

Введение Одним из наиболее востребованных видов минерального сырья, из которого извлекают кварц как полезный компонент, является кварцевый песок. Кварц, как основной продукт передела высокремнеземистого сырья (кварцевые пески), благодаря своим уникальным физико-механическим свойствам находит применение во многих отраслях промышленности, в том числе и стекольной. В настоящее время в России качество большинства месторождений не соответствует требованиям предъявляемых к кварцевым пескам и требует проведения операций их обогащения [1]. Выполненные исследования кварцевых песков Неболчинского месторождения представляющих основной промышленный тип месторождений РФ были направлены на использование комплексной схемы обогащения для получения концентратов, пригодных для варки стекол различного назначения. Экспериментальная часть Исследуемые кварцевые пески характеризуются насыпной плотностью 1430 кг/м³ (проба «сухая») и 1395 кг/м³ (проба «обводненная»), истинной плотностью 2,65 г/см³ для обеих проб. Содержание в песке пробы «сухая» гравия с размером зерен свыше 5 мм составляет 0,15 %. В песке пробы «обводненная» присутствие гравия не обнаружено. Содержание массовой доли глинистой составляющей составило для пробы «сухая» – 5,9 %, для пробы «обводненная» – 2,5 %. Гранулометрический состав исходных песков показал, что по остатку на сите с сеткой 0,8 мм и по проходу через сито с сеткой 0,1 мм пробы «сухая» (1,61 % и 0,11 % соответственно) и «обводненная» (0,07 % и 0,02 % соответственно) удовлетворяют нормам ГОСТ 22551-77. Минералого-петрографическим анализом установлено, что пробы представлены мелкозернистым кварцевым песком. Основным минералом является кварц высокой степени окатанности, особенно характерной для верхних фракций. В основном преобладает прозрачная разновидность кварца, но следует отметить, что для всех проб характерно большое (от 15 до 40 %) количество кварцевых зерен несущих желтовато-розовый железосодержащий пигмент в виде очень тонких налетов, вкраплений, реже корочек на поверхности зерен. Также для песков характерно присутствие небольшого количества песчаников с железосодержащим цементом, зерен известняка, кремней, полевого шпата, гидрооксидов железа, кальцита, слюды, акцессорных минералов – турмалина, ильменита. Характерно наличие образований, названных сростками кварца с кальцитом. Они представляют собой мелкие зерна кварца, крепко сцементированные кальцитовым цементом. Учитывая наличие в исследуемых песках вредных примесей: глинистой составляющей, гидрооксидов железа, акцессорных минералов и кремней, для улучшения марки песка использовались следующие методы обогащения: отмывка, гравитация, классификация по классу крупности – 0,8 + 0,1 мм, оттирка, электромагнитная сепарация, флотация [2]. Обогащение проводилось по трем схемам. В первую схему вошли такие операции, как отмывка, гравитация, классификация по классу крупности – 0,8 + 0,1 мм,

электромагнитная сепарация. Во вторую схему отмывка, флотация, классификация по классу крупности – 0,8 + 0,1 мм, электромагнитная сепарация. В третью отмывка, гравитация, оттирка, классификация по классу крупности – 0,8 + 0,1 мм, электромагнитная сепарация. Стадия промывки. Так как в исходном песке исследуемых проб присутствует глинистая составляющая от 2,5 до 5,9 %, то промывка является обязательной стадией обогащения кварцевых песков. Стадия классификации. С целью выравнивания однородности зернового состава кварцевых зерен и удаления из песка части тяжелых минералов проводилась классификация. Стадия гравитации. Несмотря на незначительное содержание тяжелых минералов в исходных песках, было проведено гравитационное обогащение после стадии промывки на винтовом сепараторе. Минералогическое исследование выделенных тяжелых фракций под бинокуляром показало наличие в них акцессорных минералов, гидрооксидов Fe и мелкозернистого кварца. Стадия оттирки. Использование метода оттирки необходимо из-за присутствия на поверхности кварцевых зерен гидрооксидов железа в виде тонких налетов и вкраплений. Операция оттирки проводилась в камере флотомшины. Для улучшения качества оттирки пленки с поверхности зерен кварца добавлялась сода. Время оттирки составляло 30 минут. Стадия флотации. Флотационное обогащение проводилось на отмытой пробе песка с использованием анионного реагента – 5 % сульфатного мыла, в нейтральной среде. Состав пульпы – 30 % твердого и 70 % жидкого. Выход концентрата в пробах «сухая» и «обводненная» составил 98,83 % и 99,65 %, выход пенного продукта 1,17 % и 0,35 % соответственно. Стадия электромагнитной сепарации. Применение электромагнитной сепарации обусловлено присутствием в песках минералов, обладающих определенным положительным значением магнитной восприимчивости. Перед сепарацией проба рассеивалась на классы крупности: + 0,63; + 0,4; + 0,315; + 0,2; + 0,16 и + 0,1 мм. Каждый класс крупности сепарировался отдельно на электромагнитом сепараторе (с одной перемешкой). Напряженность магнитного поля составляла ~ 1700 мТ. Выход магнитной и не магнитной фракций при сепарации составил: по схеме 1 проба «сухая» – 0,69 % и 99,31 %, проба «обводненная» – 0,42 % и 99,58 %; по схеме 2 проба «сухая» – 0,44 % и 99,56 %, проба «обводненная» – 0,50 % и 99,50 %; по схеме 3 проба «сухая» – 0,69 % и 99,31 %, проба «обводненная» – 0,42 % и 99,58 %. Влияние перечисленных методов обогащения на химический состав и марку кварцевого песка показано в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние схем обогащения на химический состав и марку кварцевого песка

Тип пробы	Содержание оксидов в %	Марка песка			
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Исходный
сухая	98,11	0,06	0,50	0,43	Т
обводненная	99,09	0,04	0,20	0,05	ВС-050-1
Схема 1 сухая	98,82	0,01	0,23	0,06	С-070-1
обводненная	99,37	0,01	0,13	0,04	ВС-040-1
Схема 2 сухая	99,29	0,01	0,17	0,03	ВС-030-В
обводненная	99,62	0,01	0,08	0,02	ВС-020-В
Схема 3 сухая	99,30	0,01	0,20	0,04	ВС-040-1
обводненная	99,75	0,01	0,11	0,02	ВС-020-В

Выводы Анализ

таблицы показывает, что эффективными оказались все применяемые схемы обогащения, снижая содержания в песке красящих стекло химических элементов. Наиболее рациональной оказалась схема обогащения, включающая стадии отмывки кварцевых песков от глинистой составляющей, флотации, классификации по классу крупности – 0,8 + 0,1 мм и электромагнитную сепарацию. Использование данной схемы обогащения позволило получить концентраты песка марки ВС-030-В для пробы «сухая», пригодного для производства листового технического стекла, автомобильного стекла, стеклоблоков, витрин, проката, стекловолокна для специальных изделий, лабораторного, медицинского парфюмерного стеклостеклоизделий для электронной техники, светотехнического и сигнального стекла, силикатов натрия (катализаторов) и марки ВС-020-В для пробы «обводненная», пригодного для производства светотехнического и сигнального стекла, сортовой посуды, прессованных изделий механизированной выработки «дюралекс», силикатов натрия (катализаторов).