

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА

Н. П. Сергеев

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 шлаковых отвалах РФ накоплено более 350 млн. т. шлаков доменного, сталеплавильного, литейного и ферросплавного производств [1]. В настоящее время отсутствуют достаточно простые и эффективные технологии использования стальных и металлургических шлаков в керамических технологиях из-за непостоянства состава или непредсказуемого поведения шлака при обжиге. Поэтому изучение химико-минералогического состава шлаков и их поведения при обжиге является важной составляющей в установлении перспективности их использования в керамической промышленности [2].

Целью данной работы является исследование общих закономерностей и процессов получения керамических материалов на основе сталеплавильного шлака.

Исследуемый сталеплавильный металлургический шлак по результатам химического и рентгенофазового анализа представлен преимущественно кальций-силикатными минералами - портландитом $\text{Ca}(\text{OH})_2$, тоберморитом $\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, двухкальциевым гидросиликатом $\gamma\text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и двухкальциевым ферритом $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$.

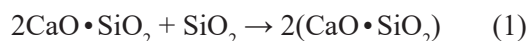
Исследования структурно-фазовых изменений металлургического шлака при нагревании методом последовательных обжигов, формованных образцов при температурах 600–1300 °С с интервалом 100 °С показали, что, начиная с температуры 1100 °С, они покрываются сетью трещин, а при более высокой температуре рассыпаются.

Согласно рентгеновским исследованиям было определено, что при температуре 1200 °С происходит активный синтез двухкальциевого силиката $\gamma\text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, полиморфизм которого при охлаждении формованных образцов обуславливает их полное рассыпание, что затрудняет использование металлургического шлака в качестве сырья для получения керамического материала.

Для исключения негативного влияния полиморфизма двухкальциевого силиката на спе-

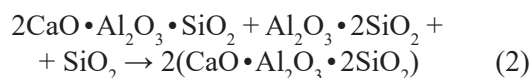
каемость формованных образцов проводились исследования в направлении связывания двухкальциевого силиката в другие минералы, не обладающие вяжущими свойствами и полиморфизмом при охлаждении.

При исследовании рентгеновским методом процесса фазообразования в композициях металлургического шлака с кремнеземистыми добавками (песка), с целью синтеза метасиликата кальция за счет реакции (1), было зафиксировано снижение интенсивностей рефлексов двухкальциевого силиката, появление рефлексов геленита $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ и окерманита $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$.



Выявлено, что введение кремнеземистой добавки не позволило получить керамический материал с устойчивой структурой, поскольку присутствие гелениновой фазы негативно влияет на свойства керамического изделия, особенно в контакте с водой.

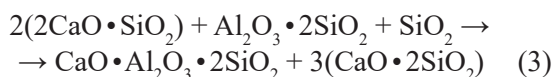
Для устранения негативного влияния геленита были предприняты попытки синтезировать устойчивое тройное соединение кальцийсиликатного состава (анортит) в соответствии с реакцией твердофазного взаимодействия геленита, метакаолинита и кварца:



В связи с чем к металлургическому шлаку дополнительно с добавкой кварцевого песка (10 %) в качестве другого компонента, необходимого для синтеза анортита, использовалась прокаленная каолинистая глина в количестве 20 и 30 %.

В результате проведенных исследований было зафиксировано отсутствие на рентгеновских дифрактограммах рефлексов двухкальциевого силиката, что свидетельствует о его полном расходовании в реакции синтеза новых фаз: анортита, волластонита и окерманита. Форми-

рование анортита и волластонита предположительно по реакции (3):



Список литературы

1. Пугин К. Г. и др. *Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии.* – Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2008.
2. Умбетова Ш. М. *Техногенные отходы предприятий энергетики и пути их вторичной переработки // Вест. КазНТУ, 2009. – № 4. – С. 72–75.*

СВОЙСТВА НИЗКОУГЛЕРОДНОГО ЦЕМЕНТА

Е. А. Смольская, М. Д. Ланцова

Научный руководитель – д.т.н., профессор Е. Н. Потапова

*Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева
125047, Москва, пл. Миусская 9, sea.smol@yandex.ru*

Опыт использования портландцементов с минеральными добавками во всем мире весьма обширен. В Европе показатель клинкер-фактора колеблется от 0,7 до 0,75 [1], а в специальной технологии Limestone Calcined Clay Cement (LC3), где в качестве минеральных добавок используются обожженные глины и известняк – удалось достигнуть показателя клинкер-фактора равный 0,5 [1–3]. Разработка цементов на основе минеральных добавок поможет снизить выбросы CO₂ в атмосферу, что положительно скажется на экологии и жизнедеятельности людей.

Для создания низкоуглеродного цемента были использованы термообработанные при различных температурах глины, карбонатные добавки и портландцемент. Глина термообработывалась при T = 750 °C в течении 60 мин. С помощью рентгенофазового анализа и инфракрасной спектроскопии было установлено, что при выбранной температуре интенсивность кремнекислородных колебаний увеличивается, что говорит об увеличении активности глины.

Для подтверждения полученных данных была исследована активность глины методом поглощения извести из известкового раствора. Установлено, что глина относится к добавкам средней пуццоланической активности – активность образца составила 51,3 мг/г добавки.

Исследована нормальная плотность цементного теста в присутствии добавок. Установлено, что известняк снижает нормальную плотность цементного теста (с 28 % до 26,4 % при содержании известняка от 0 % до 25 % соответственно),

Полученный фазовый состав в перспективе позволит получить качественные керамические материалы на основе сталеплавильного металлургического шлака.

в то время как, термообработанная глина существенно повышает данный показатель (с 28 % до 35 % в тех же концентрациях, что и известняк). Необходимо контролировать данный показатель, так как повышенная нормальная плотность в дальнейшем может отрицательно сказаться на прочности и долговечности цемента из-за большого объема пор и дефектности структуры.

Комплексная добавка также повышает нормальную плотность цементного теста, с 28 % до 40,1 % с содержанием добавки от 0 % до 50 % соответственно. Данный показатель можно компенсировать путем введения пластифицирующих добавок, которые позволят сократить количество воды и уплотнить структуру.

Сроки схватывания также изменяются, начало схватывания удлиняется до 160 мин, а конец – до 190 мин при максимальном содержании добавки – 50 %.

Максимальную прочность на 28 сут твердения достигает образец с содержанием термообработанной глиной – 25 % и известняка – 15 % (рис. 1). Итого, суммарное количество добавки – 40 %. Прочность на сжатие для данного состава – 75,1 МПа, на изгиб – 30,5 МПа (рис. 1, состав ТГ25, И15). По сравнению с бездобавочным составом прочность увеличилась в 1,3 раза. При этом состав с содержанием комплексной добавки 50 % также отличается высокими показателями прочности и практически не уступает бездобавочному составу (рис. 1, состав ТГ25, И25).

Таким образом, изучение влияния комплексной добавки: термообработанной глины и