

Описана методика випробування розробленої технології утилізації сполучень, що містять цинк і залізо, із шламів і пилей великотоннажних відходів газоочисень металургійних заводів України

Ключові слова: відходи, шлами, пил, утилізація, гранули, газоочищення

Описана методика испытанія разработанной технологии утилизации соединений, содержащих цинк и железо, из шламов и пылей крупнотоннажных отходов газоочисток металлургических заводов Украины

Ключевые слова: отходы, шламы, пыль, утилизация, гранулы, газоочистка

The testing technique of the developed technology of compounds containing zinc and iron from sludge and dusts of large-capacity waste of gas purifications of metallurgical plants of Ukraine is described

Keywords: waste, sludge, dust, utilization, granules, gas purification

О ШЛАМАХ ГАЗООЧИСТОК ДОМЕННОГО И СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВ

А.М. Коваленко

Кандидат педагогических наук, доцент, академик
Международной академии наук экологии и безопасности
жизнедеятельности, ректор, заведующий кафедрой
Кафедра промышленных и бытовых отходов,
Харьковский институт экологии и социальной защиты
ул. Матросова, 3, г. Харьков, 61035
Контактный тел.: (572) 52-40-19, (057) 755-34-27
E-mail: eko_soc@list.ru

Введение

Чёрная металлургия относится к числу базовых отраслей промышленности Украины и, наряду с топливно-энергетическим комплексом, определяет конкурентоспособность эко-номики страны. Металлургическое производство сопровождается образованием огромного количества промышленных отходов (ПО), достигающих 30% объёма выпуска стали. Около 80% из них составляют шлаки, примерно 20% - пыли и шлами газоочисток. Всего на металлургических предприятиях Украины накоплено более 70 млн т шламов, из них 21 млн т можно повторно использовать. Известно, что основным потребителем энергии и источником эмиссии вредных веществ в окружающую среду является аглодоменный комплекс (> 70% выбросов и ПО).

Поэтому правильный подход к сокращению потерь сырья и переработке ПО может дать ощутимый экономический и эколого-социальный эффект.

Постановка проблемы

Таким образом, сегодня имеются предпосылки для конструктивного решения проблемы снабжения предприятий металлургического комплекса Украины импорт заменяющей товарной продукцией, вторичного использования отсевов кокса, как восстановителя и энергетического топлива, которые в настоящее время не используются и загрязняют окружающую природную среду (ОПС). Следует отметить, что для всех

металлургических предприятий, имеющих на Украине, проблема утилизации крупнотоннажных отходов стоит достаточно остро.

Шлами и пыли газоочисток агломерационного, доменного, сталеплавильного и прокатного производств являются ценным вторичным сырьём для основного производства и др. отраслей промышленности.

В шламах металлургических предприятий (Стахановский завод ферросплавов, Донецкий, Алчевский, Енакиевский, Константиновский, Краматорский и Макеевский металлургические комбинаты) установлены промышленные концентрации 13 полезных металлов, из них стабильны Mn, Cd и Cr [1].

Актуальной является проблема утилизации соединений, содержащих Zn и Fe из шламов и пылей – крупнотоннажных отходов газоочисток металлургических заводов ММК им. Ильича, «АлМК», Украина; НЛМК «Северсталь», «Уралсталь», РФ. Особое внимание, по мнению автора данной статьи, следует обратить на возможность экономически-выгодного снабжения отечественной промышленности стратегически важными дорогостоящими и дефицитными соединениями Zn из техногенных месторождений – шламонакопителей заводов чёрной металлургии.

В целом внедрение современных технологий по утилизации ПО, которые отвечают достижениям науки и техники, осуществляются очень медленно и требуют принятия конструктивных мер для решения проблемы, как на региональном уровне, так и в масштабах Украины.

Следует сказать, что утилизация ценных компонентов из пылей и шламов металлургического производства – актуальная задача для всех индустриально развитых стран мира. Но утилизация пыли и шламов прокатного производства требует разработки специальных технологий, т.к. эти отходы содержат вредные примеси – нежелательные компоненты шихты для производства агломерата и чугуна.

Анализ последних достижений и публикаций

Главным источником образования металлосодержащих пылей и шламов в доменном производстве является доменная печь.

Извлечение в полупромышленных и промышленных масштабах Zn и Fe из пылей и шламов газоочисток чёрной металлургии производится в основном в Германии, Японии и США. Основными способами являются модификации вельц-процесса. На заводах Европы («Август Тиссен хютте», Германия; «Бритиш стил», Англия; «Юзинор», Франция и др.) сухую сталеплавильную пыль транспортируют на усреднительный склад сырья и утилизируют с окалиной в количестве до 100 кг/т агломерата, а шламы подают в окомкователь аглофабрик [1].

В мировой практике технологии извлечения Zn из разных видов сырья, позволяющие получать цинковый концентрат с содержанием Zn до 62%, отличаются сложностью, энергоёмкостью, высокой себестоимостью продукта. Существуют пиро- и гидрометаллургические схемы извлечения Zn из отходов металлургического производства. Однако применение гидрометаллургического способа, включающего обжиг сырья, выщелачивание, фильтрацию и оборотный цикл, экономически оправдано лишь для предприятий, уже имеющих гидрометаллургические производства.

В Германии, Японии и США распространены модификации вельцпроцесса – высокотемпературного углетермического восстановления Ме-содержащего сырья во вращающихся печах. Сталелитейная компания «Гамбургерштальверке» платит за утилизацию 1 т Zn-содержащих пылей до 100 евро. При этом содержание Zn в получаемом концентрате не превышает 32%.

Пирометаллургическая переработка цинковых продуктов в РФ, Польше, Болгарии, Японии проводится методом вельцевания, в практике других стран большей частью используют шахтную плавку с последующим фьюмингованием образующих при шахтной плавке цинковистых шлаков.

В большинстве стран СНГ такие технологии разрабатываются на уровне исследовательских работ и полупромышленных испытаний. Промышленного производства металлизированных окатышей из шламов аглодоменного и сталеплавильного производств не существует, эти материалы используют лишь как компоненты аглошихты.

Известно, что использование шламов в качестве компонента аглошихты осложняется нестабильностью их химического и гранулометрического состава. Это требует разработки технологии рециклинга этих материалов в каждом конкретном случае. Использование в аглошихте тонкодисперсных шламов сталеплавильного производства приводит к ухудшению

газонепроницаемости спекаемого слоя и к снижению производительности агломашины. Специалисты Украины уделяют достаточно серьёзное внимание проблемам техногенных месторождений (ТеМ) тяжёлых и редких металлов.

Перечисленные выше технологии извлечения ценных компонентов из металлургических отходов имеют ряд существенных недостатков с точки зрения технологии переработки сырья, удельных энергозатрат, экологических, социальных и экономических проблем. В общем виде эти недостатки можно объединить в 2 группы. Первая из них характеризуется низким качеством получаемых товарных продуктов – свинцово-цинкового концентрата, технического оксида цинка, содержание Zn в котором не превышает 62%.

Возгоняющиеся соединения Zn резко осложняют работу газоотводящих трактов агрегатов агломерационного производства и цементной

промышленности (настыли в газоходах и печатном производстве).

Ко 2-й группе недостатков следует отнести то, что практически все используемые процессы сопровождаются потерями дорого стоящих компонентов, загрязняющих воздушный, водный бассейны и почвы мелкодисперсными токсичными соединениями Zn, выделяющимися в ОПС из агломашин, обжиговых печей и др. термических агрегатов.

Утилизация мелкодисперсных коксовых отходов коксохимических предприятий позволит не только экономить материальные и теплоэнергетические ресурсы, но и снизить степень загрязнения ОПС в районе их размещения. Следует учесть определяющие моменты: по принятым до 2025 г. темпам роста добычи предполагается полное или частичное исчерпание запасов ряда важнейших полезных ископаемых.

В ближайшей перспективе состояние с собственным производством Zn на Украине значительно ухудшится. Для сокращения дефицита потребности в Zn необходимо принять меры по созданию металлургических мощностей, где особо положительную роль могут сыграть крупнотоннажные техногенные месторождения указанного элемента. В связи с этим первоочередными задачами для Украины являются: инвентаризация и полная оценка объёмов и истинной стоимости ПО, создание проблемно-ориентированных классификаторов ПО; минимизация остаточного количества вновь образуемых отходов; доработка технологий высокого уровня, которые смогут обеспечить подготовку ПО для использования другими предприятиями, выход на рынок ПО или их глубокую комплексную переработку; разработка стратегии по проблеме ПО, стимулирующей предприятия к созданию малоотходных производств, полной переработке образовавшихся отходов или реализации их на рынке ПО для межотраслевого использования; обеспечение экологической безопасности переработки отходов и уничтожения остаточных продуктов [2].

После отработки оптимальных промышленных режимов разработанных утилизационных установок следует провести тиражирование их на других металлургических заводах Украины, СНГ и дальнего зарубежья.

Актуальность проблемы заключается в устранении недостатков существующих технологий, разработке эколого- экономически целесообразных технологий производства импортозаменяющей высокосортной продукции, их внедрении на металлургических заводах Украины, сокращении объёма лежалых ПО, снижении степени загрязнения ОПС, сокращении энергозатрат и экономии природных ресурсов.

| |
|--|
| Цель исследований |
| Реализация опытно-промышленных технологий по обезвреживанию шламов газоочисток мартеновских печей. |
| Результаты исследований |

В отходах металлургических производств ведущие компоненты представлены ZnO и ZnFe₂O₄; Fe находится в форме ферритов, Fe₃O₄, аморфного основного сульфата 2Fe₂O₃SO₃*nH₂O, гематита α-Fe₂O₃, Zn-содержащих магнетита (Zn, Fe²⁺)*(Fe₃+Al)₂O₃, диортосиликата [Ca(Zn, Fe²⁺, Mg)]₂*Si₂O₇ и железистого ортосиликата цинка (Zn, Fe)₂*SiO₄. Термодинамика процесса восстановления Zn из твёрдых фаз определяется составом газовой фазы, а кинетика, ещё и величиной межфазной поверхности контакта «твёрдое – газ» и диффузным сопротивлением. Твёрдый углерод выполняет ряд функций, являясь топливом и восстановителем Zn, Pb, Fe и др., а также уплотнителем сыпучей шихты.

Результаты исследований автора по разработке технологий утилизации цинкосодержащих шламов газоочисток доменного и сталеплавильного производств приведены в работах [3, 4]. Особое внимание автор обращает на возможность экономически-выгодного снабжения отечественной промышленности стратегически важными дорогостоящими и дефицитными соединениями Zn из техногенных месторождений – шламонакопителей заводов чёрной металлургии (табл.1)

По результатам исследования разработана математическая модель, описывающая зависимость выходной переменной модели-степени извлечения цинка от входных переменных процесса: температуры в реакционной зоне вельц-печи, диаметра гранул, времени пребывания гранул в вельц-печи, доли кокса в шихте. Разработку модели вели на основе современных экспериментально-статистических методов с использованием данных промышленной технологии. Модель позволяет прогнозировать степень извлечения Zn при заданном значении T°С в печи, длительности пребывания в ней гранул, доли кокса в шихте и диаметра гранул. Её используют для опти-

мизации процесса с целью максимизации ZnO и повышения его качества.

Таблица 1

Объёмы пылей и шламов на предприятиях чёрной металлургии (2010 г.)

| Страна, предприятие | Объём лежалых шламов, млн т | Поступление, тыс. т/год | Содержание компонентов, % масс. | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------|-------|
| | | | Zn | Pb | Fe |
| Украина, ММК им. Ильича | 4,9 | 210 | 0,5-2,9 | 1-1,6 | 48-59 |
| РФ, Новотроицк, «УралСталь» | 6,2 | 160-180 | 1,9-3,8 | 1-1,6 | 49-56 |
| РФ, Липецк, НЛМК | 5,1 | До 300 | 1,6-2,6 | 1-2 | 45-54 |
| РФ, Череповец, «Северсталь» | 5,5 | До 300 | 12-16 | 1-2 | 50-58 |
| Молдавия, Рыбница, МолдМЗ | 0,9 | 12 | 8-12 | 1-1,8 | 56-60 |

Испытания технологии проводили на базе ОАО фирмы «Елауслтд» (бывший Харьковский опытный цементный завод). Были определены оптимальные параметры технологии. Отходящие газы анализировали на содержание S, N₂, С, паров H₂O по стандартным методикам. Результаты приведены в табл. 2 – 4. Совместно с фирмой «Йохман-Нетч» (Словакия) проведены исследования по обезвреживанию шламов газоочисток мартеновских печей на опытно-промышленной установке этой фирме (рис.1).

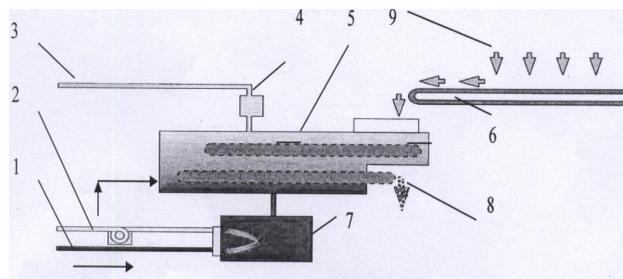


Рис. 1. Ленточная сушилка фирмы «Йохман-Нетч», Словакия: 1 – природный газ; 2 – горячие газы в сушилку; 3 – отходящие газы на очистку; 4 – вентилятор; 5 – ленточная сушилка; 6 – измельчитель; 7 – экструзионный гранулятор; 8 – сухой мелкодисперсный материал; 9 – исходный влажный шлам.

Таблица 2

Сравнительный анализ стандартного цинкового концентрата и полученного по разработанной технологии

| Сырье завода | Компоненты, % масс. | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|-----|---------|----------|---------|---------|----------|------------------|
| | Zn | Pb | Cu | Ca | S | Fe | Cl | SiO ₂ |
| ММК им. Ильича | 68-79 | 4-7 | 0,4-0,8 | 0,25-0,5 | 2,2-3,2 | 1,5-3,5 | 0,01-0,2 | 2-3 |
| Концентрат КЦ-0 стандартный | 61-62,5 | 1-2 | 0,4-0,8 | 0,3-0,65 | 2-3 | 1,2-3,4 | 0,02-0,2 | 2-2,5 |

Таблица 3

Результаты анализа газов, отходящих от вельц-печи

| Состав отходящих газов | | | | Т°С | Запылённость, г/м ³ |
|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------|--------------------------------|
| Влага, об. % | NO _x , мг/м ³ | SO ₂ , мг/м ³ | O ₂ , об. % | | |
| 0,001-0,002 | 55-80 | 40-110 | 9 | 1050 | 5-11 |

Таблица 4

Основной химический состав обесцинкованных гранул

| Содержание элемента, % масс. | |
|------------------------------|---------|
| Zn | Fe |
| 8*10 ⁻³ | 61,6 |
| 9*10 ⁻³ | не опр. |
| 2*10 ⁻² | 61,0 |
| 5*10 ⁻² | 60,5 |
| 4*10 ⁻² | 60,67 |

Полученный Zn-концентрат содержит на 10-17% Zn больше, чем лучший концентрат завода «Укрцинк» (табл.2). Обесцинкованные гранулы пригодны для возврата аваглодомное производство. Их химический состав, % масс.: Feобщ - 57±62; Zn ≤ 0,1. Фракционный состав 2-10 мм, насыпная плотность – 2,5÷2,7 г/м³. Степень металлизации – до 92 %.

Сушку шламов вели при T=220-280°С в течение 20-40 мин и скорости движения ленты 0,3-06 м/мин. Уловленные твёрдые продукты анализировали на содержание Fe, Zn, Pb, Ca, Si, S, Cl. Наибольшее содержание Zn (79%) отмечено в продукте из реакционной зоны вельц-печи. Состав обесцинкованных гранул приведён в табл. 4. Зависимость прочности гранул на раздавливание от температуры и продолжительности сушки иллюстрируется данными рис.2.

Анализ полученных зависимостей позволяет сделать вывод о том, что максимальная прочность гранул достигается при использовании шихты, содержащей 20% восстановителя и влажности гранул 1%.

Автор статьи совместно с сотрудниками Украинского научно-исследовательского института экологических проблем (г. Харьков) и Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» разработал способ переработки отходов газоочисток металлургического производства, в состав которых входит пыль или шламы, содержащие цинк и железо [4]. Технология прошла опытно-промышленные испытания также на фирме «Елавус лтд» на сырье металлургических заводов Украины, России, Молдовы, Германии. Источниками сырья для указанной технологии служат техногенные месторождения – ШН металлургических предприятий. Во всех экспериментах полученные обесцинкованные окатыши содержали 57-61 % масс. Feобщ, 0,08% масс. Zn, прочность окатышей на раздавливание – 160-180 кг/окатыш, степень металлизации – до 82%, т.е. окатыши пригодны для возврата в основное производство. Получаемый цинковый концентрат содержал 70-80% масс., что на 10-15 % больше, чем стандартный концентрат марка

КЦ-О. Патентованный способ переработки отходов газоочисток металлургического производства используется в научно-производственной деятельности Северо-Восточного научного центра НАН Украины и Министерства образования и науки, молодёжи и спорта Украины. Экономический эффект от внедрения разработок составляет 2 млн 704 тыс. грн/год.

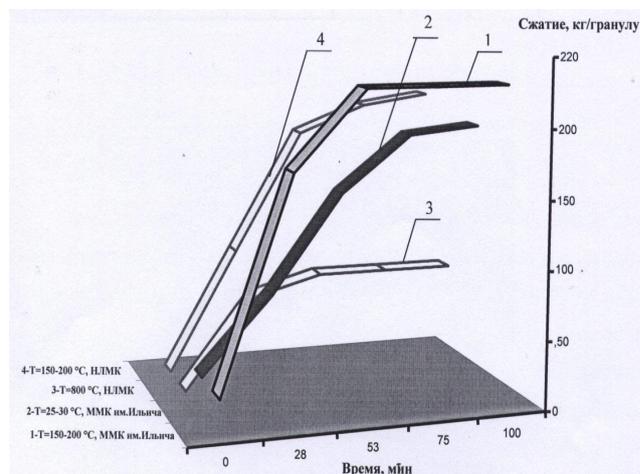


Рис. 2. Зависимость прочности гранул на раздавливание от температуры и продолжительности сушки: 1 – T=25°С; 2 – T=150°С; 3 – T=200°С; 4 – T=300°С.

Установка по извлечению Zn и Fe из отходов газоочисток металлургического производства позволяет обеспечить устойчивое развитие металлургической промышленности Украины на базе собственного импорт заменяющего техногенного сырья, снабжение линий горячего цинкования металлургических комбинатов собственным металлургическим цинком и снижение себестоимости товарной продукции металлургических заводов.

Выводы

Представленные материалы позволяют сделать следующие выводы:

Мировая экономика ориентируется на постоянный рост масштабов эксплуатации первичных природных ресурсов, что сопровождается всё более высокими темпами накопления промышленных отходов.

В настоящее время количество ПО на территории Украины достигло 35 млрд т.

Стратегическим направлением по оздоровлению экологической обстановки на территории Украины является разработка новых технологий, снижающих или исключаящих образование отходов, а также технологий утилизации накопленных отходов.

Особое значение приобрела проблема экономии энергоресурсов путём утилизации ПО коксохимического и металлургического производств.

Результаты испытаний разработанной автором технологии утилизации соединений, содержащих цинк и железо, из шламов и пылей крупнотоннажных отходов газоочисток металлургических заводов Украины свидетельствуют о научно-техническом, экономическом и социальном эффектах.

Литература

1. Управление опасными промышленными отходами. Современные проблемы и решения. / [Касимов А.М., ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., ТАШИНСКИЙ В.И. и др.], под ред. А.М. Касимова. – Х.: Изд. Дом. НТУ «ХПИ». 2009. – 500 с.
2. Коваленко А.М. Методология обращения с отходами: [монограф.] /
3. Коваленко А.М. – Харьков: Підручник НТУ-ХПІ, 20110 – 207 с.
4. Утилизация цинкосодержащих шламов газоочисток доменного и
5. сталеплавильного производств / Ф.М. Касимов, О.Е. Леонова, А.М. Коваленко [и др.] // Сотрудничество для решения проблемы отходов: III междунар. конф., 7-8 февраля 2006 г.: тезисы докл. – Х., 2006 – С.125-127
6. Декларацийний патент на корисну модель 15514, Україна, МПК (2006); C22B7/02; C22B5/10 (2006.01). Спосіб переробки відходів газоочищення металургійного виробництва [Касимов О.М., Коваленко О.М., Романовський О.О.] Заявлено 21.11.05; Опубл. 17.07.2006, офіц. бюл. «Промислова власність», 2006 - №7. – 6 С.

Показано доцільність утилізації твердих відходів електроерозійної обробки складнолегованих сплавів. Розглянуто види електроерозійної обробки, а також фізичні явища, що виникають при цьому виді обробки, та характеристики відходів – продуктів ерозії

Ключові слова: відходи, електроерозійна обробка, кольорові метали

Показана целесообразность утилизации твердых отходов электроэрозионной обработки сложнолегированных сплавов. Рассмотрены виды электроэрозионной обработки, а также физические явления, происходящие при данной обработке, и характеристики отходов – продуктов эрозии

Ключевые слова: отходы, электроэрозионная обработка, цветные металлы

The efficiency of solid waste of electrical discharge machining of complex alloys is shown. The types of electrical discharge machining are considered, as well as the physical phenomena occurring at a given processing and characteristics of the waste - products of erosion

Keywords: waste, electrical discharge machining, non-ferrous metals

В условиях нестабильной политической и экономической ситуации предприятия машиностроительного комплекса Украины развивались без должного учета экологических последствий на окружающую природную среду. Меры, принимаемые некоторыми предприятиями по защите биосферы от воздействия токсичных веществ, мало или недостаточно эффектив-

ны, вследствие чего экологическая обстановка в районах расположения этих предприятий остается крайне напряженной. Устаревшие технологические процессы, износ основного оборудования, отсутствие или несовершенство процессов утилизации влечет к образованию отходов. Как правило, промышленные комплексы являются градообразующими, что влечет за собой

УДК 628.544:504.064.4

ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

И.А. Мезенцева

Кандидат технических наук, доцент*

Контактный тел.: (057) 707-64-65, 066-361-85-24

E-mail: mezencevaia@mail.ru

В.В. Горбенко

Кандидат технических наук, доцент, профессор*

Контактный тел.: (057) 707-64-65

E-mail: gorbenko.kpi@mail.ru

И.Н. Любченко

Старший преподаватель*

Контактный тел.: (057) 707-64-65, 050-040-04-73

С.В. Котлярова

Старший преподаватель

*Кафедра охраны труда и окружающей среды
Национальный технический университет «Харьковский

политехнический институт»

ул. Фрунзе, 21, Харьков, Украина, 61002

Контактный тел.: (057) 707-64-65