

УДК 669.002.68

## ШЛАК ПЛАВКИ ЧУГУНА – ПРОДУКТ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Д.А. Марциаш, А.В. Логинова, студенты гр. ХТм-191

Научные руководители: Папин А. В., к.т.н., доцент, Игнатова А. Ю., к.б.н.,  
доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Проблема образования большого количества отходов и необходимость их вовлечения в хозяйственный оборот была обозначена еще в прошлом веке: Статья 3 «Основные принципы и приоритетные направления государственной политики в области обращения с отходами» Федерального закона от 24 июня 1998 года № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»

Государственная политика четко обозначает направление деятельности в области обращения с отходами. Основными направлениями деятельности государственной политики являются: уменьшения количества отходов посредством их переработки для дальнейшего их использования, а стимулированием к этому являются экономические методы регулирования.

Трудно представить производство, на котором не образуется отходов. Образованные отходы необходимо утилизировать, обезвреживать, захоранивать и т.д. Таким образом обращение с отходами выделяется в отдельную значительную экономическую статью расходов предприятий. достаточно дорогим является отход, образующийся в доменном процессе при выплавке чугуна – шлак плавки чугуна. Его образование происходит под действием высоких температур в результате сплавления пустых материалов железосодержащей породы, флюсов и золы сгоревшего кокса. Основные оксиды, из которых состоит шлак являются:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ .

Предприятия обычно создают небольшие литейные производства для удовлетворения собственных нужду, чтобы меньше тратить средств на заказ деталей со стороны, и оперативного изменения параметров деталей. Наиболее часто встречаются вагранки (маленькая домна).

Стремясь сэкономить, производя детали на собственном производстве, предприятия сталкиваются с проблемой образования отхода чугунолитейного производства – шлак плавки чугуна. Шлак плавки чугуна является отходом производства, его необходимо сдавать на утилизацию

Например: производительность вагранки на ПАО «Кокс» 3 т чугуна за выплавку, образование шлака может достигать 600 кг. Цены на утилизации начинаются от 3500 руб./т. Согласно нормативу образования отходов, в год образование шлака плавки чугуна составляет 42 т - это 147 тыс. руб. на

утилизацию. И получается: «а действительно ли у себя выплавлять чугун выгодно?».

В данном случае есть несколько вариантов: платить за отход или перевести отход в продукт производства.

На предприятиях доменного производства образование шлака значительно выше, в связи с этим его не классифицируют как продукт, а не отход. Для придания шлаку свойств товарной продукции его подвергают обработке: дробление, магнитная сепарация, рассев на фракции (0-5, 5-20, 40+ мм) [1]. Крупную фракцию используют чаще всего в дорожном строительстве вместо щебня в «подушке» для асфальтобетона. Среднюю фракцию – как добавку в бетон. Мелкая фракция – песок, для укладки и заполнения швов тротуарной плитки и противогололедный материал.

Один из вариантов повторного использования шлака является использовать его как добавку в бетон для повышения прочности на растяжение и ударной стойкости. Так же возможно снижения себестоимости бетонной смеси [2]. Однако, для использования в строительной области необходим шлак с модулем основности 0,75-0,95. Рассчитывается по отношению суммы оксидов кальция и магния к сумме оксидов кремния и алюминия

Модуль основности шлака плавки чугуна, согласно анализам проводимым при составлении паспорта отхода значительно ниже. Из-за несоответствия модуля основности шлака представленным выше показателям, не представляется возможным использование отхода в качестве добавки в бетон, да и вообще в строительных материалах.

Второй вариант использование мелкой фракции (0-5 мм) как противогололедных материалов. Однако для его использования необходима подготовка – дробление, рассев.

Средняя стоимость щековой дробилки способной справиться с высокими абразивными характеристиками шлака составляет 150 тыс. руб. с производительностью 250 кг/час и мощностью электродвигателя 3 кВт. Следовательно, для измельчения всего объема шлака дробилке потребуется 20 дней работы при 8 ч рабочем дне. Стоимость электроэнергии будет составлять 3кВт\*160 часов\*1,46 руб.=480 руб.

Для отделения железа необходим магнитный сепаратор. Магнитные сепараторы имеют высокую стоимость, которая начинается со 150 тыс. руб. Для экономии средств рационально будет приспособить два электромагнита FE-L500W стоимостью 7 тыс. руб. и мощностью 500 Вт. Опыт личного использования показал, что максимальное расстояние от магнита, при котором происходит притягивание 50 граммовой гирьки, 150-200 мм. Максимальные вес металлического включения в шлаке при разделке пробы составил 25 г. Затраты на электроэнергию:  $0,5*160*1,46=116,8$  руб.

Для рассеивания на фракции можно использовать вибрационное сито. Кампания ООО «Азимут» предлагает вибросито (рис 1.) производительностью 5 м<sup>3</sup>/ч и стоимостью 52 тыс. руб. Производительности

сита достаточно, с большим запасом из расчета что крупная фракция будет возвращена в дробилку совместно с новым материалом. Мощность электродвигателя 750 Вт, затраты электроэнергии 176 руб. за 160 ч. По информации производителя сито подойдет для работы с высокообразованными материалами в том числе со шлаком.

Примем прочие затраты за 20 тыс. руб. в которые входят: ремонт дробилки, сит и транспортировка шлака, осуществляемая на заводских аппаратах.



Рис. 1 Вибросито.

Итого:  $150000+14000+52000=216000$  руб. стоимость закупки оборудования и  $480+116,8+176+20000=20772,8$  руб. годовое обслуживание. Из чего следует что окупаемость составит порядка двух лет.

Добавление шлаков, произведенных при разных процессах нормирует ГОСТ 31108-2003. Дробленый шлак возможно продавать на сторону, для этого, согласно п. 3.4.13 ГОСТ 54098–2010, необходимы документы, которые подтверждают факт того, что отход можно использовать в хозяйственной деятельности.

Также в качестве документов, подтверждающих фактическое или планируемое использование отходов в качестве вторичных материалов в хозяйственных целях, могут быть:

1. технологический регламент;
2. договоры поставок.

Описанное техническое решение перевода шлак во вторичный продукт, поможет значительно снизить экономическую нагрузку с предприятия по статье отходов. А также, возможно, позволит извлечь прибыль и быстрее окупить затраты за приобретённое оборудование.

#### **Список литературы:**

1. Валуев Д.В., Технологии переработки металлургических отходов. Д. В. Валуев, Р. А. Гизатулин., Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 196с.
2. Патент РФ №4231205/29-33, 16.04.87. Бетонная смесь // Патент России 30.03.89. Бюл. №12 Н.И. Федынин, Н.П. Феськова, Б.А. Кустов и др.

3. Вибросито закрытое. [Электронный ресурс]. Режим доступа:  
[http://stanok074.ru/market/vibrosito1/vibrosito\\_1250h800\\_na\\_3\\_frakcii\\_s\\_vibratorom\\_nepreravnogo\\_dejstviya/](http://stanok074.ru/market/vibrosito1/vibrosito_1250h800_na_3_frakcii_s_vibratorom_nepreravnogo_dejstviya/).

4. Магнитный захват. [Электронный ресурс] Режим доступа:  
[https://www.vseinstrumenti.ru/rashodnie\\_materialy/dlya\\_sil\\_teh/gruzopodem/dlya\\_talej\\_i\\_lebedok/zahvaty/tor/zahvat\\_magnitnyj\\_tor\\_pml-a\\_300\\_300\\_kg\\_tor\\_122037/?utm\\_source=market&utm\\_medium=price&utm\\_campaign=rashodnie-materialy+%7C+kemerovo&utm\\_content=dlya-sil-teh+%7C+tor-%7C+763306&utm\\_term=763306&ymclid=15838521389525287856000001#tab-3](https://www.vseinstrumenti.ru/rashodnie_materialy/dlya_sil_teh/gruzopodem/dlya_talej_i_lebedok/zahvaty/tor/zahvat_magnitnyj_tor_pml-a_300_300_kg_tor_122037/?utm_source=market&utm_medium=price&utm_campaign=rashodnie-materialy+%7C+kemerovo&utm_content=dlya-sil-teh+%7C+tor-%7C+763306&utm_term=763306&ymclid=15838521389525287856000001#tab-3).