

Анализ существующих технических решений и функционирующих комплексов в ближнем и дальнем зарубежье, свидетельствуют о том, что наиболее радикальным способом уничтожения отходов является сжигание их в специальных агрегатах.

Представленная в работе технология отличается оригинальностью решения проблемы: совмещением в контурах основного агрегата сжигания отходов, утилизации тепла, очистки от вредных примесей отходящих газов и получением продукта (известки), пригодного для строительной отрасли.

Технология позволяет применять известные многократно опробованные агрегаты, а также предусматривать изготовление и освоение без привлечения иностранного оборудования и специалистов.

Список литературы

1. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехиров Д.В. Технология отходов мегаполисов, технологические процессы в сервисе, МГУС, МИСиС, Москва, 2002. - 374 с.
2. Беньямовский Д.Н. Термические методы обезвреживания твердых бытовых отходов. -М.: Стройздат, 1979-192 с.
3. Пурин В.Р. Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики. - М.: Энергоатомздат, 2002. - 112 с.
4. Арсентьев В.А., Петров А.В., Белоглазов И.Н., Феоктистов А.Ю. Новая технология термического уничтожения твердых бытовых отходов; Черные металлы, июль-август, 2006.
5. Четвериков В.В., Гринченко Н.Н., Марцовой В.П. Методы подавления эмиссии вторичных токсичных соединений при термическом обезвреживании.
6. Патент РФ №2265773. Способ и устройство для сжигания твердых бытовых отходов/ В.А.Арсентьев, А.В.Петров. Бюллетень №34, 10.12.2005г.
Рукопись поступила в редакцию 20.02.12
УДК 669

В.В. ПЛОТНИКОВ, канд. техн. наук, доц., Т.П. ЯРОШ, канд. техн. наук, доц.,
О.В. МАРАСАНОВА, ассистент, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ПЕРСПЕКТИВИ УТИЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ У МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Встановлено ресурси, склад та властивості шламів промислових підприємств. Запропоновано рекомендації щодо їх утилізації в металургійному виробництві.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами. В останні роки в зв'язку з утворенням і накопиченням значної кількості промислових відходів і необхідністю вирішення екологічних проблем зростає значення комплексної їхньої утилізації. Наприклад, лише на металургійних підприємствах України в заскладованих залізовмісних шламах міститься більше 50 тис. т цинку, ресурси якого щорічно можуть збільшуватися на 13 тис. т при повному освоєнні потужностей металургійних агрегатів. Крім того, в червоних шламах міститься 8,8 тис. т цинку. При цьому загальні ресурси цинку складають близько 74 тис. т.

Переробка цинквмісних шламів в агловиробництві веде до підвищення вмісту цинку в агломераті, що у свою чергу призводить до збільшення припустимої кількості цинку, який надходить в доменну піч. Наявність цинку в шихтових матеріалах доменних печей є причиною зниження міцності коксу і залізорудної сировини, передчасного руйнування вогнетривкої кладки і розривів кожухів печей, різкого погіршення газодинаміки доменного процесу і збільшення витрати коксу. Вилучення з обороту цинквмісних шламів і скидання їх у шламонагромаджувачі погіршує екологічну обстановку в промислових регіонах України.

При виробництві глинозему на вітчизняних і закордонних підприємствах утворюється значна кількість червоних шламів. Так, при виробництві 1 т товарного алюмінію утворюється 1,3 т червоних шламів, що дотепер не знаходять широкого застосування. Тільки на Миколаївському глиноземному заводі (МГЗ) щорічний вихід цього продукту перевищує 1 млн. т. При цьому, більше 25 млн. т його накопичено в шламонагромаджувачах, що переповнені і становлять екологічну небезпеку. Аналогічна ситуація складається і на Дніпровському алюмінієвому заводі (ДАЗ). Значна частина сировини, що добувається, (до 90% і більше) найчастіше відправляється у відвали. При цьому створюються значні запаси відходів, так звані техногенні родовища. Комплексний підхід до переробки вторинної сировини дозволить витягати й використовувати цінні і дефіцитні для України кольорові метали й забезпечувати підвищення екологічної безпеки територіальних комплексів і відповідних технологій.

Аналіз досліджень і публікацій. Вивчення питання про стан переробки цинквмісних і червоних шламів показує, що незважаючи на наявні розрізнені технології і винаходи для їхньої утилізації, вони не знайшли широкого застосування в основних переділах чорної металургії, які утилізують відходи. На даному етапі розвитку науки і техніки не існує в достатньому ступені обґрунтованих методів крупнотонажної переробки червоних шламів. Запропоновано лише окремі технології по утилізації червоного шламу в різних галузях народного господарства. Багаторазово починалися спроби використовувати шлами у невеликих кількостях для виробництва пігментів, кераміки, кольорового скла, або як добавки в агломераційну шихту [1,2], але дотепер задовільних результатів отримано не було. Дослідження додавання червоних шламів в аглошихту показують, що введення їх до 2–5% можливо, але при цьому потрібно відпрацювання технології доменної плавки і, головне, не вирішується проблема повної їхньої утилізації. Розподіл підготовлених шламів по всіх аглофабриках України є нераціональним як з технологічних, так і з організаційних причин.

Аналіз способів переробки металургійних цинквмісних шламів також показує на велику їхню розмаїтість [3-5]. Найбільш розвинуті пірометалургійні способи, що забезпечують більш повну утилізацію відходів, високий ступінь витягання цинку, одержання якісного продукту для подальшої металургійної переробки. У той же час ці способи є досить енергоємними і супроводжуються виділенням великих кількостей газів, що ускладнює процес уловлювання пари цинку (продукту перегону) і забезпечення необхідного стану навколишнього середовища.

Організацію регенерації малотоннажної маси цинку важко здійснити через досить складні технології, які економічно доцільними можуть бути тільки при великому обсязі виробництва. Організація збору, підготовки і передачі шламів на інші підприємства для витягання цинку теж не організована.

Постановка задачі. Рішення проблеми повної утилізації цинквмісних шламів чорної металургії, а також червоних шламів алюмінієвої промисловості можливо тільки при комплексному підході до їхньої переробки з одночасним підвищенням екологічної безпеки в цих галузях промисловості. Це ставить питання про необхідність додаткових досліджень, спрямованих на вивчення фізико-хімічних і мінеральних властивостей названих відходів з визначенням їхньої металургійної цінності, а також поводження їх при окискуванні залізородних матеріалів і в піровідновлювальних металургійних процесах з витяганням цінних елементів.

Викладення матеріалу та результати. Встановлено ресурси цинку, що знаходиться в шламах підприємств чорної металургії і ВО «Хімволокно» (табл. 1), а також ресурси червоних шламів на Миколаївському і Дніпровському алюмінієвих заводах, що оцінюються в 34 млн. т. Слід відзначити деякі загальні ознаки техногенних родовищ: присутність у відходах елементів у складних з'єднаннях і тонкодисперсність їхніх зерен; невисокий вміст окремих елементів, хоча найчастіше вони мають більшу концентрацію, ніж у відповідних природних родовищах.

Хімічний (табл. 2) і гранулометричний склад, мінеральні і рентгеноструктурні властивості, а також змочуваність, вологоємність і розм'якшування шламів (рис. 1) вказують на істотні відмінності цих властивостей, через що вони будуть по різному впливати на технологію підготовки й окискування залізородних матеріалів [6]. Це вимагає в кожному конкретному випадку розробки оптимальної технології їхньої переробки.

Таблиця 1

Ресурси цинку на металургійних підприємствах України

Вид відходів	Поточне виробництво, т/рік	Заскладовано, т	Усього, т
Колошниковий пил	26	–	26
Доменний шлам	5596	825	6421
Мартенівський шлам	5862	28770	34632
Конвертерний шлам	1121	20160	21281
Шлам електросталеплавильного цеху (ЕСПЦ)	–	2400	2400
Пил ЕСПЦ	405	–	405
Шлам ВО "Хімволокно"	194	8598	8792
Разом	13204	60753	74178

Усереднений хімічний склад шламів, %									
Шлами	Fe _{заг.}	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Zn+Pb	Na ₂ O+K ₂ O	ППП*
Червоні	34,7	7,2	6,5	2,5	18,3	4,7	0,02	3,4	12,0
Металургійні	51,8	5,2	8,2	2,5	0,9	0,1	0,58	0,4	9,2
«Хімволокно»	2,5	2,3	13,4	2,4	0,5	-	17,8	-	18,9/26,8

Примітка: * у знаменнику - органічні речовини

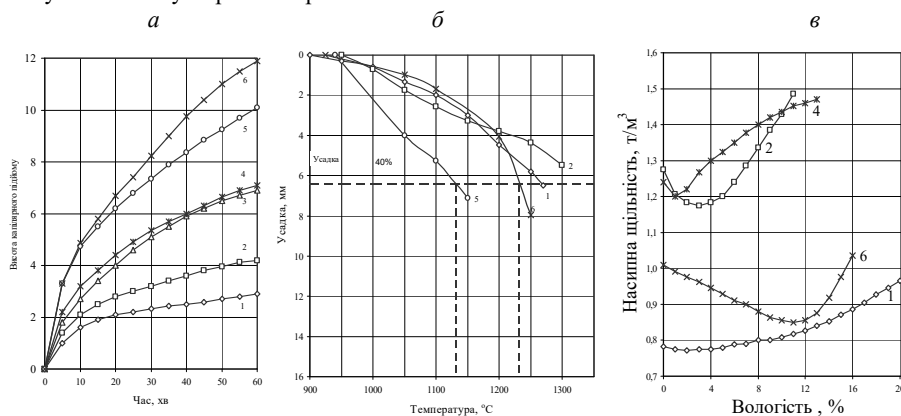


Рис. 1. Змочуваність (а), розм'якшення (б) і насипна щільність (в) шламів:
1 – червоний; 2 – мартенівський; 3 – ЕСПЦ; 4 – конвертерний без допалювання СО;
5 – те ж з допалюванням; 6 – доменний

Цинквмісні металургійні шлами, шлами ВО «Хімволокно» і червоні шлами дрібнодисперсні, мають розвинуту поверхню, через що вони є гідрофільними і вологоємними. Це вимагає розробки спеціальної технології їхнього зневоднювання, підготовки й утилізації в металургійних процесах. Червоні шлами містять 42–92% фракцій –0,05 мм. Їхня питома поверхня складає 17–22 м²/г. Металургійні шлами містять 42–67% цієї фракції з питомою поверхнею 0,238–1,028 м²/г.

Вибір способів переробки шламів вимагає встановлення поведження кольорових, легуючих й інших металів у пірометалургійних процесах, на підставі яких розробляються відповідні технології їхньої переробки. Основним напрямком крупнотонажної утилізації червоних шламів може бути агломераційне виробництво. Цинквмісні шлами доцільно переробляти з витяганням цинку і свинцю, а залізовмісний продукт повертати у відповідне виробництво чорних металів.

Для видалення кольорових металів з підготовленого цинквмісного пилу і шламів найбільш поширеними є пірометалургійні способи. Вони засновані на термообробці відходів у відновлювальній атмосфері з одержанням металізованого продукту й вловлюванням пилу, збагаченого кольоровими металами - продуктами перегону.

Фізико-хімічні характеристики відновлювального процесу визначаються термодинамічними параметрами рівноважних станів, а послідовність відновлення різних оксидів - при порівнянні парціальних тисків продуктів реакції або кисневих потенціалів оксидів.

Витягання цинку при відновленні пилів і шламів описується рівнянням (1):

$$\eta_{Zn} = \frac{1}{1 + x_{Zn} \left(\frac{1 - \eta_{Fe}}{\eta_{Fe}} \right) \left(1 - \frac{\eta_{Zn}^{газ}}{\eta_{Zn}} \right)}, \quad (1)$$

де η_{Zn} – сумарне витягання цинку в сплав і парову фазу; $\eta_{Zn}^{газ}$ – витягання цинку в парову фазу; x_{Zn} – концентраційна функція розподілу цинку в сплаві; η_{Fe} – сумарне витягання заліза в сплав.

Аналіз проведених раніше робіт з утилізації червоних шламів [1,2] показує, що основним напрямком їхньої утилізації може бути агломераційне виробництво чорної металургії.

Склад шихт і основні показники аглопроцесу приведені в табл. 3.

Показники агломерації різних шихт з червоного шламу МГЗ

Агломерат	Вертикальна швидкість спікання, мм/хв.	Питома продуктивність чаші, т/м ² ·год	Фракційний склад агломераційного спеку після 2-х кратного скидання з висоти 2 м, % (мм)				Вихід придатного (+10 мм) зі спеку, %
			+40	40-20	20-10	10-0	
1 (100% червоного шламу, основність 0,84)	24,1	0,85	20,2	24	27,8	28	72
2 (червоний шлам + окалина, основність 0,8)	26,3	1,06	23,7	25,1	26	25,2	74,8
3* (основність 1,3)	27,2	1,04	22	26,3	26,7	25	75
4* (основність 2,0)	26,5	0,93	20	27,4	27	25,6	74,4
5* (основність 2,6)	26,3	0,91	18,1	24,7	28,5	28,7	71,3
6 ** (основність 2,0)	25,2	0,89	19,2	24,2	27,5	29,1	70,9

Примітка: * Червоний шлам + вапняк + окалина (від 220,6 до 241,7 кг/т);

** Червоний шлам + вапняк + окалина (51,5 кг/т).

Шихти з червоним шламом спікаються з досить високою швидкістю, що вказує на можливість агломерації в шарі більше 400 мм і дозволяє додатково покращувати показники міцності спеку. Витрата коксового дріб'язку змінювалася від 80,6 до 106,4 кг/т агломерату, тобто не перевищувала відомі показники при спіканні бурозалізнякових руд. Через низьку насипну масу цих шихт продуктивність аглочащі складала 0,85-1,06 т/м²·год., що характерно для агломерації дрібнозернистих залізородних концентратів без додавання вапна. Виявлено прискорення і збільшення асиміляції вапняку в зоні спікання за рахунок утворення феритних сумішей.

Висновки. Може бути запропонована технологія крупнотонажної утилізації червоного шламу з одержанням алюмозалізного (19,3-21% Al₂O₃ і 34,1-44,7% Fe) агломерату з основністю 0,8-2,6 і вмістом 3,9-5,5% TiO₂. Здійснити технологію можливо на одній аглофабриці в складі 1-2 агломашин. Отриманий глиноземистий агломерат пропонується використовувати в доменній плавці за двома варіантами: для одержання сплаву (феросиліцію) і високоглиноземистого шлаку для виробництва спеціальних цементів, а також для підшихтовки до звичайної доменної шихти з метою внесення в неї оксидів заліза, титану, кальцію і глинозему. Високоглиноземистий агломерат з підвищеним вмістом оксидів титану пропонується використовувати для зміцнення футерівки горна доменної печі. Високоглиноземистий шлак з вмістом близько 40% глинозему може бути також використаний у глиноземному виробництві. В Україні є можливості для масштабного опробування і впровадження технології агломерації і доменної плавки на агломератах, отриманих з червоного шламу. Однак впровадження такої технології потребує ретельної підготовки шлаків, яка повинна включати зневоднювання та змішуванням шлаків з вапном. Підготовлена в такий спосіб шламовапняна суміш подібно феритним сумішам буде позитивно впливати на технологію агломерації і якість агломерату при спіканні шихт як з добавкою, так і на основі шлаків.

Технологія одержання агломерату з підвищеним використанням червоних шлаків і піровідновлювальних металургійних процесів з витяганням цинку і свинцю дозволить вирішити складну ресурсо-енергозберігаючу проблему утилізації цінних відходів виробництва і підвищити екологічну безпеку цих виробництв.

Список літератури

1. Хлапонин Н.С., Перистый М.М., Раджи О.И., Кузин А.В. Агломерация красного шлама /Металл и литье Украины. – 2001. – № 3–4. – С. 5–7.
2. Утков В.А., Пацей А.В., Шморгуненко Н.С. Переработка бокситовых красных шламов: Обзорная информация. Вып. 6. – М.: ЦНИИЦМЭИ, 1988. – 38 с.
3. Щукин Ю.П., Сединкин В.И., Полушкин М.Е., Нефедов С.Н. Выведение из оборота доменных шламов с высоким содержанием цинка//Сталь. – 1999. – № 11. – С. 13–17.
4. Клягин Г.С., Ростовский В.И., Кравченко А.В., Раджи О.И. Перспективы организации ресурсосберегающих малоотходных процессов в черной металлургии//Металл и литье Украины. – 2002. – № 7–8. – С. 64–67.

5. Ивянский В.А., Довлядов И.В., Михалевич А.Г. Пути повышения степени обесцинкования железорудных материалов в процессе их агломерации//Черная металлургия. – 1988. – № 2. – С. 13–14.

6. Иванов Н.И., Литвинов В.К., Шутикова В.Ф., Агапитов Е.Б. Высокотемпературные процессы переработки шламов металлургического производства//Бюл. НТИ: Черная металлургия. – 1989. – № 6. – С. 20–28.
Рукопис подано до редакції 31.03.12

УДК 622.7.012

ОЛІЙНИК Т.А., д-р техн. наук, проф., СКЛЯР Л.В., канд. техн. наук, доц.,
МІХЛЯЄВ Є.С., магістрант
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДАЛЕННЯ ФОСФОРУ ІЗ ЗАЛІЗОРУДНИХ КОНЦЕНТРАТІВ

Проведено аналіз основних методів видалення фосфору із залізорудних концентратів. У результаті аналізу проведених досліджень та синтезу отриманих наукових результатів, була розроблена технологія видалення фосфору з залізистих концентратів, яка дозволяє знизити вміст фосфору з 0,4% до 0,04%.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Металургійна цінність залізних руд і концентратів визначається вмістом в них корисного компонента (Fe), а також корисних (Mn, Ni, Cr, V, Ti), шкідливих (S, P, As, Zn, Pb, Cu, K, Na) і шламоутворюючих (Si, Ca, Mg, Al) домішок.

Фосфор є шкідливою домішкою в металі, оскільки, перебуваючи в ньому, він надає йому крихкість і сильно підвищує схильність до крихкого зламу. Фосфор також підвищує поріг хладоломкості, тобто температуру різкого падіння ударної в'язкості. Так як фосфор не може бути легко видалений з флюсу або плавки, тому максимально допустимий вміст фосфору в сталі обмежують досить низькою межею, яка з урахуванням вимог до металу і можливостей дефосфорації становить до 0,020-0,040 %.

Аналіз досліджень і публікацій. У наш час 98,5 % залізорудної продукції використовують для потреб чорної металургії, отож вимоги до якості мінерально-сировинної бази виходять із вимог до сталі, чавуну, а також з технологічних особливостей сталеплавильного виробництва. Існують кондиції на запаси руди в надрах, а також вимоги до видобутої і товарної руди.

Оскільки Україні та Східній Європі основним технологічним процесом є доменний, то вимоги до якості залізорудної продукції орієнтовані насамперед на нього. Слід відзначити, що вимоги до якості залізорудної продукції, що експортується в Західну Європу, вище, оскільки металургійні виробництва індустріально розвинених країн орієнтуються насамперед на безпосереднє відновлення заліза, минаючи доменний процес. Тому, основним завданням є забезпечення залізодобувної промисловості високоякісною мінеральною сировиною, придатною для якісної металургії. Це можливо за рахунок вдосконалення технології розробки діючих об'єктів [1].

Залежно від складу залізних руд розробляються технології їх збагачення і подальшої підготовки до металургійного переділу. Ми розглянемо особливості знефосфорення магнетитових та гематитових концентратів.

В основному застосовуються металургійні методи видалення фосфору з концентратів.

Для зменшення вмісту фосфору в залізорудних концентратах використовуються два методи прямого відновлення фосфору:

метод прямого відновлення фосфору шляхом його переведення в шлак . при цьому вміст фосфору знижується до 0,1%, а вилучення заліза становить лише 80,8 %;

метод прямого відновлення фосфору шляхом ддування кисню, повітря та вапняного пилу в конвертор для дефосфації руди. цей процес був пізніше вдосконалений підігрівом окису кальцію конвертерним газом. це дозволило використовувати руди з меншим вмістом заліза і вмістом фосфору від 3% і більше, такі як леопські руди з 2,5-3,5 % фосфору, і отримати високоякісну сталь.

До недоліків цих методів необхідно віднести їх неекономічність, великі втрати заліза (до 20%) та екологічні проблеми.