

Студент гр.104141 Горбачевский В.О.  
Научный руководитель – Корнеев С.В.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Важной проблемой современного промышленного производства является утилизация и вторичное использование металлоотходов (рециклинг). Проблема переработки и вторичного использования низкосортных металлоотходов (стружки, окалины, скрапа, пыли металлургических производств, шлама и т.д.) имеет два одинаково важных аспекта: с одной стороны низкосортные металлоотходы – это постоянно накапливающиеся опасные отходы, захоронение которых создает реальную угрозу окружающей среде; с другой стороны, основным компонентом в них являются металлы – ценное и дорогостоящее сырье, которое наша страна целиком ввозит из-за рубежа (в Беларусь ежегодно ввозится около 2 млн. тонн различных металлов).

Все возрастающее накопление железосодержащих отходов, удорожание энергоресурсов и шихтовых материалов, ужесточение природоохранных нормативов приводят к необходимости поиска экономичных и эффективных способов и оборудования для переработки и возврата в производство (рециклинга) металлоотходов: стружки, металлургической пыли, окалины, мелкого низкосортного скрапа, шламов, обрезков проволоки и т.п.

По ориентировочным оценкам вновь образующиеся металлоотходы, например, в Беларуси, составляют 250 тыс. т в год, в отвалах нашей страны на сегодняшний день накоплено не менее 8-10 млн. тонн различных, в большей мере сильно окисленных металлоотходов. Проблема утилизации железосодержащих отходов является актуальной во всем мире. Например, в Российской Федерации накоплено более 450-550 млн. тонн металлоотходов, ежегодно образуется около 3,5 млн. т, а перерабатывается только 5 % от этого количества. Очевидно, что металлоотходы представляют собой ценное металлургическое сырье, в котором содержание основного металла может достигать до 75-90%.

Анализ литературных источников показал, что в настоящее время в мире разработан и проходит проверку в производственной практике ряд способов рециклинга, однако все они, за исключением традиционного доменного переплава, находятся в лучшем случае на стадии опытно-промышленных установок многотоннажного производства. Специфика решения этой проблемы в Республике Беларусь обусловлена наличием большого количества небольших по объему источников подобных отходов, что увеличивает трудности со сбором, транспортировкой, унификацией их по видам и химическому составу и, соответственно, осложняет переработку и повторное использование металлоотходов. Основную долю (до 90%) металлоотходов составляют отходы черных металлов.

В работе на основе анализа существующей технической литературы рассмотрены принципы и способы переработки различных отходов, которые можно разделить на две категории (первая – стружка (чугунная и стальная), скрап, проволока и другие металлоотходы; вторая – оксидные материалы, к которым относятся окалина, пыль систем аспирации, шламы и другие отходы, в которых железо присутствует в виде  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$ ).

**Стружка металлов (чугунная и стальная).** Приведены методы обезвоживания и обезмасливания стружки, показана их эффективность. Рассмотрены методы холодного и горячего брикетирования стружки и возможность дальнейшего использования брикетов в различных технологиях получения чугуна и стали, а также эффективность и особенности использования стружки черных металлов без предварительного брикетирования в ваграночном процессе, в электродуговых и индукционных печах. Отмечено, что рециклинг дисперсных металлоотходов без предварительного брикетирования или окускования представляется бо-

лее простым технологически и не требующим значительных капиталовложений. Работы в этом направлении привели к созданию систем Redsmelt, Hismelt, Ромелт и некоторых аналогичных. Отмечены альтернативные способы переплава дисперсных оксидных материалов в связи с разработкой ротационных печей, на которые получены патенты Республики Беларусь (патент РБ № 2428 от 03.10.2005 г. «Ротационная установка для термообработки и сушки дисперсных и кусковых материалов», авторы Ровин Л.Е., Валицкая О.М., Ровин С.Л.; патент РБ № 2770 от 01.03.2006 г. «Ротационная наклоняющаяся установка для плавки дисперсных и кусковых материалов», авторы Ровин Л.Е., Валицкая О.М., Ровин С.Л.).

Показан опыт использования металлоотходов в виде стружки на машиностроительных предприятиях Республики Беларусь.

**Прокатная окалина.** Проанализированы методы твердофазного восстановления, приведены данные по скорости восстановления в зависимости от температуры, вида восстановителя, размера окалины и восстановителя. Показано, что полученный из окалины материал по химическому составу аналогичен доменному чугуна и может использоваться вместо дорогостоящего передельного чугуна.

Также рассмотрено использование металлоотходов при строительстве металлургических мини- и микро-заводов. Основное внимание уделено тенденциям строительства мини-заводов, возможности использования металлоотходов в виде стружки, шламов, прокатной окалины при выборе соответствующего плавильного оборудования (установки Ромелт, Корекс).

УДК 621.74

### **Использование вторичных энергетических ресурсов в промышленности**

Студенты: гр.104141 Касперович П.Л., гр.10405312 Спиридович А.Е.  
Научный руководитель – Менделев Д.В.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Анализ мирового потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) по отдельным видам топлива показывает устойчивую тенденцию роста. Так в 2006 г. мировое потребление составляло 16-17 млрд. т у.т., в 2010 г. – 18 млрд. т у.т., к 2020 г., по прогнозным показателям объем потребления топлива для всех видов деятельности возрастет до 22,0...23,0 млрд. т. у.т. При этом в Республике Беларусь потребление находится на уровне 37,0 – 38,0 млн. т.у.т.

Одним из важнейших направлений экономии топливно-энергетических ресурсов является создание безотходных и малоотходных технологий с точки зрения потребления ТЭР, в которых используется энергия реакции технологических процессов для получения полезной продукции. Вместе с тем, в настоящее время и в ближайшей перспективе еще будут существовать технологические процессы с материальными и энергетическими отходами. Под вторичными энергетическими ресурсами (ВЭР) понимают энергетический потенциал продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся при технологических процессах, в агрегатах и установках, который не используется в самом агрегате, но может быть частично или полностью использоваться для энергосбережения других агрегатов (процессов).

ВЭР промышленности делятся на три основные группы:

- горючие;
- тепловые;
- избыточного давления.