной мельнице 1800x4200 мм в замкнутом цикле с центробежным воздушным классификатором диаметром 3,6 м.

Первоуральской фабрика (Россия), выпускающей кварцит для металлургической промышленности, перерабатывает кварцит следующего химического состава (%): 97-98 SiO_2 , 0,76-1,16 Al_2O_3 , 0,11-0,12 CaO , 0,57-0,73

Fe₂O₃. Обогащенный кварцит (фракции -100 +40 мм и -40 +5 мм) характеризуются составом (%): 98,01-98,07 SiO₂, 0,88-0,94 Al₂O₃, 0,06-0,08 CaO, 0,34-0,36 Fe₂O₃.

1.5. Анализ современных тенденций в обогащении кварцевого сырья

Из сделанного обзора можно наметить ряд общих современных тенденций, характеризующих состояние и развитие обогащения кварцевого сырья:

1. В промышленности неметаллорудных материалов кварцевые сырье занимает ведущее место. Оно применяется в стекольной, строительной, фарфорофаянсовый, литейной, электроизоляционной, электродной, радиотехнической и в других отраслях промышленности;

2. Снабжение этим видам сырья долгое время осуществлялось путем разработки месторождений кварцевых пород, не требующих обогащения. Поскольку минералы кварца широко распространены, удавалось находить скопления, не загрязненные примесями. Однако в настоящее время месторождения подобного типа истощаются. Наступил период, кварц необходимо извлекать из пород, которых они загрязнены минеральными примесями. Поэтому обеспечение промышленности качественным кварцевым сырьем непосредственно связано с обогащением.

Отказ от устаревшей технологии, основанной на ручной разработке, и широкое использование прогрессивных методов механизированного обогащения: флотации, электромагнитной и электростатической сепарации. Эти методы обогащения внедряется не только при освоении новых месторождений, но и на ряде старых фабрик, которые реконструируются или перестраиваются с полным изменением технологии или заменой устаревшего оборудования.

4. На передовых предприятиях схемы обогащения является весьма развитыми, что обеспечивает получение высококачественных концентратов нескольких сортов, удовлетворяющих специфическим требованиям различных потребителей, как по химическому составу, так и по крупности. Высокое качество продукции в конечном итоге окупает сравнительную сложность схем.

5. Для обогащения используется специально сконструированное измельчительное и обогатительное оборудование, а также широкий ассортимент флотационных реагентов, учитывающих специфику переработки данного сырья.

6. В качестве источников получения концентратов все шире используются новые промышленные генетические типы горных пород (граниты, дезинтегрированные полевошпатовые породы, жильный кварц).

7. Месторождения этих пород характеризуется большими запасами и более однородным вещественным составом по сравнению с классическими. За счет ведения крупных механизированных карьеров в сочетании с современными обогатительными фабриками эффективно решается проблема удовлетворения растущих потребностей, как по количеству, так и по качеству сырья.

8. Схемы обогащения учитывают комплексное использование сырья, что резко улучшает экономические показатели эксплуатации предприятий.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ ВАРАДЖАНСКОГО ПРОЯВЛЕНИЯ

3.1. Сравнительный анализ свойств песков и предъявляемые требования к ним

Для того чтобы получить качественный кварцевый песок для производства, свободную от дефектов, из которых изготавливают различные изделия, должны удовлетворять комплексу определенных свойств.

Классификация свойств. В соответствии с предлагаемой классификацией свойства смеси разделены на группы: гидравлические, механические, технологические и теплофизические (табл. 3.1). Свойства, определяемые при полном контроле смесей при исследовательских работах.

Гидравлические свойства смесей в основном определяют условия газообразования и удаления газообразных продуктов из полости формы при ее заливке сплавом. Механические свойства определяют прочностные характеристики литейной формы в период ее изготовления, а также при заливке ее сплавом и затвердевании отливки. Технологические свойства характеризуют условия получения качественных форм и стержней, а также условия изготовления отливок с наименьшей трудоемкостью и высоким качеством поверхности (без трещин и засоров).

Гидравлические свойства

Влажность характеризует процентное содержание влаги в смесях. Величина влажности определяет значение многих других свойств смеси и оказывает прямое влияние на качество получаемых отливок, например при повышенной влажности смесей, в отливках могут возникать газовые раковины. В формовочных и стержневых смесях различают следующие виды влаги химически связанную, поверхностно-связанную и свободную.

Химически связанная влага входит в состав минеральных компонентов смеси (песка и глины). При ее удалении в процессе высокотемпературного

воздействия на смесь первоначальные свойства минеральных компонентов утрачиваются вследствие разрушения их кристаллической решетки.

Таблица 3.1

Классификация свойств формовочных и стержневых смесей

Группы	Свойства
Гидравлические	Влажность Пористость Газопроницаемость Газотворность
Механические	Твердость Прочность: во влажном состоянии в упрочненном состоянии в нагретом состоянии в прокаленном состоянии
Технологические	Уплотняемость Текучесть Прилипаемость Гигроскопичность Живучесть Осыпаемость Податливость Огнеупорность Пригораемость Выбиваемость Долговечность

Капиллярно-связанная влага удерживается на поверхности частичек смеси капиллярными силами. Свободная влага может быть удалена из смеси под воздействием силы тяжести. Эта влага характерна для

сильноувлажненной смеси или регенерированного мокрым способом формовочного песка.

В соответствии с ГОСТ 23409.5-78 величину влажности смеси в (%) определяют по изменению массы в процессе сушки навески смеси в 50 г при 105-110⁰С до постоянной массы и подсчитывают по формуле:

$$B = \frac{M - M_1}{M} \cdot 100 ,$$

где, M и M_1 - масса смеси до и после сушки, г.

Пористость характеризуется отношением общего объема пустот (пор) к общему смеси и выражается в процентах. Величина пористости смеси в основном определяет степень развития процессов проникновения жидкого металла или его окислов в глубь формы, т. е. вероятность возникновения пригара на поверхности, получаемой отливки. Величина пористости смеси определяется главным образом степенью уплотнения смеси и содержанием в ней глины или других мелкозернистых добавок. Пористость уплотненных формовочных смесей находится в пределах 25-50 %.

Газопроницаемость является одним из важнейших свойств смеси и характеризует способность ее пропускать газы. При недостаточной газопроницаемости смеси затрудняются условия удаления газообразных продуктов из полости формы в процессе ее заливки. Газопроницаемость смесей зависит от размера зерен формовочного песка, содержания в них мелкозернистых добавок, степени уплотнения и влажности.

Газотворность характеризует способность смеси выделять газы при нагреве до высоких температур (при температуре 1250⁰С), выделяющиеся при заливке формы газы могут быть причиной образования газовых раковин в отливках, причем, чем выше газотворность смеси, тем больше опасность их образования.

Значение газотворности смесей зависит от вида и количества органических (выгорающих) добавок, от содержания влаги, а также от скорости выделения газообразных продуктов в процессе нагрева смеси. Чем

позже начинают выделяться из смеси газы, тем меньше вероятность возникновения газовых раковин в отливках, так как к этому времени успевает образоваться корочка затвердевшего сплава, которая будет препятствовать внедрению в отливку газовых пузырьков.

Механические свойства. Твердость характеризует способность поверхностного слоя формы или стержня противостоять проникновению более твердого тела (металлического шарика). Поверхностная твердость формы или стержня зависит от уплотнения смеси, количества и качества связующих материалов, а также от режимов их упрочнения. Оценка твердости производят с помощью специальных приборов твердомеров в условных единицах.

Прочность характеризует способность смеси сохранять заданную конфигурацию полости литейной формы в период ее изготовления и транспортирования, а также при заливке. Прочность смеси во влажном состоянии зависит главным образом от количества и состояния содержащейся в ней глины, а также от величины влажности, зернового состава формовочного песка, степени уплотнения смеси и некоторых других факторов. Прочность смеси во влажном состоянии оценивается при сжатии, реже при срезе, изгибе и растяжении.

Прочность смеси в упрочненном состоянии (имеется в виду прочность, которую приобретает образец смеси после тепловой сушки или химического отверждения) зависит от типа и количества связующих материалов, содержащихся в смеси, а также от зернового состава формовочного песка, степени уплотнения смеси, режимов ее упрочнения и целого ряда других факторов, влияние которых будет рассмотрено ниже. Прочность смеси в обработанном состоянии оценивается при разрыве образца и сжатии, реже при срезе и изгибе.

Прочность смесей в прокаленном состоянии характеризуется в основном способностью стержня, изготовленного из данной смеси, удаляться из полости отливки при ее извлечении из формы и очистке, и зависит

главным образом от природы связующего материала смеси и его количества, от интенсивности теплового воздействия сплава отливки на стержень и других факторов.

Технологические свойства. Уплотняемость - это способность смеси уменьшать свой первоначальный объем под воздействием внешних сил. Уплотняемость песчаноглинистых смесей зависит от содержания воды и глины и от их соотношения.

Оценки уплотняемости производят по разнице объемов навески смеси до и после уплотнения, отнесенной к первоначальному ее объему, и выражают в процентах.

Текучесть - это способность смеси под воздействием внешних сил заполнять труднодоступные полости в модельной оснастке, обеспечивая равномерное уплотнение формы или стержня. Значения текучности тесно связано с величиной прочности смеси во влажном состоянии, при этом, чем меньше эта величина, тем выше текучесть смеси.

Прилипаемость - это способность смеси во влажном состоянии прилипать к поверхности модельной оснастки или транспортных средств (ленточных конвейеров). Повышенная прилипаемость смесей увеличивает шероховатость поверхности формы или стержня, а также вызывает необходимость частой чистки поверхности модельной оснастки.

Живучесть-это продолжительность сохранения смесью своих физико-механических свойств. Значение ее зависит от природы связующего материала смеси, а также от интенсивности уменьшения в ней влаги. Например, смеси с высокомодульным жидким стеклом обладают малой живучестью. Для ее повышения в состав смесей вводят добавку водного раствора едкой щелочи, которая снижает модуль жидкого стекла. За показатель живучести холоднотвердеющих (упрочняющихся без теплового воздействия) смесей обычно применяют продолжительность промежутка времени (в минутах), по прошествии которого значение ее прочности снижается на 30 % от максимального.

Осыпаемость - характеризуется способностью поверхности формы или стержня не разрушаться при транспортировании, сборке и заливке формы. Значение осыпаемости связано с количеством и природой связующего материала, а также с режимом сушки форм и стержней. Для уменьшения осыпаемости песчано-глинистых форм в состав смеси обычно вводят добавку сульфитно-спиртовой бражки. В соответствии с ГОСТ 23409.9-78 оценку осыпаемости смеси производят по величине потери массы стандартным образцом, помещенным во вращающийся сетчатый барабан, при этом величину осыпаемости выражают в процентах и рассчитывают по формуле:

$$Q = \frac{M_0 - M_1}{M} \cdot 100 \text{ ,}$$

где, M_0 и M_1 - массы образца до и после испытания, г.

Податливость-это способность формы или стержня деформироваться под воздействием усадки отливок. Степень податливости смеси зависит от природы огнеупорной основы, от количества и природы связующего материала, а также от степени уплотнения смеси.

Выбиваемость - характеризуется способностью стержней удаляться из внутренних полостей при выбивке и очистке отливок. Значение выбиваемости зависит главным образом от природы и количества связующего материала в смеси, от интенсивности температурного и силового воздействия металла отливок на стержень. Хорошую выбиваемость имеют смеси с органическими, легковыгорающими и некоксующимися связующими материалами. Оценку выбиваемости смеси производят по величине работы, затрачиваемой на пробивку специальным бойком стержня, залитого сплавом. Работу выбивки определяют по формуле:

$$A = nGh \text{ ,}$$

где, n - число ударов, необходимое для пробивки стержня;

G - масса падающего груза, кг;

h - высота падения груза, см.

Долговечность характеризует способность смеси, после соответствующей подготовки, повторно использоваться для изготовления форм без введения добавок свежих формовочных материалов. Долговечность смеси зависит от интенсивности температурного воздействия жидкого сплава, от природы огнеупорной основы и связующего материала смеси. Наибольшей долговечностью обладают песчано-глинистые смеси.

3.2. Изучение возможности повышение качества кварцевых песков

3.2.1. Задачи и специфические особенности обогащения кварцевого сырья

Современный процесс обогащения кварцевых пород в общем случае должен решать следующие основные задачи:

- дробление и измельчение породы с целью раскрытия сростков минералов, а также для доведения материала до верхнего нормированного предела крупности;
- классификация по крупности для получения заданного гранулометрического состава материала;
- удаление вредных минеральных примесей;
- обезвоживание и сушка концентратов до заданной влажности.

Требования, предъявляемые промышленностью к качеству кварцевого сырья, определяют специфический характер его обогащения по сравнению с рудами цветных, черных и редких металлов.

Прежде всего, общее направление процесса обогащения в данном случае прямо противоположно, так как основные породообразующие минералы (кварц и др.) выделяются в концентрат, в то время как при обогащении руд они переводятся в хвосты.

Аппаратурное оформление процесса не всегда удается осуществить с помощью стандартного оборудования для обогащения руд, так как они не удовлетворяет такому условию. Кроме того, учитывая опасность заражения

аппаратным железом, ограничивается использование стали, в качестве конструкционного материала для оборудования и транспортных магистралей.

Цены почти на все виды кварцевого сырья, за исключением особо чистого кварца, относительно низкие. Масштаб же предприятий неметаллорудной промышленности в сравнении с рудными горно-обогатительными комбинатами значительно меньше. Это предъявляет весьма жесткие требования к экономике процесса обогащения.

Механическое дробление. Разработка месторождений производится исключительно открытым способом. При эксплуатации месторождений коренных пород горная масса поступает на обогащение в кусках с максимальным размером до 1500 мм.

Дробление и измельчение исходной руды осуществляется в стандартных дробильных и измельчительных аппаратах механического типа. Дробимость пород сильно зависит от их механической прочности и вязкости, которые в свою очередь определяются составом породы, ее структурой и текстурой, а также степенью изменения в процесс выветривания. Сравнительная вязкость составляет - 1,9, коэффициент снижения производительности дробления - 0,80.

Измельчение кварцевых пород для раскрытия сростов минералов производится в схемах мокрого обогащения верхний предел крупности колеблется от 0,8 до 0,2 мм.

Для мокрого измельчения применяется шаровые мельницы в замкнутом цикле с грохотом при помоле до 0,8 мм или со спиральными классификаторами и гидроциклонами при более тонком измельчении.

Характеристика шаровой мельниц для измельчения кварца:

1. Размер мельницы (диаметр x длину), мм	2440x1830
2. Скорость (от критической), %	71
3. Вес мелющих тел (от объема мельницы), %	36
4. Потребляемая мощность, кВт	184
5. Крупность исходного материала, мм	38

6. Крупность измельченного продукта, мм	1,6
7. Циркулирующая нагрузка, %	70
8. Расход мелющих тел, кг/т	0,52
9. Производительность по исходной руде, т/ч	11,7

Рекомендуется применять шары из стали с высокими магнитными свойствами. В этом случае намалываемое аппаратное железо легко извлекается при последующем обогащении в цикле магнитной сепарации. Применение измельчающей среды из легированных сталей, несмотря на меньший удельный расход, создает трудности при извлечении аппаратного железа.

Классификация по крупности. Разделения кварцевого сырья по крупности приходится производить в очень широком диапазоне от 200 до 0,02 мм. Классификация входит в технологические схемы при обогащении как коренных, неразрешенных пород, так и песков.

При обогащении коренных пород классификация применяется:

- как контрольная операция в схемах среднего и мелкого дробления и для разделения кускового обогащенного продукта на несколько сортов по крупности в диапазоне от 100 до 0,5 мм;

- как контрольная операция в цикле сухого или мокрого измельчения;

- для обеспыливания или обесшламливания материала по зерну 0,1-0,02 мм перед обогащением;

- как контрольная операция при сухом тонком доизмельчении обогащенного материала до 0,056 мм.

В схемах обогащения песков классификация применяется для удаления случайных примесей крупнее -3 -5 мм; крупнозернистых фракций с размерами зерен более 0,8-0,5 мм; тонких фракций мельче 0,1-0,05 мм, а также для разделения песка 1-0,1 мм на несколько узких групп крупности.

Грохочение материала. Для классификации дробленного материала или для получения обогащенного продукта нескольких сортов используются

в основном грохоты. Применяются стандартные конструкции вибрационных и реже барабанных грохотов. Грохочение производится как сухим, так и мокрым способом. Мокрый рассев или грохочение увлажненного материала более удобны, так как ликвидируется пылеобразование. Начиная с 3 мм грохочение на вибрационных и барабанных грохотах отличается низкой эффективностью, а рассев на ситах с отверстиями меньше 1 мм практически трудноосуществим вследствие забивания сит.

Гидравлическая классификация песков. Диапазон классификации по крупности при обогащении песков лежит в пределах 1-0,1 мм.

Необходимая производительность установок составляет десятки тонн в час. Естественно, что классификация песков с помощью барабанных и вибрационных грохотов затруднительна. И хотя в последнее время появились удачные конструкции новых типов грохотов для тонкого грохочения, разделения песков по крупности преимущественно осуществляется гидравлическим способом. Разработано несколько типов гидравлических классификаторов, каждый из которых имеет определенную область применения.

Многокамерный классификатор марки С-692 снабжен электронным механизмом для регулирования разгрузки. За счет этого достигается более высокая точность разделения. Классификатор предназначен для деления песка на пять продуктов (-3 +1 мм, -1 +0,315 мм; -0,315 +0,14 мм; -0,14 +0 мм) при расчетной производительности до 50 т/ч и расходе воды 5-7 м³/т.

3.2.2. Изучение возможные методы очистки от минеральных примесей

Формы минеральных примесей. В зависимости от генезиса породы минеральные примеси в ней могут находиться в различных структурных формах, что необходимо учитывать при обогащении, так как форма нахождения минерала в значительной степени определяет принципиальную возможность и эффективность использования того или иного метода извлечения.

С этой точки зрения целесообразно минералы, входящие в состав обогащаемой породы, подразделить на следующие группы:

1. Глинистые минералы с тонкокристаллической структурой, характеризующиеся размером зерен менее 10-20 мк (глина, охры, вторичные минералы зоны выветривания).
2. Зернистые минеральные примеси, находящиеся в свободном виде при измельчении породы до допустимого предела крупности (основная часть минералов).
3. Пленочные минеральные примеси, находящиеся на поверхности зерен кварца (гидроокислы железа и марганца, пленки силикатов железа).
4. Твердые и газовой-жидкие минеральные включения внутри зерен кварца.
5. Структурные примеси в кварце.

Для оценки распределения железа по вышеуказанным группам разработаны специальные методики, сущность которых заключается в последовательном выделении всех групп примесей из исходной породы методами рационального (фазового) анализа и определения количества Fe_2O_3 , и других компонентов, связанных с ними. Анализ показывает характер распределения примесей, предопределяет направление и выбор схемы обогащения.

В большинстве случаев при обогащении извлекаются примеси только трех первых групп. Поэтому остаточное содержание железа, связанное с примесями двух последних групп, является пределом обогатимости стандартными методами.

Обогащения породы методам оттирки. Оттиркой называется операция обогащения, заключающаяся в удалении глинистых и окисленных пленок с поверхности зерен песка. Оттирку осуществляют в вертикальных или горизонтальных оттирочных машинах при Т:Ж=1:1÷1:2 в течение 6-15 мин.

Обработка в течение 10-15 мин позволяет полностью очистить поверхность кварца от глины; увеличение времени до 20-30 мин дает возможность очистить зерна кварца от окислов железа и хлоридов.

Оттирочная машина вертикального типа ОМ 1220/24 представляет собой корпус прямоугольного сечения, состоящий из нескольких камер, в каждой из которых установлена вертикальная мешалка с двумя импеллерами в нижней части. Лопастей импеллеров повернуты навстречу друг другу. Материал последовательно обрабатывается во всех камерах.

В импеллерах оттирочных машинах на валу помещают один, два и более импеллеров в виде диска или лопастей. При этом обеспечивается возможность их установки и регулировки по высоте таким образом, чтобы потоки пульпы от обоих импеллеров направлялись навстречу друг другу и интенсивно соприкасались.

Производительность оттирочной машины 25 т/ч, частота вращения импеллеров 320 мин⁻¹. Включение операции оттирки в схему регенерации формовочных песков с последующей промывкой в две стадии в спиральных классификаторах позволило довести выход регенерированного песка до 75%.

В машине благодаря этому создаются гидродинамические условия работы, при которых в средней части образуются мощные встречные потоки пульпы; частицы кварца соударяются, и происходит их интенсивная абразивная оттирка. Высокая эффективность процесса достигается также за счет высокой плотности пульпы (40-50 % твердого). В машине ее можно доводить до 80 %. Промывка песка после дезинтеграции производится в две стадии. Вначале в спиральных классификаторах сбрасывается основная часть глины. Окончательно песок отмывается в восходящем потоке воды.

Оттирочная машина горизонтального типа (рис. 3.1) состоит из разъемного корпуса 1 со сменной футеровкой, в верхней части которого имеется загрузочная воронка 3 со сливным порогом 4. В корпусе на валу установлен ротор 2, состоящий из колец и закрепленных в них стержней. Вал, вращающийся в подшипниках 7, приводится в действие от

электродвигателя передачей 6. В нижней части корпуса расположен разгрузочный патрубок. Вода на оттирку поступает в верхнюю часть корпуса. Подшипники 7 установлены в опорах рамы 5.

Рис. 3.1. Схема оттирочной машины:

1-разъемный корпус; 2-ротор; 3-загрузочная воронка; 4-сливной порог;
5-опорная рама; 6-переда; 7- подшипник.

Загружаемый через воронку 3 песок интенсивно перемешивается ротором 2. Продолжительность оттирки в зависимости от прочности закрепления пленки может составлять от 3 до 15 мин. При этом через воронку 3 в слив удаляется суспензия, насыщенная пеной и отделенными примесями.

Оттирочная машина М610 конструкции ВНИПИИстромсырья имеет следующую техническую характеристику:

1. Производительность, т/ч	12-36
2. Производительность оттирки, мин	4-15
3. Частота вращения ротора, мин ⁻¹	240
4. Расход воды, м ³ /ч	120
5. Мощность электродвигателя, кВт	75
6. Масса, т	9

7. Габаритные размеры, мм:

длина	4,7
ширина	2,3
высота	2,1

В соответствии с технологической схемой очистки сильнозагрязненных мелких песков крупностью до 0,315 мм загружается в бункер 1 (рис. 3.2), из которого питателем 2 равномерно дозируется в оттирочную машину 3. Очищенный от примесей песок выгружается в зумпф 4 и землесосом 5 подается в гидроциклон 6. Пески гидроциклона поступают в спиральный классификатор 7, где отделяются от глинистых частиц и обезвоживаются. Конвейером 8 обезвоженный песок направляется на сушку. Сливы гидроциклона и спирального классификатора поступают в отстойник 9, осветленная вода насосом 10 возвращается в процесс.

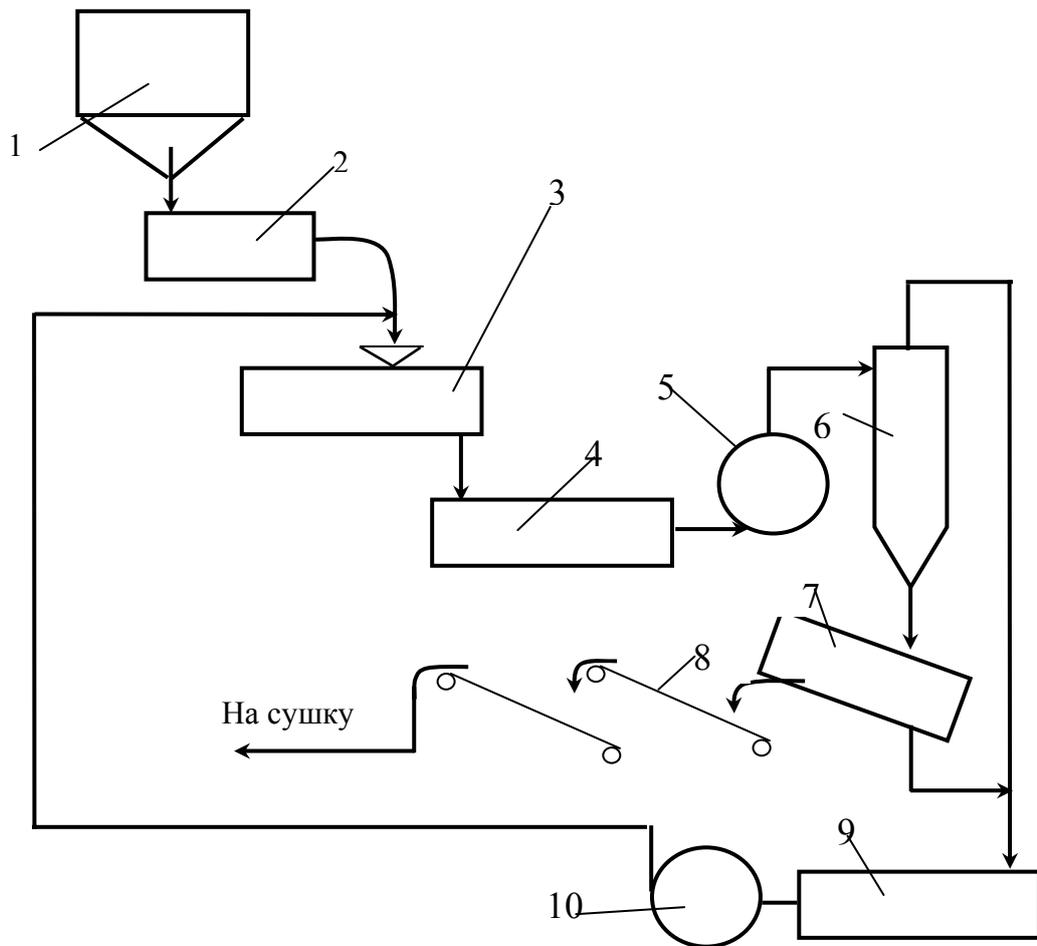


Рис. 3.2. Схема цепи аппаратов установки регенерации формовочных песков:
1-бункер; 2-питатель; 3-оттирочная машина; 4-зумпф; 5-землесос;
6-гидроциклон; 7-спиральный классификатор; 8-конвейер; 9-отстойник.

Результаты оттирки представлены в табл. 3.2. После процесса оттирки продукт промывается в гидроциклонах. В концентрат переходит 87,2 % Fe₂O₃ и 44,09 % Al₂O₃, а на шлам переходит 18,8 % Fe₂O₃ и 55,91 % Al₂O₃.

Таблица 3.2.

Результаты процесса оттирки

Условия опыта: Т:Ж=1:1, течение 15 мин предварительно промывали

Операция	Продукты	Выход, %	Fe ₂ O ₃ , %		Al ₂ O ₃ , %	
			Содержание	Извлечение	Содержание	Извлечение
Оттирка	Концентрат	91,73	4,53	87,2	0,62	44,09
	Шламы	8,27	0,06	18,8	8,72	55,91
	Исходный	100	0,43	100	1,29	100

Флотация. Наиболее распространенным методом очистки от зернистых минералов примесей является флотация. Реагенты, применяемые в практике, рекомендуемые для флотации примесей кварцевого сырья приведены в табл. 3.3. Перед флотацией, как правило, производится обесшламливание для снижения расход реагентов. Это особенно необходимо в цикле флотации с аминами. Жирные кислоты и сульфаты менее чувствительны к наличию шламов.

Таблица 3.3.

Промышленные реагенты, рекомендуемые для флотационной очистки кварцевого сырья

Реагенты	Наименование	Состав
1	2	3
Собиратели типа карбоновых кислот	Сульфатное мыло	Смесь жирнокислотных мыл, щелочи, фотостерина и неомыляемых веществ, получаемая как побочный продукт целлюлозно-бумажного производства
	Талловое масло сырое	Смесь жирных и смоляных кислот, получаемая при перегонке сульфатного мыла
	Реагент ТЖК	Смесь жирных кислот, получаемая в процессе щелочного плавления касторового масла при производстве себациновой кислоты

1	2	3
	Соапсток	Смесь жирных кислот, нейтрального жира и щелочей, получаемая при рафинировании растительного масла и низкотитрованного саломасла
	Окисленный рисайкл	Смесь синтетических жирных кислот, оксикислот и неомыляемых веществ, получаемая при переработке нефти.
	Асидол	Смесь нефтяных кислот, извлекаемых из щелочных отходов очистки масляных и соляровых дистиллятов.
	Мылонафт	Смесь натриевых мыл органических кислот, извлекаемых из отходов щелочной очистки и керосиновых, газойлевых и соляровых дистиллятов.
	Кубовые остатки	Смесь жирных кислот, оксикислот и неомыляемых веществ
	Окисленный петролатум	Продукт окисления петролатума.
Собиратели типа сульфонатов и алкилсульфонатов	Контакт Петрова Сульфонол	Нефтяные сульфокислоты (смесь нафтенных сульфокислот), получаемые при обработке керосинового и газойлевого дистиллятов Смесь натриевых солей алкилбензосульфокислот и циклоалкилбензосульфокислот с примесью, хлорида натрия и неомыляемых
Собиратели типа аминов	Реагент АНП	Смесь хлоргидратов первичных аминов, получаемая синтезом на основе синтина
Вспениватель	Сосновое масло	Продукт, выделяемый при фракционной перегонке скипидара из пневног осмола сосны

Контактирование с жирнокислотными собирателями для получения оптимальной диспергации и снижения расхода реагента производится в плотной пульпе при содержании твердого 50-70 %. Мыла жирных кислот обычно не требуют высокой плотности пульпы.

С целью выбора собирателя исследовалась зависимость извлечения примесей в пену от расхода собирателя (рис. 3.3) и продолжительности флотации (рис 3.4) для следующих собирателей: сульфатное мыло, соапсток, мылонафт. Как следует из приведенных данных, относительно низкое

извлечение примесей получено с соапстоком. Все собиратели образуют сухую пену при высоком извлечении примесей.

Как показывают результаты опытов (рис. 3.3 и 3.4), из всех испытанных собирателей наиболее приемлемым оказался сульфатное мыло. При оптимальном его расходе извлечение примесей 65-70 %. Для дальнейших исследований нами выбран собиратель сульфатное мыло (табл. 3.4). Исследования показали возможность использования собирателя сульфатное мыло при флотации примесей кварцевых песков. Установлено, что извлечение примесей из кварцевого песка происходит в определенном интервале значений рН.

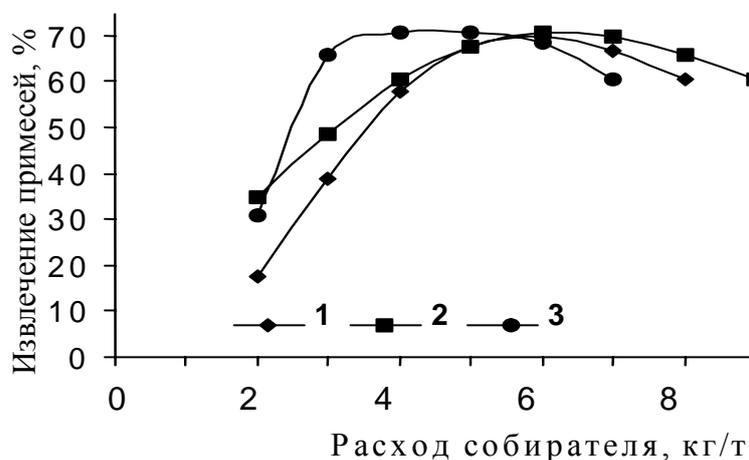


Рис. 3.3. Зависимость извлечения примесей от расхода собирателя:
1-соапсток, 2-сульфатное мыло, 3-мылонафт.

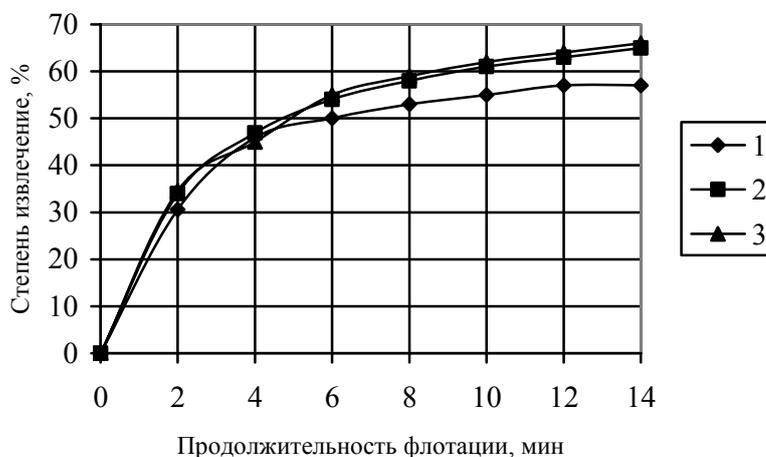


Рис. 3.4. Зависимость извлечения примесей от продолжительности флотации:
1-соапсток, 2-мылонафт, 3-сульфатное мыло.

Таблица 3.4.

Результаты процесса флотооттирки

Условия процесса	Продукты	Выход, %	Fe ₂ O ₃ , %	
			Содержание	Извлечение
время флотации - 2,5 мин, расход сульфатного мыла - 3 кг/т	Хвост	91,13	0,05	10,6
	Пенный продукт	8,7	4,33	89,4
	Исходный	100	0,43	100
время флотации - 4 мин, расход сульфатного мыла - 5 кг/т	Хвост	91,0	0,05	10,58
	Пенный продукт	9,0	4,27	89,42
	Исходный	100	0,43	100

Отработанный продукт, содержащий 92-95 % SiO₂ и отправляется на магнитную сепарацию.

Магнитная сепарация. Возможность применения магнитной сепарации обусловлена тем, что большинство минеральных примесей характеризуется положительным значением удельной магнитной восприимчивости (табл. 3.5) в отличие от промышленнополезных минералов (полевых шпатов, нефелина и кварца), обладающих диамагнитными свойствами.

Сепаратор СЭМ-1, предназначенный для обогащения слабомагнитных руд, хорошо зарекомендовал себя и при доводке флотационных продуктов. Техническая характеристика приведена в табл. 3.6.

Таблица 3.5.

Электромагнитные свойства основных минеральных примесей

Минерал	Удельная магнитная восприимчивость, см ³ /г					Удельное сопротивление, ом · см			Относительная диэлектрическая
	1-10	11-35	36-60	61-85	86-450	10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ¹	10 ² 10 ⁴ 10 ⁶ 10 ⁸	10 ¹⁰ 10 ¹² 10 ¹⁴	
	Немагнитные	Слабомагнитные	Среднемагнитные			Проводники	Полупроводники	Непроводники	
1	2	3	4			5	6	7	8
Магнетит	Сильно магнитный					—			33,7-81
Ильменит					—	—			33,7-81

1	2	3	4		5	6	7	8
Гематит				—	—			25
Лимонит		—						3,2
Рутил	—							89-173
Хромит			—					11
Гранаты			—					4,3-8,2
Сфен	-						—	4,0-6,6
Эпидот				-				6,2
Турмалин		—						56
Тальк	-							5,8
Биотит			—		—			10,3
Мусковит	—							6,2-8,0
Кальцит	-							7,5-8,7
Апатит	—							5,8
Гипс	-							6,3-7,9
Флюорит	-							6,2-8,5
Пирит	—				—			33,7-81
Пирротин				—	—	—		>81
Графит	—				—	—		>81

Таблица 3.6.

Техническая характеристика сепаратора СЭМ-1

№	Параметры	Показатель
1.	Число валков (роликов)	6
2.	Диаметр валка (ролика), мм	100
3.	Рабочая длина валка (ролика), ширина лотка, мм	780
4.	Верхний предел крупности, мм	1
5.	Производительность на пог. м длины ролика, т/ч	до 1,0
6.	Напряженность поля, тыс. э	14-16
7.	Мощность на обмотку, кВт	2,0
8.	Мощность на привод, кВт	4,5
9.	Скорость вращения валков (роликов), об/мин	58

Результаты 2-х кратный магнитный сепарации на лабораторной магнитной сепараторе СЭМ-1 приведена в табл. 3.7.

Таблица 3.7.

Результаты 2-х кратный магнитный сепарации

Условия опыта: напряжение электромагнитного поля – 14,5 тыс. эрст, сила тока – 0,5 А, зазор между валками – 1,5 мм

Продукты	Выход, %	Fe ₂ O ₃ , %	
		Содержание	Извлечение
Немагнитная фракция	99,4	0,04	66,27
Магнитная фракция	0,6	3,37	33,73
Концентрат после оттирки	100	0,06	100
Немагнитная фракция	99,2	0,18	38,6
Магнитная фракция	0,78	3,38	61,4
Концентрат после оттирки	100	0,43	100

Полученный концентрат соответствует марки ВС-050-1 ГОСТ 22551-72

1. Обогащение исходного материала с помощью оттирки и последующей магнитной сепарации сухого промпродукта позволяет получить кварцевый концентрат марки ВС-050-1, который пригоден для производства листового оконного и полированного стеклов ВВС и флотационными методами лабораторного, медицинского, парфюмерного стеклов, стекловолокна и специальных стеклов для электротехники, электроосветительного стекла и силикатов натрия.

2. При обогащение исходного материала можно получить концентрат более высоких марок с использованием химических методов обогащения, исследования глинистой и минеральной составляющих с целью получения из них кондиционных продуктов для других отраслей промышленности, а также разработки технологического регламента для проектирования обогатительного цеха. Недостаток процесса – большой расход флотореагента сульфатного мыло – 3-5 кг/т песка.

3. Применение в качестве собирателя сульфатное мыло позволяет извлечь 98,6-99,5 % примесей и отправляется на магнитную сепарацию.

3.3 Предлагаемая схема обогащения Вараджанского проявления

По рекомендуемой технологической схеме (рис. 3.5) исходный песок дробится и дезинтеграция производится в мельницах сухого помола, работающих в замкнутом цикле с двумя виброгрохотами с ситом 0,2 мм. Материал обеспыливается в воздушном механическом классификаторе. Продукт мельче +0,14 мм поступает в отвал.

Дальше материал обогащается мокрым способом. Обеспыленный продукт для очистки поверхности зерен проходит через оттирочных машин и затем промывается в гидроциклонах. Слив гидроциклонов выводится в отвал.

Песок после оттирки флотируется в флотокамерах. Примеси извлекаются пеной. Очищенный продукт сгущается в гидроциклоне и затем фильтруется карусельным вакуум-фильтром. Песок виброконвейером и элеватором подается в отделение магнитной сепарации, где окончательно очищается магнитными-сепараторами интенсивного действия.

Обогащенный песок хранится бункере. Отгружают его в специальные вагоны или в автомашины.

Система пылеудаления-высокой эффективности. Производительность вентиляционной установки 500-600 м³/мин. Она установлена на коллекторе, к которому подсоединяются отсосы от всех пылящих точек.

В литейном производстве за рубежом применяют высококачественные формовочные пески, требования к которым дифференцируются в зависимости от области применения. При этом содержание SiO₂ достигает 99 % и выше, зерновая структура сосредоточена на трех-пяти ситах при минимальном количестве крайних фракций. Содержание глинистой составляющей составляет в песках для изготовления стержней на фурановых смолах 0,1 %, оболочковых форм и стержней 0,5 %, формовочных смесей для автоматических линий 1,0 %.

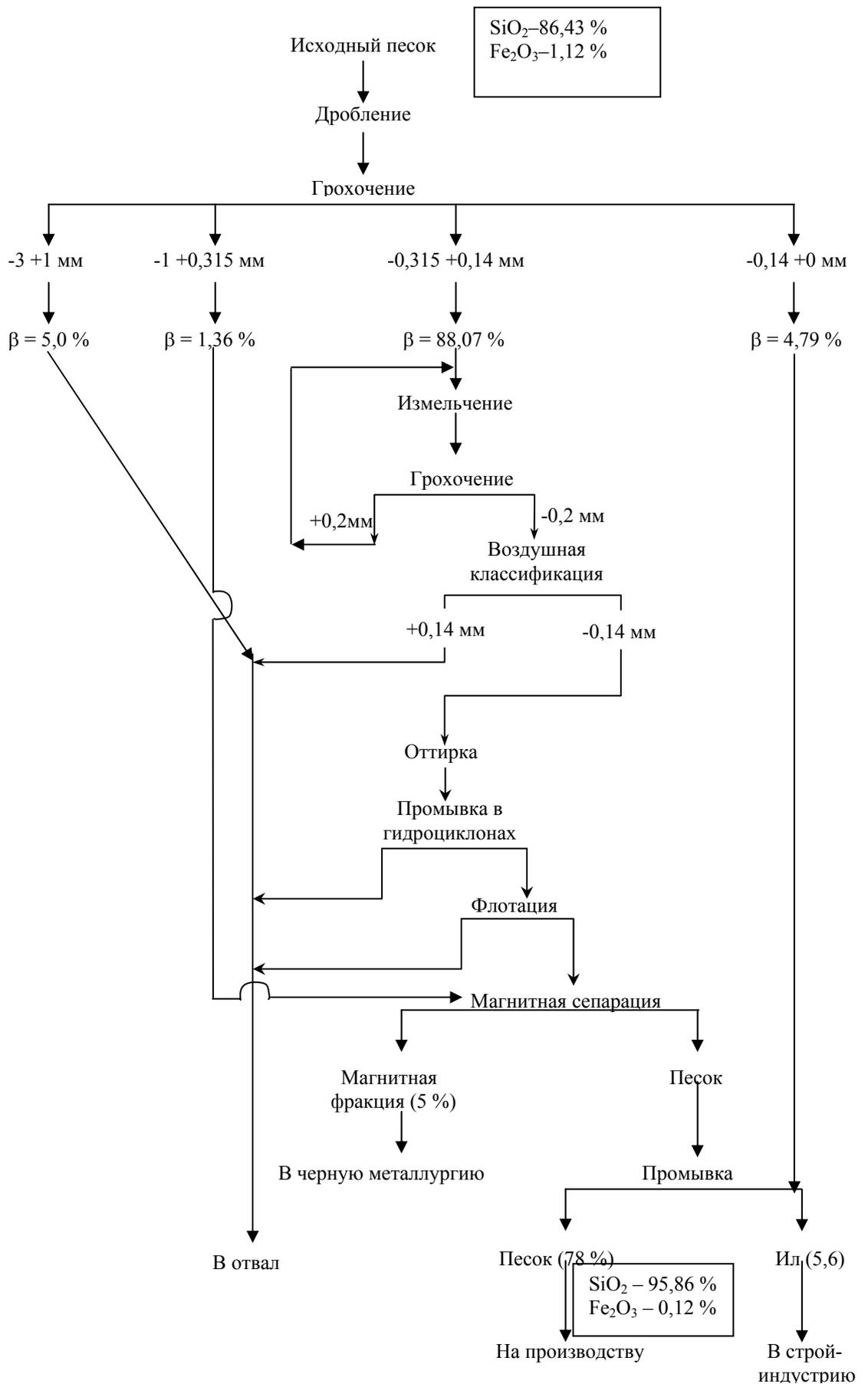


Рис. 3.5. Рекомендуемая технологическая схема переработки песков месторождений «Вараджан».

Кроме стандартных характеристик, начинают определять теплофизические (спекаемость с металлом, сопротивление термическому удару) и физико-химические (наличие адсорбированных солей, поглощение смол и масла), которые зависят не только от химического и минерального состава песка, но и от структурных особенностей кварца, а также состояния его поверхности, определяемых генезисом месторождения.

В схемах обогащения наряду с промывкой, отсевом грубых фракций и классификацией песчаной основы по крупности широко необходимо использовать такие операции, как очистка поверхности кварцевых зерен от примазок глины, минерального цемента и адсорбированных примесей, сушка и охлаждение песка, а для песков некондиционных по минеральному составу – флотацию и магнитную сепарацию.

Для повышения надежности классифицирующего оборудования классификация выполняется по комбинированной схеме; первичная классификация осуществляется с помощью гидравлических классификаторов, а окончательное (точное) разделение выполняется рассевом на грохотах.

Применение сложных схем обогащения современного оборудования и большие капитальные затраты окупаются при соблюдении следующих условий:

- организации выпуска наряду с песками, широкого ассортимента кварцевых концентратов (для других отраслей промышленности Узбекистана для бетона, для производства.);
- организации производства попутных концентратов за счет комплексного использования сырья (гравия, каолинового, слюдяного, полевошпатового концентратов);
- полной механизации и автоматизации обогащения, применении надежного оборудования, профилактическое обслуживание которого производится специальными фирмами.

4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ

В Трудовом кодексе говорится:

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
- государственное управление охраной труда;
- государственный надзор и контроль за соблюдением требований охраны труда;

Работодатель обязан:

- обеспечивать безопасность труда и условия, отвечающие требованиям охраны и гигиены труда.

При переработке и обогащении руд в отделениях обогатительных фабрик имеются производственные вредности и опасности.

Вредным называется вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности, может вызвать производственные травмы или профзаболевания.

В целях сохранения здоровья работающих на предприятиях для более чем 1500 вредных веществ определены их предельно-допустимые концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны, то есть такие концентрации, которые при ежедневной работе (исключая выходные) не превышающей 41 часа в неделю, в течении всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Общие требования безопасности. Все движущиеся и вращающиеся части машин и механизмов, элементы привода и передачи должны иметь надёжно закреплённые ограждения, исключаящие доступ к ним во время работы. Вращающиеся части (валы, муфты, шкивы, барабаны, фрикционные

диски и т.п.) должны иметь сплошные или сетчатые ограждения с ячейками не более 25x25 мм.

Зубчатые и цепные передачи независимо от высоты расположения и скорости движения должны иметь сплошные ограждения. Ограждения должны соответствовать проекту. Все обслуживающие площадки, переходные мостики и лестницы должны быть прочными и снабжены перилами высотой не менее 1 м с перекладиной и сплошной обшивкой по низу перил на высоту 0,15 м.

Угол наклона лестниц к рабочим площадкам и механизмам: постоянно эксплуатируемые - не более 45°; посещаемые 1-2 раза в смену - не более 60°; в зумпфах и колодцах - до 90°. Ширина лестниц должна быть не менее 0,7 м, высота ступеней - не более 0,3 м, высота ступеней - не менее 0,25 м, все монтажные проёмы, прямки, зумпфы, колодцы, канавы и т.п., расположенные в помещениях и на территории фабрики, должны быть ограждены перилами высотой 1 м со сплошной обшивкой по низу на высоту 0,15 м или перекрыты настилами по всей поверхности и в необходимых местах снабжены переходными мостиками шириной не менее 1 м.

Трубы, желоба и другие коммуникации не должны загромождать рабочие площадки, а в случаях пересечения ими проходов и рабочих площадок должны располагаться на высоте не менее 2 м от уровня пола.

Минимальная ширина между машинами и другим оборудованием и от стен до габаритов оборудования должно быть:

- на основных проходах не менее 1 м;
- между машинами не менее 1,5 м;
- между машинами и стеной не менее 0,7 м;
- на проходах к бакам, чанам и резервуарам для обслуживания и ремонта не менее 0,6 м.

Промышленная санитария. Промышленная пыль выделяется при дроблении, транспортировке руд и сушке концентратов. В зависимости от величины частиц, находящихся в воздухе различают: пыли, туманы и дымы.

Пыли – частицы крупностью более 10 мкм, в спокойном воздухе оседают на пол, оборудование, стены зданий.

Туманы – частицы диаметром от 0,1 до 10 мкм, в неподвижном воздухе постепенно оседают, при движении воздуха практически не осаждаются.

Вдохе способна проникать в легкие человека. Твёрдые частицы пыли с зазубринными краями травмируют слизистую оболочку и лёгочную ткань. Растворимые пыли образуют химические соединения, способные проникать в организм человека. ПДК пыли зависит от её минералогического состава. На фабрике фактическая средняя запылённость рабочих мест достигает 3 мг/м^3 , а ПДК пыли – 4 мг/м^3 .

На фабрике предусматриваются коллективные и индивидуальные меры борьбы с пылью. К коллективным мерам относятся: локализация источников пылевыведения, гидроподавление пыли, обеспечение производственных помещений системами местной и общеобменной вентиляции с последующей очисткой воздуха от пыли.

Оборудование цехов крупного и средне-мелкого дробления по условиям образования и выделения пыли, по направлению движения пылевых факелов, интенсивности движения воздушных струй в машинах и вблизи них относится к первой группе вышеуказанных факторов. Пылевыведение в щековых и конусных дробилках происходит от избыточных давлений внутри корпусов при поступлении материала на дробление. Для предотвращения выделения пыли в атмосферу производственных помещений огромное значение имеют герметические укрытия пылевыведяющего дробильно-сортировочного оборудования.

Значительный свободный объём требует отсоса большого количества пылевоздушной смеси и не обеспечивает в укрытии необходимо направленного, устойчивого движения потока, увлекаемого движущим материалом. Малые объёмы укрытия снижают эффективность аспирации, способствуют проникновению пыли за пределы кожуха в следствии больших скоростей движения воздуха в них.

На проектируемой фабрике для облегчения массы укрытия и удобства в эксплуатации применяются мягкие укрытия в виде штор и шатров из прорезиненной ткани, прикрепляемых или подвешиваемых к каркасам. Толщина прорезиненного

Наиболее опасной для организма человека является пыль размером от долей микрона до 5 мкм. Такая пыль задерживается с трудом слизистыми оболочками и при материала для мягких укрытий не менее 2-4 мм. Для транспортного оборудования применяются укрытия с двойными стенками и боковыми вентилируемыми камерами типа СИОТ.

К индивидуальным средствам защиты от пыли на проектируемой фабрике относится спецодежда, средства защиты органов дыхания – респираторы типа ШБ-1 (“Лепесток”) или У-2К.

Проводятся мероприятия по созданию здорового микроклимата на рабочем месте:

1. Вентиляция устанавливается с учётом требований действующих санитарных норм и выделяющихся вредностей.

2. В отделениях магнитной сепарации, фильтрации, где производственный процесс связан с выделением пыли, предусматриваются системы местных отсосов с очисткой удаляемого воздуха. В складе готовой продукции вентиляция естественная.

Замеры запылённости воздуха производятся два раза в месяц.

Производственный шум. Шум – один из наиболее распространённых факторов внешней среды, неблагоприятно действующих на человека. Шум – беспорядочное сочетание различных по частоте и силе звуков. Источниками шума на обогатительной фабрике являются все машины и механизмы, участвующие в технологическом процессе. Основные признаки характеризующие шум:

1. Уровень силы звука (чем громче шум, тем более раздражающее действие он оказывает).

2. Частотный состав шума шум с преобладанием звуков высоких частот (скрежет, визг, резкий свист, звон металла и т.п.) более беспокоит, чем шум низких частот.

3. Ритмичность шума. При равномерном ритме не сильный шум может действовать успокаивающе. При не равномерном ритме шум действует раздражающе.

Люди, работающие в условиях шума, жалуются на быструю утомляемость, головную боль, неврастению. Длительное воздействие шума отрицательно сказывается на центральной нервной системе и органах слуха. В качестве мер борьбы с шумом применяют:

1. Методы снижения шума на пути его распространения от источника, основанные на звукопоглощении и звукоизоляции.

2. Методы уменьшения шума в источнике его образования.

3. Средства индивидуальной защиты.

Снижение шума методами звукопоглощения достигается акустической обработкой ограждающих поверхностей помещения звукопоглощающими материалами. Звукоизоляция обеспечивается созданием на пути распространения шума звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, кожухов, кабин, акустических экранов и т. д. Требуемое снижение уровня шума ΔL_{mp} определяется по формуле:

$$\Delta L_{mp} = L - L_N,$$

где, L - измеренные значения уровня шума, Дб;

L_N – нормативные значения уровня шума, Дб;

$$\Delta L_{mp} = 100 - 85 = 15 \text{ Дб}$$

для рабочих мест в производственных помещениях.

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) целесообразно в тех случаях, когда активные методы либо не обеспечивают желаемого акустического эффекта, либо не экономичны, а также в период разработки основных мероприятий по глушению шума. К СИЗ от шума относятся беруши (вкладыши), наушники, шлемы (из синтетических материалов). Они

позволяют снизить шум до 40 Дб. Средства выбирают в зависимости от величины требуемого снижения уровня шума, таким образом, чтобы для каждой активной полосы акустическая эффективность средства $\Delta L_{\text{Сиз}}$ была больше величины $\Delta L_{\text{тр}}$:

$$\Delta L_{\text{Сиз}} \geq \Delta L_{\text{тр}}$$

Одним из эффективных способов уменьшения шума на фабрике является заключение источника в звукоизолирующий кожух. Высокая эффективность кожуха достигается при условии отсутствия щелей, отверстий, тщательная изоляция кожуха от фундамента и трубопроводов и при наличии на внутренней поверхности кожуха звукопоглощающего материала. Таким материалом может быть войлок или другая мягкая ткань.

Требуемая звукоизолирующая способность стенок кожуха определяется из формулы:

$$R_{\text{тр.кож.}} = \Delta L_{\text{тр}} + 10 \cdot \lg (S_{\text{кож.}}/S_{\text{ист.}})$$

где, $\Delta L_{\text{тр}}$ – требуемое снижение уровня шума;

$S_{\text{кож.}}$ – площадь поверхности кожуха, м²;

$S_{\text{ист.}}$ – площадь воображаемой поверхности вплотную окружаю щей источник шума, м²:

$$R_{\text{тр.кож.}} = 15 + 10 \cdot \lg (10/14) = 13,51 \text{ Дб.}$$

Ещё одним методом звукоизоляции является применение звукозащитных кабин, представляющих собой локальное средство защиты. Кабины устанавливаются на автоматизированных линиях у постов там, где возможно на длительный срок изолировать человека от источников шума. Материал изготовления, как правило, сталь или ДСП.

Противопожарная безопасность. Помещения фабрики по пожарной опасности относятся к категориям: А - реагентное отделение; Д - отделения дробления, измельчения, гравитации.

В производственных помещениях и на подстанции оборудованы пожарные щиты, ящики с песком. Реагентное отделение оборудовано стационарной установкой для автоматического тушения пожара.

При проектировании предусматривается простота формы зданий (прямоугольник по периметру), а так же размещение вблизи фабрики пожарного депо. При проектировании предусмотрены в корпусах противопожарные перекрытия, огнестойкие двери, запасные выходы на случай безопасной эвакуации людей и имущества.

На территории фабрики предусматривается пожарный водопровод, в систему которого входят: водозаборные сооружения, пожарные резервуары, заполненные водой, насосы, водонапорные башни, наружная водопроводная сеть, проложенная по территории фабрики и внутренняя сеть проложенная в зданиях. Пожарные краны устанавливаются на лестничных клетках, входах в коридоры, и других местах. При каждом внутреннем пожарном кране должен быть выкидной рукав, длиной не менее 10 метров и ствол, размещённые в специальном шкафу. Постоянный свободный напор во внутренней противопожарной сети должен обеспечивать высоту струи не менее 6 метров.

Для оповещения о пожаре в цехе используется промышленная громкоговорящая связь, телефонная связь и электрическая пожарная сигнализация. Для обнаружения пожара в помещениях, где часто отсутствуют люди, устанавливаются автоматические средства обнаружения и оповещения о пожаре (тепловые, дымовые реле, датчики пламени, инфракрасных и ультрафиолетовых лучей).

На случай пожара в производственных, общественных местах на виду вывешиваются планы эвакуации людей и имущества, с которым должны быть ознакомлены все работающие на предприятии.

5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ

При определении стоимости продукции оценка её производилась по действующему в настоящее время преysкуранту оптовых мировых цен.

Приводим расчёт капитальных затрат на монтаж оборудования и определяем расчёт годовых эксплуатационных расходов по данным практики (табл. 5.1).

Необходимые исходные данные для расчёта и результаты расчёта ожидаемого экономического эффекта приведены в табл. 5.2.

Годовая экономическая эффективность от внедрения передовой технологию и технологии производства определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = [(C_1 + E_n \cdot k_1) - (C_2 + E_n \cdot k_2)] \cdot Q = 32500 \$$$

Таблица 5.1.

Расчёт капитальных затрат на монтаж оборудования и годовых эксплуатационных расходов, на \$ США

№	Наименование	Количество единиц	Стоимость монтажа		Годовые эксплуатационные расходы	
			единицы	сумма	единицы	сумма
1.	Основные оборудование	1	50000	50000	50000	50000
2.	Приборы КИП и авт.	1		250		250
3.	Прочее оборудование	1		20500		20500
	ИТОГО:			70300		70300

Результаты ожидаемого экономического эффекта

№	Исходные данные	Показатели
1.	Условный выпуск продукта, тыс. т/год	100
2.	Цена за 1 т продукте, \$	5,25
3.	Себестоимость 1 т продукта, \$	4,925
4.	Годовая стоимость продукта, \$	525000
5.	Затраты на внедрение: а) сумма затрат на оборудование и монтаж; б) эксплуатационные расходы, \$; в) затраты на НИР, \$; д) прочие затраты, \$ ИТОГО:	70300 7030 1500 10000 88830
6.	Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения технологии, \$	32500
7.	С учётом неравномерности содержания металлов в руде и извлечения их в концентраты вводим поправочный коэффициент 0,75. Ожидаемый годовой эффект	24375

где, C_1 , C_2 – себестоимость единицы продукции до и после внедрения мероприятий;

K_1 , K_2 – удельные капитальное вложения до и после внедрения мероприятий

E_H – нормативный отраслевой коэффициент эффективности капиталовложений (для металлургических предприятий 0,12);

Q – объем выпуск продукции, после внедрения мероприятий.

Расчетный коэффициент экономической эффективности производства:

$$E_p = \frac{\mathcal{E}}{\Delta k} = 0,409$$

$$\Delta k = k_2 - k_1$$

где, Δk – единовременные затраты проведения мероприятий.

Если, $E_p > E_n$ – проект эффективный;

$E_p \leq E_n$ - проект неэффективный.

Срок окупаемости $T_{ок} = \frac{\Delta k}{\mathcal{E}} = 1,5$ год.

Численность трудящихся по рассматриваемому цеху определялась исходя из принятых объёмов производства и утверждённых норм выработки с использованием данных на аналогичных производствах.

Годовые эксплуатационные расходы при расчёте себестоимости продукции определились из сметных затрат.

Срок окупаемости капитальных вложений за счёт прибыли от реализации товарной продукции по цеху составляет 1,5 года.

Экономический потенциал от внедрения научной работы с учётом неравномерности содержания металлов в руде и извлечения их в концентраты (поправочный коэффициент 0,75) составляет 24375 \$ США в год.

Список использованной литературы

1. Каримов И.А. Узбекистан на пороге XXI века: угрозы безопасности, условия и гарантии прогресса, Ташкент, 1997.
2. Каримов И. А. Доклад на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2002 году и основным направлениям углубления экономических реформ на 2003 год (17февраля 2003г). -2003.
3. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы, т. 4, «Каркасные силикаты». М., Мир, 1996.
4. Минералы (справочник), т. II. Вып. 2, «Простые силикаты». М., Наука, 1995.
5. Попов И.И. Перспективы обеспечения стекольной промышленности высококачественным сырьем. М., ЦНИИТЭСТРОМ, 1985
6. Прянишников В.П. Кварцевое стекло. М., Промстройиздат, 1986.
7. Исаков М.Г. Вишнегорские пигменты как источник полевошпатового сырья. Тр. ин-та Уралмеханобр, 1984.
8. Щеколдин А.А., Синкевич Г.А., Петров Н.А. Гранулированный жильный кварц – новое сырье для получения прозрачного кварцевого стекла. «Стекло и керамика», 1983 №11.
9. Poole J. A glass sand beneficiation process. “J. of the American Ceramic Society”, vol. 32, No. 7, 1969.
10. Californian glass sand plant. “Mining and Miner. Eng.” No. 6, 1975. Navighorst C.R. Separating glass sand from clay. “Chemical Engineering”, vol. 70, No. 12, 1983.
11. Попова И.И. Исследование возможности применения торфной смолы для флотации стекольных песков. Тр. ВНИИС, вып. 34. М., Стройиздат, 1984.

12. Попова Н.И., Римкевич Б.Б., Смирнов Е.И., Тимашков Я.В., Шигаева Ф.В. Минеральное сырье для стекольной промышленности, вып. V (кварцевые пески). М., Стекло. 1983.
13. Ревнивцев В.И. Обогащение полевых шпатов и кварца. М., Недра. 1980. 128 с..
14. Васи Ю.П. Газопроницаемость формовочных смесей. М. Машиностроение. 2000. 246 с.
15. Брегко А.А., Великанов Г.Ф. Формовочным и стержневые смеси с заданными свойствами. М., Машиностроение. 1982. 423 с.
16. Закиров М.З., Гафурджанов С.Г. Кварцевые и кварц-полевошпатные пески Узбекистана. Ташкент, изд. Фан, 1983.
17. Троицкий В.В. Обогащение нерудных строительных материалов. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние. 1996. 192 с.
18. Олюнин В.В. Переработка нерудных строительных материалов. М.: Недра, 1998. 132 с.