

УДК 669.1:662.654

Использование металлургических агрегатов для утилизации промышленных отходов

Студент гр.104116 Петрович В.В.

Научный руководитель – Немененок Б.М.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Мировая практика показала, что основная масса всех образующихся техногенных отходов не может быть переработана (утилизирована) на тех предприятиях, где эти отходы образуются. Все большее распространение получает практика использования отходов смежных отраслей. При решении этой проблемы осо-

бая роль отводится черной металлургии. Все большее распространение получает мнение, что предприятия черной металлургии в состоянии утилизировать (с высокой степенью эффективности) подавляющее большинство отходов самых разных отраслей, включая даже бытовые отходы.

Комплекс современных предприятий черной металлургии включает перечень агрегатов и производств с полным набором возможных технологических характеристик: 1) возможность создавать низкие, высокие, очень высокие температуры; 2) возможность поддерживать окислительную, нейтральную, восстановительную атмосферу; 3) диапазон давлений от 1 МПа и более (от 10 ат и более) до технического вакуума; 4) полный набор оборудования для помола, измельчения, дробления материалов; 5) полный набор оборудования для сушки и нагрева материалов в разных агрегатах, в том числе в таких энергоэкономных, как шахтные печи; 6) полный набор оборудования для улавливания всевозможных выделений и очистки выделяющихся газов (что важно при обработке отходов).

В металлургической практике большую роль по переработке отходов играет их добавление в шихту. Этот прием используется практически на всех звеньях технологической цепочки: агломерационная установка — доменная печь — сталеплавильный агрегат. Это лучший вариант использования отходов. Однако он может быть применен только тогда, когда это экономически и технологически оправданно.

Если рассматривать переработку промышленных отходов в отдельных металлургических агрегатах, то доменная печь практически идеально приспособлена для этого. Это определяется следующим:

- наличием в горне печи высокотемпературной зоны с окислительным потенциалом газовой фазы и температурами 2000-2400 °С, что обеспечивает практически полное сгорание всех горючих составляющих отходов;
- наличием восстановительной атмосферы, что препятствует образованию оксидов азота;
- наличием многометрового, достаточно плотного слоя твердой шихты, который затрудняет интенсивный вынос твердых частиц, как бы «процеживая» поднимающиеся вверх газы;
- наличием высокой (30 м и более) шахты, что обеспечивает почти полную утилизацию в самой шахте тепла отходящих газов (температура отходящих из печи газов всего 100-200 °С при температуре газов в горне 2000° С и более);
- высокой производительностью современных крупных доменных печей. При годовой производительности одной доменной печи 3,5 млн. т чугуна введение в шихту 5 % отходов позволяет перерабатывать ежегодно более 150 тыс. т отходов на одной печи.

В настоящее время во многих странах ведутся исследования в опытно-промышленных масштабах по переработке в них ряда отходов химических производств, отходов пластмасс, отработавших свой срок автомобильных покрышек, замасленной окалины и т. п., вплоть до переработки твердых бытовых отходов. Например, в ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» утилизируется более 95% отходов.

Таблица 1 – Химический состав отходов ОАО ЗСМК, %

Материал	Fe _{общ}	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Mn	MgO	CaO	S	P
Окалина:									
Газорезательная машина	65,6	56,2	1,76	0,56	0,89	2,12	1,77	0,021	0,011
Плазморезательная машина	65,8	53,8	1,58	0,39	0,72	2,98	1,65	0,012	0,013
Кузнечно-прессовый цех	60,3	45,7	2,16	2,52	0,86	2,78	2,32	0,04	0,03
Шлак ЛЦ	57,6	45,1	2,98	3,12	2,44	4,12	3,96	0,05	0,05

На данном комбинате для улучшения работы горна и газопроницаемости нижней части доменной печи кусковые отходы подавали в количестве 0,3-2,5% от общего расхода железной части шихты. Отходы отличались повышенной концентрацией железа (до 70 %) в виде монооксида (до 57%), низким содержанием вредных примесей, хорошей восстановимостью (около 50%), основностью по CaO/SiO₂ (0,2-0,4) и крупностью (5-100мм). Промышленные исследования на печи свидетельствуют об улучшении основных технико-экономических показателей плавки, в частности об увеличении производительности за счет выравнивания хода печи и сокращения удельного расхода кокса. Благодаря загрузке кусковых отходов крупностью 5-100 мм, с повышенной механической прочностью (800 - 1300 МПа) и с содержанием монооксида железа 45 – 55 % в центральную зону печи улучшились газодинамический режим плавки (снизилась газодинамическая напряженность низа печи) и работа горна.

Также большой проблемой является утилизация. Компания «Миттал Стил Темиртау» провела опыты по внедрению угольного шлама на различных ТЭЦ в качестве топлива и вместе с углем. При испытаниях на Карагандинской ТЭЦ-3 были отмечены более высокая теплота сгорания и реакционная способность угольного шлама по сравнению с экибастузским углем, что обеспечивает устойчивое его горение в топке котла.

Повышенное содержание железа в шламах от газоочисток доменных печей и конвертеров АО "Миттал Стіл Теміртау" (до 60 %) и стремление к созданию безотходной технологии делают очевидным целесообразность их утилизации. Между тем широкое использование шламов сдерживается повышенным содержанием в них цинка, попадающего в печи с шихтой. Повышенная концентрация цинка в шламе ведет к разрушению кладки футеровки, большому расходу кокса и увеличению содержания цинка в чугуна. Идеальным решением проблемы утилизации шламов является создание системы их рециклинга, но использование шламов в СНГ остается низким из-за отсутствия рентабельных, эффективных и отработанных в промышленном масштабе технологий их подготовки, в том числе обесцинкования, обезвоживания, окомкования и сушки.

Полное же вовлечение в производство доменных и конвертерных шламов в таких странах, как Германия и Япония, видимо, связано не только с разработкой эффективной технологии обесцинкования, но и с высокими экологическими требованиями. В этих странах наибольшее распространение получили пирометаллургические методы, сочетающие процессы восстановления соединений цинка с возгонкой восстановленного цинка и получением на основе железа металлизированного продукта.

Установлено, что доменный шлак (если не принимать во внимание избыточный цинк) в количестве 80 кг/т агломерата в целом положительно влияет на качество агломерата. Добавка конвертерного шлака в количестве менее 40 кг/т улучшает спекание. Увеличение доли доменного шлака снижает индекс прочности на истирание и удар на 18,7 и 1,2 % соответственно и увеличивает расход кокса на 1 %. Поэтому для утилизации в аглопроизводстве доменного шлака (при отсутствии в нем избыточного цинка) нет затруднений.

Широко используются в сталеплавильном производстве такие отходы, как шлак производства вторичного алюминия, который содержит, %: Al_2O_3 50-70; SiO_2 до 8; CaO 4-6; FeO 6-8; $(K_2O + Na_2O)$ 2-4. В случае присадки такого шлака имеют место: а) кратковременное снижение скорости обезуглероживания вследствие раскисления сталеплавильного шлака алюминием по реакции $3(FeO) + 2Al = (Al_2O_3) + 3Fe$; б) нагрев шлака, так как окисление алюминия сопровождается выделением тепла; в) снижение температуры плавления шлака и повышение его жидкоподвижности вследствие влияния Al_2O_3 ; г) ускорение усвоения шлаком извести вследствие повышения температуры шлака и снижения его вязкости, что сопровождается улучшением условий десульфурации.

В зарубежных странах разрабатывается большое количество методов по утилизации угольной мелочи. Она может быть реализована процессом REDS MELT (от англ. REDuction + SMELTING — восстановление + плавление), разработанным фирмой Mannesmann Demag (Германия).

Процесс проводится в двух агрегатах: на первой стадии в огромные роторные печи (диаметром до 60 м) загружают железорудно-угольные окатыши с целью их металлизации до

85 %; затем металлизированные окатыши поступают в электропечь, где получают полупродукт, содержащий, %: C 2-4; Si до 0,3; S менее 0,05.

При двух роторных печах и одной электропечи мощностью 60-65 МВт производительность комплекса около 1 млн.т полупродукта (синтетического чугуна) в год стоимостью 90-130долл./т. Далее полученный полупродукт используют в качестве ме-таллошихты.

Определенное распространение получает способ совместной переработки окисных железосодержащих отходов, доменной и сталеплавильной пыли, угольной мелочи и коксика. Процесс восстановления осуществляют в печи с вращающимся подом. Полученный продукт со степенью металлизации 85-92 % и содержанием 2-4 % C в виде окатышей или брикетов используют в шихте металлургических агрегатов. Разработавшие этот способ американские и японские фирмы назвали его FASTMELT-процессом. Получаемый при этом синтетический чугун, названный FASTIRON, содержит, %: C 3,0-5,0; Si 0,2-0,5; Mn 0,8-1,2; S<0,05; P<0,05. Такой материал может считаться чистой металлошихтой, содержащей мало примесей цветных металлов.

Стоит отметить утилизацию в металлургических агрегатах не только таких привычных отходов, как углеродная пыль предприятий по производству электродов, но и таких «экзотических» отходов как катализаторы, применяемые в нефтехимической промышленности. Такие катализаторы содержат до 20% триоксида молибдена, до 6% оксида никеля и некоторые другие полезные компоненты. Использование такого материала (его можно вводить в завалку при выплавке стали соответствующих марок) весьма эффективно. Сейчас, например, автомобиль полностью подлежит переработке, что существенно улучшает экологическую ситуацию в мире. Страны СНГ должны перенимать опыт высокоразвитых стран по применению металлургических агрегатов для утилизации промышленных отходов.