

ве Melment F 15 G практически не изменяет время начала схватывания гипсового теста.

Результаты определения тепловыделения в процессе гидратации гипсового вяжущего с добавлением пластификаторов на различной основе коррелируют с данными о влиянии добавок на время начала схватывания гипсового теста (рисунки 2). Добавки на поликарбоксилатной основе замедлили процесс гидратации и достижение максимальной температуры на 24–28 мин, в то же время пластификатор на меламинаформальде-

гидной основе практически не повлиял на процесс.

Полученные данные позволяют оценить необходимость использования дополнительной добавки-замедлителя для регулирования сроков схватывания гипсовых материалов. Так, применение пластификаторов на поликарбоксилатной основе Melflux 5581 F и Sika ViscoCrete G2 в гипсовой системе на основе  $\alpha$ -ПП не требует дополнительного использования замедлителей схватывания.

### Список литературы

1. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества: учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛЫ-УНОСА ОТ СГОРАНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА НА ПАВЛОДАРСКОЙ ТЭЦ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН) В КЕРАМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Н. П. Сергеев, В. Е. Максимова, Д. Т. Толегенов

Научный руководитель – д.т.н., профессор НОЦ Н. М. Кижнера Т. В. Вакалова

*Инженерная школа новых производственных технологий*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

*634050, г. Томск, проспект Ленина, 30, vet13@tpu.ru*

В современном мире наблюдается тенденция к увеличению спроса на керамические материалы. Объемы природных ресурсов не успевают возобновляться, поэтому приоритетным становится использование техногенного сырья, к примеру, золы-уноса от сгорания твердого топлива. Утилизация отходов в строительные и керамические материалы направлена в первую очередь на решение экологических проблем [1]. В данной работе описана возможность использования в качестве сырьевого материала золу-унос Павлодарской ТЭЦ-1 (Республика Казахстан).

Согласно установленному химическому составу исследуемая зола-унос является низкокальциевой разновидностью кислых зол с повышенным содержанием оксида алюминия (таблица 1).

Проведенный рентгеновский анализ показал, что исследуемая зола в исходном состоянии

представляет материал со значительным содержанием стеклофазы, о чем свидетельствует наличие интенсивного аморфного гало на рентгеновской дифрактограмме. Кристаллическая часть золы сложена муллитом, кварцем и железистым минералом в виде гематита.

Согласно проведенному термическому анализу, потери массы при нагревании золы до 1200 °С составляют не более 2,4 мас. %, что обусловлено процессом окисления (горения) остаточного топлива.

Для проведения исследований поведения золы при нагревании исходная зола тонко измельчалась сухим способом в шаровой мельнице до размера менее 0,063 мм. Образцы формовались методом полусухого прессования под давлением 20 МПа. Обжиг образцов проводился при температурах 1000–1300 °С с интервалом

**Таблица 1.** Химический состав золы-уноса Павлодарской ТЭЦ-1, %

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
60,08	26,96	1,51	8,60	2,17	0,50	0,14	0,04

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  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 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  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , а также образовавшимися в процессе обжига новыми фазами – кристобалитом  $\text{SiO}_2$  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-