

100 °С с выдержкой при максимальной температуре 2 часа.

При сопоставлении рентгеновских дифрактограмм золы исходной и обожженной при 900 °С отмечается уменьшение интенсивности и площади аморфного гало, что указывает на снижение доли стеклофазы в золе при ее нагреве. Образование зачаточного кристобалита в золе при 1000 °С, по всей вероятности, вызвано процессом кристаллизации стеклофазы, приводящим к снижению площади аморфного гало. При 1000 °С зафиксировано образование еще одной новой кристаллической фазы – анортита $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$.

Повышение температуры обжига образцов из исследуемой золы с 1000 до 1300 °С практически не сказывается на изменении дифракционной картины продуктов обжига в отношении образования новых фаз. Различие состоит лишь в изменении интенсивностей присутствующих рефлексов. В частности, увеличивается высота рефлексов муллита $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, что может быть связано с увеличением выхода муллита или с процессами совершенствования его кри-

сталлической структуры. Резко растут рефлексы кристобалита, указывающие на увеличение его содержания. Увеличивается интенсивность рефлексов анортита, но в меньшей степени, чем у муллита и кристобалита. Что касается гематита Fe_2O_3 , то с повышением температуры вплоть до 1300 °С наблюдается сохранение его рефлексов с некоторым снижением их интенсивности, что может быть связано с участием гематита в образовании железосиликатного расплава в процессе обжига исходной золы при температурах 1000–1300 °С.

Таким образом, минералогический состав кристаллической части исследуемой золуносы, обожженной при 1000–1300 °С представлен исходными минералами – муллитом $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, и гематитом Fe_2O_3 , а также образовавшимися в процессе обжига новыми фазами – кристобалитом SiO_2 и анортитом $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$. Данный вывод свидетельствует о том, что зола представляет собой алюмосиликатное сырье с температурой полного спекания (до водопоглощения не более 5 %) выше 1300 °С.

Список литературы

1. Макаров Д. В., Мелконян Р. Г., Суворова О. В., Кумарова В. А // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2016. – № 5. – С. 254–281.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРАСНЫХ ШЛАМОВ В КЕРАМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Н. П. Сергеев, В. В. Максимова, Д. Т. Толегенов
Научный руководитель – д.т.н., профессор Т. В. Вакалова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, nps4@tpu.ru

В настоящее время в керамических технологиях остро стоит необходимость расширения сырьевой базы, замены высококачественных огнеупорных глин и бокситов на менее качественные легкоплавкие глины и техногенное сырье. В частности, представляет научный и практический интерес поиск путей утилизации отходов химико-металлургического комплекса, например, таких как бокситовые шламы [1].

Целью данной работы является комплексное изучение химического и минералогического состава, а также поведения при нагревании бокситового шлама Павлодарского алюминиевого

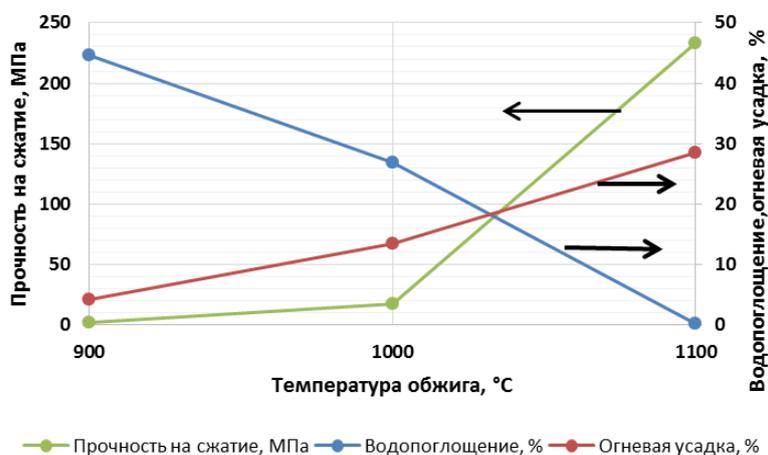
завода – попутного продукта производства технического глинозема из железистых бокситов комбинированным способом.

Согласно проведенному химическому анализу (таблица 1) отвальный шлам глиноземного производства АО «Алюминий Казахстана» по химическому составу представлен преимущественно оксидами кремния, алюминия, железа и кальция, на долю которых приходится более 80 % массы материала.

Сопоставительный анализ данных химического и рентгеновского методов анализа свидетельствует о том, что кальциевая состав-

Таблица 1. Химический состав бокситового шлама Павлодарского алюминиевого завода, %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
65,98	8,91	1,57	8,37	9,56	1,70	0,15	3,76

**Рис. 1.** Кривые спекания образцов полусухого прессования из красного шлама

ляющая в красном шламе представлена в виде кальцита CaCO₃, гидратированных силикатов и алюминатов кальция – двухкальциевого гидросиликата – γ -гидрата C₂S(2CaO•SiO₂•H₂O), и шестикальциевого трехкарбонатного гидроалюмината CaO•Al₂O₃•3CaCO₃•32H₂O. Железистая составляющая представлена гематитом Fe₂O₃ и магнетитом Fe₃O₄.

Для использования красного шлама в технологии керамических материалов необходимо иметь представление о его поведении при нагревании. Обжиг образцов проводился при температурах 900–1100 °C с интервалом 100 °C с выдержкой при максимальной температуре 2 часа.

Оценка физико-механических свойств обожженных образцов приведена на рисунке 1.

Оценка физико-механических свойств образцов полусухого прессования из тонкомолотого красного шлама, обожженных в темпера-

турном интервале 900–1100 °C свидетельствует об их полном спекании (до нулевого водопоглощения) при температуре 1100 °C с достижением прочности на сжатии до 230 МПа.

Сопоставительный анализ рентгеновских дифрактограмм свидетельствует о том, что термическая обработка красного шлама до 1100 °C сопровождается декарбонизацией кальцита, дегидратацией и декарбонизацией шестикальциевого трехкарбонатного гидроалюмината до трехкальциевого алюмината, а также синтезом новых кристаллических фаз – геленита и однокальциевого феррита.

Таким образом, минералогический состав кристаллической части красного шлама, обожженного при 900–1100 °C представлен трехкальциевым алюминатом 3CaO•Al₂O₃, гематитом Fe₂O₃, геленитом 2CaO•Al₂O₃•SiO₂ и однокальциевым ферритом CaO•Fe₂O₃.

Список литературы

1. Торпицев Ш. К., Бейсембаев М. К., Торпицев Ф. Ш. Современный опыт и перспективы утилизации отвальных шламов гли-

нозёмного производства // Наука и техника Казахстана, 2001. – № 2. – С. 196–201.