

УДК 666.322.2

Студ. П.С. Ларионов

Науч. рук.доц., к.т.н. Ю.Г. Павлюкевич  
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЛЕНИНДАР»

ОАО «Гомельский горно-обогатительный комбинат», расположенный в поселке Круговец-Калинино Добрушского района Гомельской области производит пески кварцевые ГОСТ 22551–77, марки ВС–030–В, ВС–040–1, ВС–050–1, С–070–1; пески формовочные ГОСТ 2138–91 марки 2К2О2–5016–03; кварц молотый пылевидный марок «А» и «В». Необогащенный кварцевый песок содержит до 4 мас.% глинистых, в связи с чем требуется его обогащение. Обогащение производится с помощью отмучивания и оттирки, в результате чего образуется шлам, содержащий глинистые вещества. Полученный шлам выбрасывается на полигон, где подсыхает и хранится.

Филиал «Гомельский горно-обогатительный комбинат» ОАО «Гомельстекло» обогащает в год приблизительно 800 тыс. т кварцевого песка, при этом объем образуемых хвостов обогащения составляет 32 тыс. т в г. или 87,7 т в сутки. В настоящее время отходы Гомельского горно-обогатительного комбината не используются.

Необогащенный кварцевый песок содержит глинистые минералы, полевые шпаты, оксиды железа (до 0,15 мас. %) и кварцевый песок.

Хвосты обогащения кварцевого песка месторождения «Лениндар» имеют следующий химический состав, мас. %:  $\text{SiO}_2$  – 69,25;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 17,43;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 3,55;  $\text{TiO}_2$  – 1,08;  $\text{CaO}$  – 0,36;  $\text{MgO}$  – 0,54;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,63;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,89; потери при прокаливании – 6,27.

С помощью рентгенофазового анализа (РФА) было установлено, что основными минералами в данных хвостах обогащения являются: микроклин ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ), каолинит ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ),  $\beta$ -кварц ( $\text{SiO}_2$ ), монтмориллонит ( $(\text{Al}, \text{Mg})_2 \cdot (\text{OH})_2 [\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) и гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Хвосты обогащения кварцевого песка месторождения «Лениндар» имеют светло-коричневую окраску и являются высокопластичными ( $\Pi = 27,4$ ), тугоплавкими ( $T_{\text{пл.}} > 1300$  °С), среднечувствительными к сушке ( $K_{\text{ч}} = 1,42$ ), высокодисперсными (содержание тонкодисперсных частиц 90,33%), среднетемпературного спекания (температура спекания 1100–1150 °С).

Обожженные хвосты обогащения кварцевого песка месторождения «Лениндар» имеют оранжево-красную окраску при температуре

обжига 900–1050 °С и постепенно изменяют окраску с светло-коричневого до темно-коричневого при повышении температуры обжига с 1100 до 1300 °С.

С повышением температуры обжига с 900 до 1050 °С увеличивается кажущаяся плотность с 1904,33 до 2087,42 кг/м<sup>3</sup> и общая линейная усадка с 12,3 до 17,7 %. Уменьшается открытая пористость с 58,53 до 19,05 % и водопоглощение с 14,97 до 9,13 %. Механическая прочность при изгибе при увеличении температуры обжига увеличивается с 5,33 до 10,92 МПа.

В связи с высокой пластичностью хвостов обогащения кварцевого песка они обладают высокой общей линейной усадкой. С повышением температуры обжига с 900 до 1050 °С общая линейная усадка увеличивается с 12,3 до 17,7 %, в связи с чем необходимо использовать отошающие материалы (кварцевый песок, шамот и др.). При использовании кварцевого песка в качестве отошителя общая линейная усадка при температуре обжига 1050 °С снижается с 17,7 до 10,7 % при содержании кварцевого песка от 0 до 30 %. Однако вместе со снижением общей линейной усадки увеличивается водопоглощение с 9,13 до 16,70 %, открытая пористость с 19 до 30,9 %. Также снижается кажущаяся плотность с 2087 до 1847 кг/м<sup>3</sup>, механическая прочность при изгибе с 10,9 до 3,4 МПа. Это связано с увеличением содержания свободного кварца, который при температуре 573 °С переходит из β-кварца в α-кварц, что сопровождается изменением объема на ±2,4 %. Также при температуре 870 °С α-кварц переходит в α-тридимит, что сопровождается изменением объема на ±12,7 %. Данные полиморфные превращения вызывают дефекты образцов в виде трещин, что снижает кажущуюся плотность, прочность и повышает открытую пористость и водопоглощение.

Изучение реологических характеристик шликера, приготовленного на основе хвостов обогащения кварцевых песков месторождения «Лениндар» показывает, что при влажности 65 % время истечения шликера через 30 с отстаивания составляет 40 с, коэффициент загустеваемости – 2,00. По коэффициенту загустеваемости приготовленный шликер относится к высококачественным, используемым в тонкой керамике. При влажности менее 65 % шликер, приготовленный из отходов Гомельского горно-обогатительного комбината не обладает текучестью. Для уменьшения влажности, при которой шликер обладает нормальной текучестью, необходимо вводить электролиты, например жидкое стекло, соду и т.д. Оптимальный электролит подбирается опытным путем. Жидкое стекло лучше разжижает глиняный шликер,

приготовленный на основе хвостов обогащения кварцевых песков месторождения «Лениндар», чем сода. Время истечения шликера с влажностью 54 % при увеличении содержания электролита с 0,1 до 0,5 % уменьшается с 61,1 до 8,2 с и с 68,4 до 21,7 с при использовании жидкого стекла и соды соответственно.

Вышеперечисленные свойства хвостов обогащения кварцевых песков месторождения «Лениндар» позволяют использовать их в качестве пластифицирующей добавки при использовании малопластичных глин при производстве канализационных труб. Также отходы Гомельского горно-обогатительного комбината могут применяться в качестве сырья для производства керамического, клинкерного и тугоплавкого кирпича при добавлении к ним отощителя (кварцевый песок, шамот и т.д.) для снижения усадки.

Одним из возможных вариантов применения отходов Гомельского горно-обогатительного комбината является производство майолики и тонкокаменных изделий. Для снижения усадки при сушке и обжиге необходимо также как и при производстве керамического, клинкерного и тугоплавкого кирпича вводить отощитель (кварцевый песок, шамот и т.д.). Также для снижения температуры обжига и интенсификации процесса спекания требуется добавление флюсующих компонентов (мела, полевых шпатов, стеклобоя и т.д.).

Майоликовые и тонкокаменные изделия могут как формироваться пластическим способом на гончарном круге, так и шликерным литьем в гипсовые формы. При отливке в гипсовые формы необходимо к приготовленному шликеру добавлять электролиты (жидкое стекло, сода и др.) для снижения его влажности и улучшения текучести. В качестве электролита рекомендуется использовать жидкое стекло в количестве 0,5 %.

Для расширения области применения хвосты обогащения кварцевых песков месторождения «Лениндар» могут комбинироваться с другими глинистыми сырьевыми материалами, увеличивая их пластичность, огнеупорность и другие свойства.

При комбинировании отходов обогащения кварцевого песка на Гомельском горно-обогатительном комбинате с глиной месторождения «Гайдуковка» и введение ОФС в качестве отощителя в количестве 25 % образцы обладают следующими физико-механическими характеристиками при увеличении содержания хвостов обогащения с 0 до 25 %: водопоглощение 14,4–16 %; кажущаяся плотность 1798–1900 кг/м<sup>3</sup>; открытая пористость 24,5–28,2 %; общая линейная усадка 3,6–6,0 %; механическая прочность при изгибе 5,34–6,11 МПа.