

ПЕРЕРАБОТКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

Залыгина Ольга Сергеевна, канд. техн. наук, доцент, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск, zalyhina@mail.ru

Предченко Мария Аркадьевна, студентка, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск

Металлургические шлаки, которые образуются при выплавке чугуна и стали, могут рассматриваться не как отход производства, а как вторичное сырье. В работе на основании экспериментальных исследований была установлена возможность использования металлургических шлаков в производстве бетона (до 10 масс.%) без снижения его физико-механических свойств и в производстве цветных глазурей бежево-коричневой гаммы для керамики (до 20 масс.%).

Ключевые слова: отходы производства, ваграночный шлак, электроплавильный шлак, плотность, предел прочности при сжатии, фритта, глазурь, вторичное сырье

PROCESSING OF METALLURGICAL SLAG

Zalyhina V. S., Predchenko M. A.

Metallurgical slags, which are formed during the smelting of iron and steel, can be considered not as a waste product, but as a secondary raw material. In the work, on the basis of experimental studies, the possibility of using metallurgical slags in the production of concrete (no more than 10 wt.%) without reducing its physical and mechanical properties and in the production of colored beige-brown glazes for ceramics (no more than 20 wt.%)).

Keywords: production waste, cupola slag, electrosmelting slag, density, compressive strength, frit, glaze, secondary raw materials.

Одним из основных отходов литейного производства является шлак, который представляет собой отвердевшее камневидное или стекловидное вещество. Роль шлака в металлургическом процессе велика: он защищает металл от вредного воздействия газовой среды печи, поглощает всплывающие примеси и участвует в различных физико-химических процессах, происходящих при выплавке металлов. Он формируется из флюсов, золы топлива, продуктов окисления выплавляемых материалов, футеровки плавильных агрегатов. В зависимости от вида используемых печей шлак подразделяется на электроплавильный и ваграночный.

Электроплавильный шлак – сыпучий материал фракции 0-5 мм. Химический состав шлака, масс. %: CaO 40–50, SiO₂ 10–25, FeO 12–15, MgO 1–8, MnO 5–10, Al₂O₃ 2–4, P₂O₅ 0,5–2 [1]. Ваграночный шлак имеет плотную структуру, фракционный состав 0-30 мм. Химический состав ваграночного шлака, масс. %: SiO₂ 42–50, CaO 18–30, MgO 1–8, Al₂O₃ 3–20, FeO 5–15, P₂O₅ 0,1–0,5, S 0,05–3 [1]. В соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, шлаки литейного производства относятся к отходам 3-го класса опасности. Во многих случаях они вывозятся на захоронение либо хранятся на территории предприятий.

Вместе с тем в настоящее время накоплено уже достаточно много сведений о возможностях использования шлаков, например, в производстве керамики, шлакопортландцемента, для получения пигментов, коагулянтов, в производстве декоративных дорожных покрытий, в качестве добавки к глазуре и др. [2, 3]. Наиболее доступным и простым методом является использования ваграночного и электроплавильного шлака при производстве бетона и изделий на его основе.

Принципиальная схема данного процесса представлена на рисунке 1.

Для приготовления бетонной смеси в смесителе рамочного типа 4, в зависимости от требуемой марки товарного бетона, используются нужные компоненты: цемент, песок, щебень, шлак, вода из бункеров 1, 5, 6, 7, 13 соответственно. После загрузки исходных компонентов производится их смешивание до однородной массы, после чего ее подают для заливки в разнообразные формы 11 (в зависимости от вида выпускаемой продукции) с после-

дующим уплотнением на вибрационном оборудовании. Пройдя стадию уплотнения, бетон в форме находится на площадке для затвердевания до тех пор, пока не наберет нужную прочность.

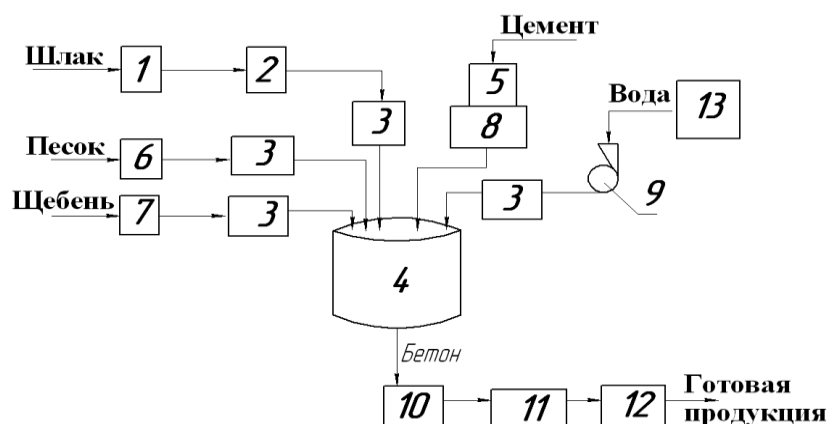


Рисунок 1 – Принципиальная схема получения бетона с использованием шлаков:

- 1 – контейнер сбора шлака, 2 – сито, 3 – бункер-дозатор, 4 – смеситель рамочного типа, 5 – бункер-накопитель портландцемента, 6 – бункер-накопитель песка, 7 – бункер-накопитель щебня, 8 – шнековый питатель-дозатор, 9 – насос, 10 – емкость для твердения массы, 11 – вибростол, 12 – площадка для твердения, 13 – резервуар с водой.

В данной работе были проведены исследования возможности использования ваграночного и электроплавильного шлаков одного из белорусских предприятий в качестве наполнителя для бетонов. Для получения опытных образцов использовались цемент марки 300, песок, вода и шлак в различных пропорциях. Также была приготовлена бетонная смесь без шлака.

Из полученных бетонных смесей были изготовлены образцы кубической формы размером 10×10×10 см. Образцы твердели при комнатной температуре в течение 28 суток. В работе были определены физико-механические свойства полученных образцов, а именно плотность и прочность при сжатии. Результаты испытаний приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Свойства образцов с ваграночным шлаком

| Образец | Шлак ваграночный, масс.% (по сухому веществу) | | | | | | |
|------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 2,5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Плотность, кг/м ³ | 1956 | 1951 | 1949 | 1954 | 1905 | 1884 | 1867 |
| Прочность, МПа | 9,38 | 9,41 | 9,41 | 9,26 | 6,98 | 6,86 | 6,53 |

Таблица 2 – Свойства образцов с электроплавильным шлаком

| Образец | Электроплавильный шлак, масс.% (по сухому веществу) | | | | | | |
|------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 2,5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Плотность, кг/м ³ | 1956 | 1963 | 1953 | 1946 | 1873 | 1834 | 1810 |
| Прочность, МПа | 9,83 | 9,96 | 9,69 | 9,72 | 8,15 | 6,48 | 5,76 |

Как видно из экспериментальных данных, при добавлении данных металлургических шлаков до 10 %, физико-механические свойства бетонной смеси практически не изменяются, а дальнейшее увеличение их содержания приводит к снижению плотности и прочности образцов. Исходя из этого, можно рекомендовать использование ваграночного и электроплавильного шлаков в количестве до 10 масс. % в производстве бетонов.

Высокое содержание в металлургических шлаках оксидов железа позволяет предположить возможность их использования для получения цветных глазурных покрытий бежево-коричневой гаммы. В связи с этим в данной работе исследовалась возможность получе-

ния цветных глазурных покрытий с использованием вместо дефицитных дорогостоящих пигментов электроплавильного и ваграночного шлаков.

Технологическая схема производства фриттованной глазури приведена на рисунке 2.

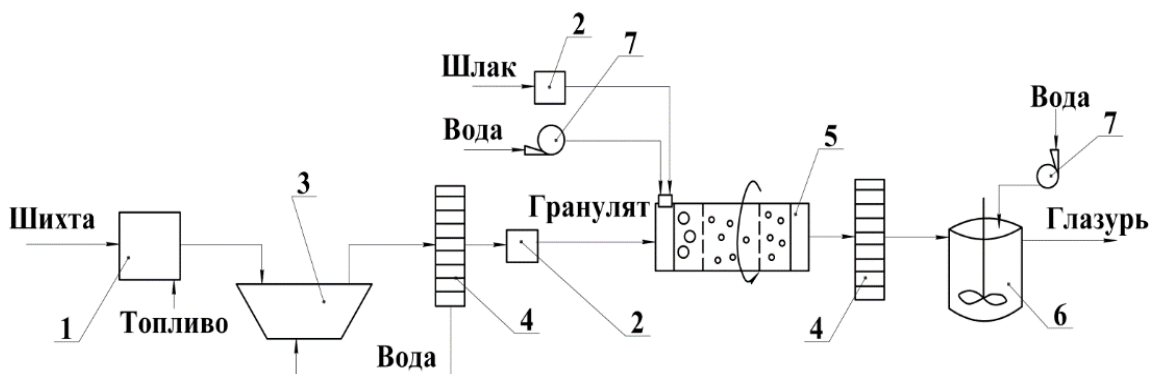


Рисунок 2 – Технологический процесс производства глазури:
1 – стекловаренная ванная печь, 2 – дозатор, 3 – ванна с холодной водой,
4 – фильтр, 5 – шаровая мельница, 6 – смеситель, 7 – насос

Глазурную шихту предварительно сплавляют (фриттуют), что улучшает однородность глазури и снижает температуру разлива. Варится фритта в печи 1 при температуре 1200-1300 °С. Расплав глазури выливается в ванну 3 с холодной водой для облегчения последующего помола фритты. Пройдя фильтр 4, фритта отделяется от воды и направляется в шаровую мельницу 5, где осуществляется совместный мокрый помол всех компонентов, включая шлак. После фильтрования (фильтр 4) суспензия доводится до влажности 45-50 % при постоянном перемешивании в смесителе 6.

В данной работе в качестве основы использовалась фриттованная белая глазурь РУП «Березастройматериалы». Шлаки добавлялись на стадии мокрого помола глазурной фритты в количестве до 25 масс.% (по сухому веществу). В этом случае не требуется практически никаких изменений в технологическом процессе за исключением возможной корректировки температурного режима политого обжига. Глазурь наносилась на керамическую основу методом полива. После сушки образцы обжигались при температуре 1000 °С в электрической печи в течение 15 минут.

Введение в глазурь электроплавильного и ваграночного шлаков позволило получить глазурные покрытия хорошего качества бежево-коричневой цветовой гаммы.

Интенсивность цвета выше при использовании электроплавильного шлака, возможно, вследствие более высокого содержания в нем оксида железа и присутствия оксида марганца. Интенсивность цвета также увеличивается с повышением количества вводимого шлака, однако при этом ухудшается растекаемость глазури, поэтому не рекомендуется вводить в глазурь металлургический шлак в количестве более 20 масс.%.

Таким образом, использование шлаков в качестве вторичного сырья приводит к снижению потребности в природном сырье, предотвращению загрязнения окружающей среды отходами, расширению сырьевой базы промышленности строительных материалов, получению качественной продукции (бетонов, цветной глазури).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриевич А. М. Справочник литейщика / А. М. Дмитриевич. – Минск. : Вышэйшая школа, 1989. – 391 с.
2. Ляпкин А. А. Комплексная переработка отходов литейного производства / А. А. Ляпкин, Н. С. Чураков. – М. : НИИОТ, 1992. – 56 с.
3. Гудим Ю. А. Эффективные способы утилизации отходов металлургического производства Урала / Ю. А. Гудим, А. А. Голубев // Экология и промышленность России. – 2008. – № 12. – С. 4–6.