

Кроме того, за счет образования более легкоплавких эвтектик процесс клинкерообразования активизируется, что позволяет снизить температуру обжига клинкера на 50⁰C, что явится дополнительной статьей экономии топливно-энергетических ресурсов. Предварительные расчеты показали, что экономия будет находиться в пределах 0,5–1\$ на каждой тонне цемента.

Проведенные в 2016 г. на двух цементных предприятиях, входящих в Белорусскую цементную компанию, испытания в вышеуказанном направлении в целом дали положительный результат. В то же время был выявлен ряд задач, для решения которых требуется проведение дополнительных научных исследований.

Реализация данного технического решения на цементных заводах Республики Беларусь позволит предотвратить дальнейшее накопление шлака в Жлобинском регионе, а также снизить выброс в атмосферу парникового газа (углекислоты), что в совокупности обеспечит также еще и значительный экологический эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сушкевич А.В. Проявление метастабильного парагенезиса при твердофазовом взаимодействии в системе CaO–Al₂O₃–SiO₂. А.В.Сушкевич, М.И. Кузьменков, Н.М. Шалухо, Т.Н. Манак // Труды БГТУ. – 2012. – №3: Химия и технология неорган. в-в. –С. 51–56.

УДК 666.768

ЖАРОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

М.И. Кузьменков, Н.Г. Короб, С.А. Лыщик, Д.М. Кузьменков,
Н.М. Шалухо, А.В. Сушкевич
Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Основными потребителями огнеупорных материалов в Республике Беларусь являются предприятия по производству строительных материалов, металлургические и машиностроительные заводы. Кампания печных агрегатов (пробег от холодного до холодного ремонта) зависит, прежде всего, от огнеупорности футеровочных материалов и их термостойкости. Как правило, эти два важнейших эксплуатационных свойства редко сочетаются в одном материале. Так, хромитопериклазовый и периклазохромитовый огнеупоры, используемые во вращающихся цементных и известковых печах, обладают высокой огнеупорностью (не ниже 1750⁰C), однако из-за низкой термостойкости (число циклов термоциклирования менее 3) срок службы футеровки

не превышает одного года. В нагревательных печах на машиностроительных предприятиях срок службы шамотной футеровки также не продолжителен из-за низкой ее термостойкости.

Существенным недостатком применяемых в настоящее время для футеровки печных агрегатов огнеупорных материалов является их плохие теплоизоляционные свойства, обусловленные высокой плотностью, поэтому потери теплоты из печных агрегатов, к примеру в цементной вращающейся печи составляет до 15–20%. С целью снижения указанных потерь предпринимаются попытки применения различных материалов, укладываемых между стальной обечайкой печного агрегата и огнеупорной. Например, на цементной печи производительностью 55 т/ час и расходом условного топлива 205 кг/т в год потери тепла в окружающую среду в денежном выражении составляют около 1,2 млн. дол. США.

Кроме того, все виды огнеупорных материалов, потребляемых в Республике Беларусь, поступают по импорту в количестве примерно 10 тыс. тонн в год. Стоимость их находится в пределах 200–800 дол. США за тонну.

В советские времена все предприятия, потребляющие указанные огнеупорные материалы, обязаны были после их службы в печных агрегатах в виде лома отправлять на огнеупорные заводы России и Украины для вторичной переработки. В настоящее время такой сервис отсутствует. Пришедший в негодность огнеупорный материал печных агрегатов во время холодных ремонтов удаляется и, как правило, отправляется на полигоны для складирования твердых отходов. Во время холодного ремонта одного печного агрегата (вращающейся печи для производства цементного клинкера), замене подлежит порядка 600 т периклазохромитовых огнеупоров. Это вызывает дополнительные расходы на предприятиях на уплату налога за складирование твердых отходов. Кроме того, отработанный огнеупор, содержащий оксиды хрома (в том числе шестивалентного), представляет собой экологическую опасность вследствие их экстрагирования из отходов и попадания в грунтовые воды.

Учитывая многотоннажность отработанных (вторичных) огнеупоров и вышеназванные проблемы, актуальным является решение этой проблемы путем их переработки на огнеупорные материалы, поскольку в Беларуси производство штучных огнеупоров не налажено ввиду отсутствия соответствующего сырья. При этом наиболее перспективным направлением в решении этой проблемы является разработка огнеупорных материалов, в которых будут сочетаться два важнейших эксплуатационных свойства – огнеупорность и термостой-

кость, с повышенными теплоизоляционными качествами. Отсутствие на рынке материалов с таким сочетанием свойств открывает перспективу производителю таких материалов занять эту нишу.

Наиболее ответственным компонентом в огнеупорных материалах является связующее – алюмосиликатное, жидкостекольное, фосфатное и др. Для создания огнеупорных материалов, характеризующихся высокой термостойкостью, наиболее подходящим связующим, как это следует из наших ранее выполненных исследований, а также согласно мнению других авторов, являются фосфатные связки (ортофосфорная кислота, олигофосфорные кислоты, водные растворы фосфатов алюминия и хрома и др.). Это обусловлено особенностю твердения композитов на основе фосфатных связок, при котором частицы кислотных оксидов соединены между собой водородной связью с образованием мостика OH–O, придающей «эластичность» материалу в процессе теплосмен.

Ранее в БГТУ был выполнен цикл исследовательских работ, направленных на создание физико-химических основ получения огнеупорных материалов на фосфатных связующих и разработана технология получения огнеупорных бетонов на основе отходов кожевенного производства, обладающие повышенной термостойкостью [1–2].

В настоящее время нами проводятся исследования по разработке штучных жаростойких огнеупорных изделий с повышенными теплоизоляционными свойствами, которые представляет собой композит, состоящий из фосфатной связки и наполнителя, получаемого из вторичного огнеупора. Фосфатная связка в свою очередь состоит из фосфорной кислоты, тонкодисперсного отвердителя, содержащего оксид магния, обеспечивающий холодное отверждение. Для придания структуры с пониженной плотностью (повышенной пористостью) дополнительно вводится добавка, вызывающая поризацию композиционного материала.

Отличительной особенностью этого огнеупорного кирпича будет являться его низкая пористость, что не позволяет использовать для кладки традиционные кладочные растворы (мертели).

На ЧПУП «БелХимос» (г. Лепель, Витебская обл.) планируется организации промышленного производства по переработке огнеупорного лома и других отходов предприятий по производству строительных материалов на штучные безобжиговые изделия. Это позволит сократить их импорт и решить экологическую проблему, связанную со складированием отходов на полигонах. Объем вторичных огнеупоров (огнеупорный лом) только на предприятиях строительных материалов составляет 1000 т/год. Следовательно, из указанного количества лома

может быть произведен огнеупор, который по своим физико-химическим и термическим свойствам будет превосходить шамот.

Реализация данного технического решения позволит сократить импортные закупки огнеупорного материала, снизить экологическую нагрузку за счет ликвидации необходимости складирования хромсодержащего огнеупорного лома, создать новые рабочие места.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьменков, М.И. Композиции на фосфатных связующих холодного отверждения. М.И. Кузьменков, С.В. Плышевский, И.В. Бычек, Н.Г. Стародубенко // Труды БГТУ. Сер. III, Химия и технология неорганических материалов. – 2002. – Вып. X. – С. 194–196.

2. Бычек, И.В. Получение огнеупорного бетона на фосфатном связующем из техногенных продуктов // И.В. Бычек, М.И. Кузьменков, О.А. Капитанова / Ресурсо- и энергосберегающие технологии в химической промышленности и производстве строительных материалов: Материалы международной науч.-технической конференции, Минск, 9–10 нояб. 2000 г. С. 198–201.

УДК 666.942.2:666.9.015.224

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ КЛИНКЕРООБРАЗОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СОЛЕЙ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ

М.И. Кузьменков, Н.Г. Короб, Е.А. Свистун, М.К. Анкуда,

А.В. Сушкевич, Н.М. Шалухо

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Одной из важнейших научно-технических задач, стоящих перед цементной промышленностью, является снижение топливно-энергетических затрат на производство цемента, поскольку это статья на сегодня является превалирующей. Эта задача решается по нескольким направлениям, одним из которых является ревизия модульных характеристик сырьевой смеси, но это направление на будущее.

Наиболее эффективным может явиться использование минерализаторов. Эта идея хорошо известна, и те заводы, которые располагают такой возможностью, эффективно ее используют.

На ОАО «Красносельскстройматериалы» два года тому назад были проведены промышленные испытания по использованию плавикового шпата в качестве минерализатора. При дозировке его в количестве 0,7 мас. % было достигнуто при одной и той же температуре увеличение выпуска клинкера – вместо проектных 55 т в час было выпущено на 2 т в час больше.