

газовыделения происходит активация анодных процессов с уменьшением поляризации, что можно связать с изменением структуры поверхности (ее разрыхлением) и состава активного покрытия анода. Согласно рис. 16 (E-lgi) наибольшая поляризация наблюдается в растворах $2 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ и $2 \text{ M H}_2\text{SO}_4 + \text{KF}$. Наименьшая поляризация – в фосфатном буфере и в растворе хлорной кислоты. $7,6 \text{ M HBF}_4$, а также $1,5 \text{ M K}_2\text{HPO}_4 + 3 \text{ M K}_2\text{HPO}_4 + \text{KF}$ занимают промежуточное положение. На всех кривых на $\beta\text{-PbO}_2$ можно выделить несколько характерных участков: 1.8-2.2 В, 2.2-2.8 В и положительнее 2 В. При этом при увеличении потенциала анода происходит постепенное увеличение тафелевского наклона. Это свидетельствует о торможении суммарного анодного процесса. Такой эффект наблюдался на платине и платиноидах [5].

Вышеуказанные явления можно объяснить исходя из предположения об изменении механизмов выделения кислорода и озона. Последний факт может быть обусловлен изменением химического состава электрода (состав PbO_n зависит от условий электролиза и степени окисленности оксида, которая увеличивается при анодной поляризации [6]), изменением состояния поверхности.

Список литературы

1. Черник А.А., Дроздович В.Б., Жарский И.М. // Электрохимия. – 1997. – Т.33. – №3. – С. 284-288.
2. Малевиц Д.В., Дроздович В.Б., Жарский И.М. // Электрохимия. – 1996. – Т.32. – №11. – С.1406-1407.
3. Справочник по электрохимии /Под ред. А.М.Сухотина. – Л.:Химия, 1981. – 488 с.
4. Foller P.C., Tobias C.W.// J. Electrochem. Soc. – 1982. – P.567.
5. Л.М.Якименко / Электродные материалы в прикладной электрохимии. – М.: Химия, 1977.
6. Агуф И.А., Расина О.З. //Электрохимия. – 1986. – Т.22. – N8. – С.1102.

УДК 666.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ШЛАМА В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

О.М.Клименкова

Научный руководитель – канд. техн. наук О.С.Залыгина
(Белорусский государственный технологический университет)

В настоящее время утилизация отходов имеет огромное значе-

ние, поскольку позволяет предотвратить или снизить уровень загрязнения окружающей среды, расширить сырьевую базу, обеспечить экономично первичного сырья, высвободить значительные земельные площади.

Объем образования отходов в промышленном комплексе Беларуси составил в 1997 году 22,3 млн т. Из них использовано (утилизировано) 16%, удалено на полигоны промышленных и бытовых отходов 83%. Количество отходов, накапливаемых на территории предприятий, продолжает расти: увеличилось за год на 3% и составило 651,9 млн т. [1]. Объем образования токсичных отходов составил в 1997 г. 1438,6 тыс т из них 1-го класса опасности – 0,07; 2-го – 7,9; 3-го – 57,7 и 4-го класса – 1373,0 тыс т отходов. Уровень использования токсичных отходов довольно низок (около 13%) [2].

Особую сложность представляет утилизация высокотоксичных отходов, имеющих сложный химический состав и содержащих значительное количество различных тяжелых металлов, например, гальваношлама.

В наше время промышленность стройматериалов является такой отраслью, которая, как свидетельствует отечественный и зарубежный опыт, использует или может использовать целый ряд отходов других отраслей. Это шлаки и золы ТЭЦ, металлургические шлаки, фосфогипс и его аналоги, вскрышные породы добычи угля, железных руд, руд цветных металлов и нерудных полезных ископаемых, пиритные огарки, красный шлам производства глинозема, древесные опилки и др. [3-5].

В нашей работе исследовалась возможность утилизации гальваношлама в производстве кирпича на примере гальваношлама ОАО «БелВАР» (г. Минск). Поскольку гальваношлам имеет сложный химический состав, то перед его утилизацией аналитическим методом проводился химический анализ, который показал, что основными компонентами гальваношлама являются кремний, железо и кальций. Фазовый состав шлама исследовался с помощью рентгенофазового анализа на дифрактометре ДРОН-1.5. Идентификация межплоскостных расстояний позволяет определить в образце кальцит (CaCO_3), кварц (SiO_2), гидроксиды тяжелых металлов: Cr, Ni, Cu, гематит (Fe_2O_3), оксид хрома (Cr_2O_3).

Химический и фазовый состав гальваношлама свидетельствует о перспективности его использования при производстве силикатных стройматериалов в качестве добавки, повышающей их физико-механические свойства.

Перед использованием отхода для облегчения его транспорти-

ровки и последующей утилизации предлагается проводить его подготовку: обезвоживание и грануляцию. В качестве кондиционирующего вещества для облегчения обезвоживания гальваношлама предлагается использовать 5%-ный раствор FeCl_3 (в количестве 1 мг сухого вещества на 1 литр осадка). При этом удельное сопротивление гальваношлама снижается с 800 до 600 $\text{см}^3/\text{г}$. Обезвоживание рекомендуется осуществлять на барабанном вакуум-фильтре. Однако и после обезвоживания на вакуум-фильтрах осадок имеет довольно высокую влажность – 72-78%, что требует большого количества емкостей для его хранения и создает неудобства для транспортировки отходов на другие предприятия, когда их используют в качестве вторичного сырья. Поэтому предлагается после обезвоживания осуществлять грануляцию с помощью тарельчатого гранулятора с последующей сушкой в камерной сушилке при температуре 200-250°C до влажности 1-2%.

Для получения опытных образцов кирпича использовались следующие сырьевые материалы: глина Гайдуковского месторождения, кварцевый песок и предварительно подготовленный гальванический шлам ОАО «БелВАР». Гальваношлам вводился в состав образцов кирпича в количестве от 5 до 50 мас.%. При необходимости к приготавливаемой шихте добавляли воду, затем шихту выдерживали для улучшения формовочных свойств и усреднения состава. Образцы кирпича формовали пластическим методом в металлической форме размером 30×60×15 мм, после чего подвергали естественной сушке и обжигу в электрической печи.

При введении гальваношлама в количестве до 20 масс.% свойства образцов улучшались. Это может быть связано с образованием при введении в состав кирпича гальваношлама новых кристаллических фаз – таких как анортит ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) и диопсид ($\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$), которые характеризуются высокими физико-механическими свойствами. Кроме того, вступая в реакцию с основными компонентами, CaO образует легкоплавкие эвтектические расплавы в виде алюмокальциевых силикатных стекол, которые повышают связность черепка и снижают его усадку. Это также приводит к повышению физико-механических свойств образцов. Образованию легкоплавких расплавов алюмосиликатных стекол также способствует наличие в составе шлама таких плавней, как Na_2O и K_2O . Однако при значительном содержании гальваношлама (более 20%) при температуре 850-900°C происходит выделение значительного количества CO_2 , образующегося вследствие диссоциации CaCO_3 ($\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$), который является основной составной частью гальваношлама. Это оказывает разрыхляющее действие на структуру черепка, поэтому при значительном содержа-

нии гальваношлама в образцах (более 20%) повышается пористость и водопоглощение, что в свою очередь приводит к снижению физико-механических свойств образцов.

Таким образом, в качестве оптимального предлагается состав, содержащий: 60 мас.% глины, 20 мас.% гальваношлама и 20 мас.% песка в качестве отошающей добавки. Оптимальная температура обжига (1000°C) была выбрана на основе экспериментальных данных, полученных при термообработке кирпича при различных температурах: 800, 900, 1000, 1100 и 1200°C. Образцы, содержащие 20 мас.% гальваношлама ОАО «БелВАР», характеризуются наилучшими свойствами при температуре обжига 1000°C.

Следует отметить, что снижение воздушной усадки при введении гальваношлама с 6 до 3,5% свидетельствует о снижении чувствительности к сушке и обжигу, что позволит ускорить процессы сушки и обжига без растрескивания образцов.

Таким образом, экспериментальные данные показывают, что полученные образцы кирпича, содержащие отходы гальванического производства, соответствуют требованиям ГОСТ 530-95 (марка 400) и характеризуются следующими свойствами: предел прочности при сжатии – 42 МПа; кажущаяся плотность – 1800 кг/м³; водопоглощение – 13%; кажущаяся пористость – 24%; воздушная усадка – 3,5%; огневая усадка – 4%. Применение гальванических шламов в производстве строительной керамики позволит расширить сырьевую базу и создать условия для перехода к безотходным и малоотходным производствам.

Список литературы

1. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1997 г. – Мн., 1998. – 172 с.
2. Справочно-статистические материалы о состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности в Республике Беларусь на 1 января 1998 г. – Мн., 1998. – С. 48.
3. Божнов П.И., Глибина И.В., Григорьев Б.А. Строительная керамика из побочных продуктов промышленности – М., 1986. – 137 с.
4. Дятлова Е.М., Левицкий И.А., Тижовка В.В. Комплексная оценка отходов гальванического производства как источника вторичного сырья для силикатных материалов // Стекло и керамика. – 1992. – №4. – С. 2-4.
5. Использование отходов, попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий / Охрана окружающей среды: Обзор информ. – Вып.2. Использование осадков сточных вод в производстве строительных материалов. – М.: ВНИИЭСМ, 1989. – 69 с.