

ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ И ПРИМЕНЕНИЕ В МЕТАЛЛУРГИИ

Г.В. Хорошун, студ. гр. 10В41

Научный руководитель: Федосеев С.Н., асс.каф. МЧМ

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8-(38451)-7-77-61

E-mail: steel13war@mail.ru

Аннотация. Рассматривается вопрос возвращения отходов металлургического производства обратно в оборот. Также рассмотрены основные проблемы, возникающие при обеспечении отрасли необходимым сырьем и его способы переработки.

Abstract. The question of the return of metallurgical wastes back into circulation. Also, the basic problems encountered in providing the industry with necessary raw materials and processing methods.

В связи с ориентацией качественной металлургии на преимущественно вольфраммолибденовые быстрорежущие стали, а также с постоянно возрастающими темпами производства специальных электросталей потребность в легирующих материалах на их основе непрерывно возрастает. Увеличение спроса на легированные марки сталей происходит в среднем на 5-6 % в год. Действующая технология выплавки быстрорежущих сталей в открытых дуговых печах связана с относительно низким коэффициентом выхода годного и практически исчерпала возможности в повышении качества целевого продукта. Производство порошковых быстрорежущих сталей характеризуется значительным уровнем использования сырьевых ресурсов, технологического оборудования и высокой эффективности использования инструмента. Однако, при более глубоком анализе материального баланса порошкового производства стали установлены потенциальные резервы для повышения его эффективности, представляющие промышленный интерес.

В процессе производства стали на металлургических комбинатах наибольшее количество отходов припадает на окалину, которая, в основном, образуется в процессе горячей прокатки во время реакций между металлом и кислородом при температуре выше 570 °С. Образование сухой окалины составляет в среднем – 12-18 кг/т стали, промасленной окалины – 3-5 кг/т стали. Порой общее количество отходов доходит до 120-180 кг/т стали. Согласно проведенному материальному балансу в сталеплавильном производстве общие потери сырьевых материалов в составе твердых отходов составили 15,3 % от количества поступающего сырья, или 160 кг/т стали. Доля утилизируемых отходов в сталеплавильном производстве составляет 78,9 %, однако компенсация понесенных вследствие образования отходов затрат составила всего 4,4 %, что говорит о значительных материальных и финансовых потерях, которые несет металлургическое предприятие в связи с образованием отходов. Большой экономический интерес представляет утилизация отходов специальных высоколегированных сталей с высоким содержанием в них дорогостоящих элементов. Наибольшие объемы отходов образуется в процессе производства быстрорежущих сталей, и могут достигать до 80 % от общего объема производимой продукции. Высокую сложность при возврате в сталеплавильное производство создает группа металлооксидных и мелкодисперсных отходов, отличающихся формой присутствия ведущих тугоплавких легирующих элементов, развитой поверхностью реагирования, что может привести к недостаточному усвоению и высокому угару (40-60%) дорогостоящих тугоплавких легирующих элементов при выплавке по действующей технологии в качестве металлодобавок. Кроме того, при использовании окалины без дополнительной обработки часть ее (15-20 %) может подниматься потоками восходящего газа и выноситься с колошниковой пылью. Также весьма важная проблема – высокая степень загрязнения отходов сопутствующими вредными примесями. В настоящее время эта проблема усложняется использованием легированных отходов с нестабильным химическим составом, постоянно ухудшающимся качеством ферросплавов и лигатур, введением в расплав стали раскислителей с повышенным содержанием фосфора и др. Объемы отходов производства быстрорежущих сталей при наличии эффективной технологии их подготовки представляют промышленный интерес и могут служить значительным источником вторичных сырьевых ресурсов. Ресурсосбережение становится одним из главных факторов в достижении высоких темпов роста объемов производства специальных сталей. Разработка и внедрение технологий эффективной утилизации металлургических отходов позволяют не только решить экологические проблемы, но и получать значительную экономическую выгоду благодаря замене части первичного сырья вторичным, учитывая также, что при замене природного сырья техногенным расход энергии сокращается в среднем на 20-30%.

В настоящее время более чем когда либо справедливо утверждение, что международная конкурентоспособность черной металлургии определяется снижением издержек по переделу в расчете на 1 тонну стали, все шире предъявляется требование внедрять новаторство и усовершенствовать процессы производства с целью снижения издержек, ресурса- и энергосбережения.

Все возрастающие потребности металлургии производства специальных сталей в легирующих материалах тугоплавких элементов, учитывая постоянное увеличение цен на них на мировом рынке, служит весомым основанием для непрерывных разработок по процессу получения более эффективных и дешевых лигатур вместе со снижением угара тугоплавких легирующих элементов в процессе плавки.

Несмотря на то, что в настоящее время хром можно отнести к относительно недефицитным металлам, рост потребления феррохрома является многообещающим. Применение высокоуглеродистого феррохрома взамен низкоуглеродистого при выплавке высоколегированных хромосодержащих коррозионностойких сталей стало возможным при введении глубокого вакуум-кислород-аргонного обезуглероживания, в процессе которого минимизируется угар хрома из расплава путем окисления взамен растворенного углерода. На базе данного процесса ученые (ДМетАУ) совместно со специалистами завода Днепроспецсталь разработали новый способ производства коррозионностойкой стали – газокислородное рафинирование (ГКР). ГКР помимо возможности использовать при выплавке стали высокоуглеродистый феррохром и снижения угара легирующих элементов, например, хрома, является более интенсивным, энергосберегающим и экономичным процессом, благодаря улучшенной конструкции и частичной замены дорогостоящего аргона на природный газ. Продолжением данного направления являются расчеты по изменению массы расплава высоколегированной стали в процессе плавки в результате угара легирующих элементов с целью возможности более точного рационального легирования, уменьшения массы присадок легирующих материалов и добиться экономии дорогих ферросплавов и металлов в результате сокращения их потерь при угаре на каждой плавке.

На Челябинском металлургическом комбинате более полное усвоение хрома, уменьшение его потерь вместе со шлаком при производстве коррозионностойких сталей в дуговых сталеплавильных печах было обеспечено более интенсивным перемещением вспененного шлака с повышенным содержанием раскислителей. Усвоение хрома в результате внедрения новой технологии составило 90-92 %, содержание Cr_2O_3 в шлаке после выпуска полупродукта уменьшилось с 4-5% до 1,5-3%.

Проблемы обеспечения производства высокосортным хроморудным сырьем наиболее актуальны в металлургии хромовых ферросплавов не только для Украины, но и для всего мира. В настоящее время из 4720 млн т общемировых запасов хромитовых руд на долю богатых приходится только 1550 млн т (33 %). Ежегодно разрыв между возрастающей потребностью металлургии в хромовых ферросплавах и сокращающимися запасами богатых хромитовых руд будет расти. Также обостряется проблема дефицитности кусковой хромитовой руды. Ужесточенная конкуренция на рынке приводит к нестабильности поставок хроморудного сырья. Данные обстоятельства побуждают к разработкам новых альтернативных путей производства хромосодержащих легирующих материалов.

На Актюбинском заводе ферросплавов для обеспечения сырьем провели окускование мелочи хромитовой руды брикетированием. Получены положительные результаты освоения технологии выплавки высокоуглеродистого феррохрома с использованием брикетов из мелочи хромитовых руд в промышленных электропечах РКО-16,5. Хроморудные брикеты целесообразно использовать при выплавке высокоуглеродистого феррохрома ФХ950 и ФХ1000 в качестве полной замены кусковой хромитовой руды, а также рядовой хромитовой руды при выплавке ФХ800, ФХ900. При применении в качестве добавки пыли газоочистки в феррохроме снизилось содержание серы и фосфора до 0,002 % и 0,01 % соответственно. Частичная замена кокса углем с Берлинского месторождения, в качестве природного комплексного восстановителя, при выплавке высокоуглеродистого феррохрома способствует улучшению качества по содержанию фосфора и углерода и увеличению производительности электропечи. Выход кондиционного по фосфору высокоуглеродистого феррохрома (<0,03 %) за опытный период составил 63,85 против 45,71 % за базовый период. Экономичность предложенной технологии обеспечивается использованием дешевого исходного материала и значительной экономией электроэнергии.

Промышленные испытания спецкокса (полукокса из шубаркольского угля) в композиции с коксом НТМК и смеси из сараковской хромитовой руды, кусковой и мелкой хромитовыми рудами Донского ГОКа были проведены при производстве высокоуглеродистого феррохрома. Применение спецкокса привело к увеличению извлечения хрома до 3,2 % и снижению содержания Cr_2O_3 в шлаке до 3,8 %.

Низкое содержание фосфора в спецкоксе позволяет получить высокоуглеродистый феррохром с 0,028 % P. Рассмотренные восстановители успешно применяются на Серовском заводе ферросплавов.

Для более эффективного и экономичного легирования сталей ванадием на фоне растущих цен на тугоплавкие легирующие материалы ведутся исследования по разработке нового легирующего материала плавящего нитрида феррованадия FERVANIT. Данный материал, имея необходимую технологическую прочность, был использован при выплавке высокопрочных низколегированных сталей, а также рельсовой и быстрорежущей. Степень усвоения ванадия и азота исключительно высоки и составляют соответственно более 95 % и 96-98 %

Высокие цены на феррованадий способствуют разработкам новых альтернативных путей получения ванадийсодержащих лигатур. Авторы работы разработали новый способ утилизации мелкодисперсной лигатурной пыли Чусовского металлургического завода, содержащей V, Al, Ti, Mo и другие элементы. Утилизация протекает с извлечением ванадия и молибдена путем плавки в электропечи с конвертерным ванадиевым шлаком НТМК и известью при удовлетворительных технологических показателях. Прогнозируемый состав лигатур при переработке накапливаемой лигатурной пыли по опробованной схеме, %: 32-38 V, 5-8 Mo, 1,5-3 Al, 2,5-4 Ti, 4-6 Mn 2-4 Cr, <0,6 C, < 0,1 Cu, < 0,05 P. < 0,01 S. Полученный сплав вполне пригоден для легирования ванадий- и молибденосодержащих сталей типа ХМФ и сталей с 0,05-0,08 %V. Для последних попутное введение молибдена в количестве максимум 0,015 % незначительно. Стоимость ванадия в таком сплаве ниже, чем в стандартном феррованадии.

Применение высокотугоплавких ферросплавов типа ферровольфрама, феррованадия и ферромolibдена в качестве носителей легирующих элементов приводит в сталеплавильных цехах к проблемам связанным с их поведением при расплавлении и большой неоднородностью этих материалов. На основе крупнопромышленных опытов по легированию в сталеплавильном цехе фирмы SSAB Oxelosund AB (SSAB), Швеция, изучено поведение разработанного ферромolibдена пониженной плотности. Результаты свидетельствуют о значительно меньшем времени растворения в расплаве стали, что приводит к уменьшению угара легирующих элементов, более полному усвоению молибдена (99,8 %) по сравнению со стандартным ферромolibденом (95 %), а также, более равномерное распределение легирующих элементов в стали.

Преимущества порошковых легирующих материалов тугоплавких элементов по сравнению с ферросплавами рассматриваются в работе. На основе экспериментальных данных и при выплавке на практике коррозионностойких и быстрорежущих сталей на заводах “Электросталь”, “Ижсталь” и Златоустовском металлургическом заводе доказано, что применение компактированного порошка молибдена по сравнению со стандартным ферромolibденом приводит к значительно меньшему загрязнению вредными примесями, более быстрому (в 2-2,5 раза) растворению и лучшему усвоению расплавом, что в свою очередь дает возможность стабилизировать свойства проката. Улучшаются экономические показатели плавки за счет снижения температуры и продолжительности, уменьшаются безвозвратные потери дорогостоящих металлов.

Несомненный интерес у металлургов вызывает опыт ОАО «Ключевский завод ферросплавов» по разработке старых шламоохранилищ и использованию шламов для восстановления ведущих компонентов. Завод полностью разработал шламоохранилище, в котором складировались шламы от производства хрома и феррохрома. В результате алумотермического передела этих шламов без добавок руды или концентрата на заводе выплавляли 7000 т товарного высокоуглеродистого феррохрома, а также получили концентрат с содержанием 52-60 % оксида хрома для выплавки металлического хрома.

Силами ЗАО «УралВИМ» смонтирован и запущен в работу брикетировочный пресс для получения хромовых брикетов из пыли, уловленной в системе газоочистки при производстве высокоуглеродистого феррохрома, в рудовосстановительной печи ОАО “Челябинский электрометаллургический комбинат”. Пыль содержит 25-30% Cr₂O₃ и составляет 3-5 % загруженной в печь шихты. При использовании пыли в дисперсном состоянии происходил повторный вынос пыли с газом и увеличение циркуляционной нагрузки в системе пылеулавливания, а в результате брикетирования ранее выбрасываемая пыль возвращается в производство, и также прекращается выброс пыли газоочистки в отвал.

В Физико-технологическом институте металлов и сплавов НАН Украины проведены работы по получению лигатур и сплавов из различных техногенных отходов и железорудного сырья методом восстановления оксидов металлов в железоуглеродистом расплаве. Лигатуры, выполненные из гальванических шламов, отработанных никель- и ванадийсодержащих катализаторов, отработанных железоникелевых аккумуляторов, железорудного и хромового концентратов, никелевой руды и шлама рудовосстановительных печей, были использованы для выплавки легированных сталей X18N9J1 и

чугунов ЧХ9Н5Л, ЧН15Д7Х2Л и ЧН19Х3Л, Выявленные особенность технологического процесса жидкофазной восстановительной плавки подтверждают возможность выплавки литейных сплавов с использованием рудного сырья и техногенных отходов. Обращает на себя внимание, что при плавке не достигается полное восстановление оксидов, а избыточный углерод переходит в раствор.

Литература.

1. Кожевников И.Ю., Равич Б.М. Окускование и основы металлургии. – М.: Металлургия, 1991. – 296 с.
2. Федосеев С.Н. Технология ОХУ Сур для экологически чистого производства черных металлов // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 27–28 Ноября 2014. – Томск: ТПУ, 2014 – С. 162–167.
3. Носков В.А. Современное состояние брикетирования техногенных отходов на металлургических предприятиях Украины. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2000. – № 6. – С.90–94.
4. Оганян Л.А., Федосеев С.Н. Технология получения комплексного металлургического сырья из железо- и углеродосодержащих отходов // Современное состояние и проблемы естественных наук: сборник трудов всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 17-18 Апреля 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 274-277
5. Сулименко Е.И. Агломерационные процессы в производстве строительных материалов. М: Металлургия, 1988
6. Салыкин А.А., Балес А.А. Связующие добавки, используемые при окомковании. Черметинформация, 1975.- Вып. 3.

БОРЬБА С ТЕХНОГЕННЫМИ ОТХОДАМИ В МЕТАЛЛУРГИИ МЕТОДОМ БРИКЕТИРОВАНИЯ

Г.В. Хорошун, студ. гр. 10В41

Научный руководитель: Федосеев С.Н., асс.каф. МЧМ

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8-(38451)-7-77-61

E-mail: steel13war@mail.ru

Аннотация. Рассматривается метод борьбы с техногенными отходами в металлургической отрасли с применением брикетирования. Описана схема технологической линии и структура разработки и производства брикетов.

Abstract. A method of combating man-made waste management in the steel industry with the use of briquetting. It describes the production line layout and structure of the design and production of briquettes.

Наибольшие экологические риски представляют техногенные отходы металлургической отрасли, которые представляют собой тонкодисперсные образования в виде пылей и шламов различных видов производств. В развитых зарубежных странах вследствие повышенных требований со стороны экологического законодательства такие отходы принято укрупнять до фракций, не допускающих пыления. Одним из основных методов укрупнения порошкообразных веществ является брикетирование как процесс, требующий затрат энергии только на придание определенной формы брикетам и их уплотнение и не требующий затрат тепловой энергии на агломерацию. При прочих равных условиях применение машин для обработки давлением обходится дешевле, чем создание, и главное, эксплуатация нагревательных устройств [1, 2]. Брикетирование является наиболее дешевым и компактным способом окусковывания различных пылевидных материалов, поэтому становится экономически целесообразно окусковывать отходы производства способом брикетирования на валковых прессах. В связи с компактностью валкового брикетировочного оборудования, его можно располагать там, где образуются пылевидные отходы, что очень удобно и целесообразно.

В качестве основы для металлургического брикета могут используются различные производственные отходы: коксовая мелочь, пыль от аспирационных установок, шламы газоочисток, прокатная окалина, остатки флюсующих компонентов (например, доломита, известняка), чугунная или стальная стружки, первородные тонкодисперсные и мелкофракционные железные руды. Процесс переработки можно сравнить с функционированием различных устройств типа червячный редуктор (рисунок 1).