

ми эксплуатационно-техническими и экологическими данными;

– неудовлетворительное состояние дорог области – истощенность их пропускной способности, а также значительная степень износа.

Поэтому развитие дорожного строительства является важным инструментом, с помощью которого будет достигнуто снижение концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, а значит и улучшение экологической ситуации в регионе.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АСПИРАЦИОННОЙ ПЫЛИ

Прошкин А.В., Тинькова С.М., Набиулин А.Б.

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, Красноярск, e-mail: anb1986@mail.ru.

Выбор наиболее эффективных путей утилизации отходов современного металлургического производства требует наличия информации об их физико-механических свойствах. В работе представлены результаты исследований свойств аспирационной пыли, образующейся при производстве анодов для получения первичного алюминия – с целью определения условий ее возможной утилизации. В настоящее время основная часть аспирационной пыли подлежит захоронению, что сопровождается значительными финансовыми затратами.

Образование отходов алюминиевого производства наносит ущерб окружающей среде. Поиск путей возможного их полезного использования является актуальной задачей способной решить экологические проблемы. Она представляет собой мелкодисперсную фракцию, уловленную фильтрами. Аспирационная пыль формируется при подготовке углеродного сырья для производства обожженных анодов в специфических условиях высокотемпературной полувосстановительной среды и наличия фторсодержащих компонентов, появляющихся в результате добавления в шихту огарков отработанных анодов.

Известны направления использования подобного рода углеродсодержащих отходов:

- производство строительных материалов (получение поргланцементного клинкера [1, 2] с заменой традиционно используемых минерализаторов на основе плавикового шпата на отходы и промпродукты алюминиевого производства);
- применение в качестве окискованного науглороживателя при выпуске стали из конвертора;
- использование в качестве вторичного энергоресурса;
- использование в качестве восстановителя в производстве технического кремния.

Следует отметить специфику всех вышеуказанных направлений применения отходов – высокотемпературные условия, а также использование материалов в окискованном виде.

В настоящее время изучены промышленные пыли энергетики, черной и цветной металлургии, химической промышленности, промышленности строительных материалов, пищевой промышленности и т.д. [3, 4]. Однако сведений по свойствам отходов производства анодов в литературных источниках явно недостаточно. В данной работе представлены результаты комплексного исследования аспирационной пыли – отхода производства анодной массы на одном из отечественных алюминиевых заводов.

Рентгенограмма исследования вещественного состава аспирационной пыли, образующейся при производстве анодной и подовой массы, показала, что состав пыли представлен преимущественно углеродом, с наличием аморфной фазы углерода, криолита Na_3AlF_6 и корунда Al_2O_3 . Содержание углерода в виде графита составляло 82,9%, а содержание прочих элементов, входящих непосредственно в состав пыли, достигало соответственно: O – 2,62%, Al – 4,42%, Na – 3,76%, F – 6,22%.

Рентгеноспектральный анализ позволил уточнить количественный состав вещества, показано, что содержание аморфного углерода составило более 10%. Кроме того, в аспирационной пыли обнаружены сера и фосфор в концентрациях менее 1%.

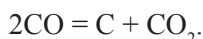
Микроскопический анализ с помощью микроскопа марки Observer D1.m. показал, что аспирационная пыль состоит из конгломератов различных форм, размеры которых лежат в диапазоне от 0,2 до 22 мкм. Значение удельной поверхности аспирационной пыли определенное методом Брюнера–Эммета–Теллера (ВЕТ) составило 3,0 м²/г.

Для определения коэффициентов температур- и теплопроводности аспирационной пыли использован метод лазерной вспышки [3]. Исследования проводились на неуплотненных образцах пыли в специальной кювете без доступа кислорода. Полученные в результате опытов значения коэффициентов теплопроводности материалов при нагреве менялись в пределах от 0,14 до 0,086 Вт/(м·К) и от 0,196 до 0,171 с последующим увеличением до 0,180 Вт/(м·К). Коэффициент температуропроводности изменялся в пределах от 0,24 до 0,17 м²/с и уменьшался с увеличением температуры.

Возможность смачивания аспирационной пыли силикатом натрия оценивалась методом лежащей капли, обеспечивающим оптическое определение краевого угла смачивания на локальном участке поверхности аспирационной пыли. Выбор силиката натрия обусловлен широким применением его в качестве связующего. Выявлено, что касательная к поверхности капли находилась под углом более 100 градусов, что свидетельствовало о плохом смачивании аспирационной пыли щелочным связующим.

Поведение пыли при нагреве изучалось на термоанализаторе Simultaneous DSC-TGA Q Series TM, позволяющем одновременно проводить термогравиметрический (ТГ) и дифференциальный сканирующий калориметрический (ДСК) анализ, что обеспечивало повышенную продуктивность и существенное снижение экспериментальной погрешности и погрешности пробоотбора. Образец нагревался от температуры 25 до 1000 °С без доступа кислорода. Исследования показали, что, начиная с температуры 420 °С, происходило выделение промежуточных летучих продуктов (формальдегида, ацетальдегида, этаноловой кислоты), масса которых составляла ~1,5% от общей массы пыли. Наиболее сильное изменение массы пыли начиналось с температуры 510 °С. При дальнейшем нагреве происходило резкое уменьшение массы и значительное выделение энергии, что свидетельствовало о протекании процесса горения пыли, который заканчивался при температуре около 850 °С. Остаточное содержание не прореагировавшей массы аспирационной пыли составило 7,935%.

Полученные данные свидетельствуют о том, что вещественный состав пыли представлен преимущественно кристаллическим и аморфным углеродом, составляющими в сумме 92%, остальная масса состоит из криолита и корунда (8%). Именно наличие большого содержания углерода и определяет промышленную ценность аспирационной пыли. Очевидно, что наличие криолита объясняется присутствием в шихте огарков анодов с высоким содержанием компонентов электролита, а присутствие аморфного углерода, вероятно, можно объяснить протеканием реакции Будуара:



В результате этой реакции образуется аморфный углерод, в значительной мере определяющий свойства пыли. Этим объясняется высокое значение краевого угла смачивания, что затруднит эффективную конгломерацию данного мелкодисперсного (от 0,2 до 22 мкм) материала, необходимую для его утилизации по вышеуказанным направлениям.

В целом материал характеризуется высокой термической стойкостью вплоть до 500 °С. При дальнейшем нагревании в окислительных условиях наблюдается процесс горения с выделением на первоначальной стадии небольшого количества промежуточных продуктов, таких

как формальдегид, ацетальдегид, этаноловая кислота и сернистый ангидрид. Низкое количество летучих горючих веществ, малая величина удельной поверхности будут затруднять использование аспирационной пыли в качестве вторичного энергоресурса. Другим ограничением применения аспирационной пыли может являться наличие в составе пыли серы, фтора, фосфора и железа. В частности, наличие серы и фтора могут ограничивать применение пыли при производстве технического кремния.

Выводы

1. Вещественный состав аспирационной пыли представлен преимущественно кристаллическим и аморфным углеродом, составляющими в сумме 92%, остальная масса состоит из криолита и корунда.

2. Размеры частиц аспирационной пыли лежат в диапазоне от 0,2 до 22 мкм, а значение удельной поверхности аспирационной пыли составляет 3,0 м²/г.

3. Наличие аморфного углерода обуславливает несмачиваемость аспирационной пыли.

4. Мелкодисперсный состав и наличие сажаемого вещества предопределяет относительно низкие значения коэффициентов теплопроводности аспирационной пыли.

5. При нагреве, начиная с температуры 420 °С, происходит выделение промежуточных летучих соединений (формальдегида, ацетальдегида, этаноловой кислоты и сернистого ангидрида), масса которых составляет ~1,5% от общей массы пыли.

6. Процесс горения аспирационной пыли в окислительных условиях начинается при температуре свыше 500 °С.

7. Полученные результаты исследования свойств аспирационной пыли позволяют осуществить обоснованный выбор методов ее утилизации.

Список литературы

1. Патент РФ, С 04 В 7/42. 10.03.2010 / Куликов Б.П., Николаев М.Д., Кузнецов А.А., Пигарев М.Н. Способ получения портландцемента // Патент России 2383506.2008. Бюл. №7.
2. Куликов Б.П., Николаев М.Д., Дитрих С.А.. Переработка фторсодержащих отходов и промпродуктов алюминиевого производства в цементной промышленности // Цветные металлы – 2010: сборник докладов второго международного конгресса. – Красноярск: ООО «Версо», 2010. – 850 с.
3. Прошкин А.В., Федоров В.А., Набиулин А.Б., Раева О.В. К вопросу о погрешностях определения коэффициентов теплопроводности вермикулитовых изделий методом лазерной вспышки // Второй международный конгресс «Цветные металлы Сибири». – Красноярск, 2010.