

УДК 504.062

**Процун О.О.** студент групи 183м-22-1 III спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища

**Науковий керівник:** Младецький І.К., д.т.н., професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

## **РОЗРОБКА НАПРЯМІВ УТИЛІЗАЦІЇ ЗОЛОШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ НА ПРИКЛАДІ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ТЕЦ**

Золошлакові відходи теплових електростанції є джерелом негативного впливу практично на всі компоненти навколишнього середовища [1-4]. При цьому, вони містять значну кількість корисних компонентів і можуть розглядатися як джерело додаткових сировинних ресурсів [5-7].

На Чернігівській ТЕЦ спалювання вугілля відбувається за температури 1300-1600 °С. При згорянні органічної частини вугілля утворюються леткі з'єднання у вигляді диму та пари, а негорюча мінеральна частина палива виділяється у вигляді твердих осередкових залишків, утворюючи пилоподібну масу (золу), а також шматкові шлаки. Кількість твердих залишків для кам'яного вугілля коливається від 15 до 40%. Кількість золи віднесення залежно від типу котлів, виду палива та режиму його спалювання може становити 70-85% від маси суміші, шлаку 10–20%. Золошлакова пульпа видаляється на золівдвал трубопроводами. Зола та шлак при гідротранспорті та на золошлаковідвалі взаємодіють з водою та вуглекислою повітря. В них відбуваються процеси, подібні з діагенезом і літіфікацією. Вони швидко піддаються вивітрюванню та осушенню і при швидкості вітру 3 м/с починають порохити. Колір золошлакових відходів темно-сірий, у розрізі шаруватий, що обумовлено чергуванням різнозернистих шарів, та осадженням білої піни, яка складається з алюмосилікатних порожнистих мікросфер. Загалом золи висококремністі, з досить високим вмістом алюмініатів.

Склоподібна речовина, продукт незавершених перетворень при горінні, становить істотну частину зол. Склоподібна речовина представлена різнокольоровим, переважно чорним склом із напівметалевим блиском, різноманітними кулястими склоподібними, перламутроподібними мікросферами (кульками) та їх агрегатами. Вони складають основну масу шлакової складової. За складом це оксиди алюмінію, калію, натрію та, менше, кальцію. До них же належать деякі продукти термообробки глинистих мінералів. Часто мікросфери бувають порожнистими всередині, і тоді утворюють пінисті утворення на поверхні золівдвалу та відстійних ставків.

Органічна речовина представлена незгорілими частинками палива (недопал). Змінена у топці органічна речовина суттєво відрізняється від вхідної, це кокс та напівкокс з дуже малою гігроскопічністю і виходом летких речовин. Кількість недопалу становить 15–25%.

Залізовмісний магнітний концентрат, що отримується з золошлакових відходів, складається на 70-95% з кулястих магнітних агрегатів та окалини. Інші мінерали (пірротин, лимоніт, гематит, піроксени, хлорит, епідот) присутні у кількості від одиничних зерен до 1-5% від ваги концентрату. Алюмосилікатні порожнисті мікросфери є дисперсним матеріалом, що складений порожнистими мікросферами розміром від 10 до 500 мкм. Насипна густина матеріалу 350–500 кг/м<sup>3</sup>, питома – 500–600 кг/м<sup>3</sup>.

Вивчення властивостей відходів виконується з метою визначення напрямків комплексного використання золи та отримання кондиційного товарного продукту.

Теоретичний та практичний досвід безвідходної технології переробки золи ТЕЦ дозволяє визначити основні положення концепції технології переробки.

1. Сумарний вихід продуктів переробки золи, що спрямовуються на споживання,

має бути близько 100% і не чинити негативного впливу на довкілля.

2. Технологія переробки золи має бути спрямована на отримання максимального прибутку.

Тож, для досягнення мети необхідні наступні дії як на вихідну золу, так і на її фазові складові:

- регулювання фазового складу зольних продуктів проводиться переважно сепараційними та фізико-хімічними методами впливу на систему, що утворюється;
- модифікація фазових складових золи має забезпечувати отримання продуктів із високими споживчими властивостями;
- вибір того чи іншого технологічного процесу повинен визначатися технічними умовами на продукцію.

Вихідний матеріал для досліджень являв собою золу, утворену після спалювання вугілля (рис. 1).

Необхідну кількість проб було відібрано з ділянок золошлакосховища Чернігівської ТЕЦ. Було пробито 11 шурфів глибиною до 800 мм із вилученням з кожного не менше 2 кг зразка золи. Також було відібрано 30 кг золи з глибини 4 м.



Рисунок 1 – Зола Чернігівської ТЕЦ

Гранулометричний склад досліджувався з використанням лабораторних сит. Після сушіння та руйнування грудок роздавлюванням матеріал був розсіяний на класи крупності сухим способом. Кількість класу крупністю понад 0,8 мм становила менше 0,1%, тому він не перероблявся і в розрахунках не враховувався. Результати гранулометричного аналізу виявили, що вихід тонкозернистого матеріалу менш 0,05 мм – 80,98%; вміст крупнозернистої складової (фракції +0,315 мм) – 0,44%. Вміст фракції - 0,315+0,2 мм – 0,48%, фракції - 0,2 +0,08 -5,95%, фракція -0,08 +0,05 становить 12,15%.

Зольні частинки оплавлені і мають переважно округлу та сферичну форму. Частки незгорілого вугілля чорні та нерівні.

Вміст заліза у вихідній золі 10,1% представлено в основному магнетитом, сплавленим з алюмосилікатами, і мають також округлу і сферичні форми. Ця фракція сильномагнітна і може бути виділена магнітною сепарацією. Мінерал магнетит у воді за наявності кисню повітря з часом окислюється до гематиту. В даному випадку цього не відбувається, оскільки магнетит покритий шаром алюмосилікатів в склоподібної форми, що оберігає його від окислення. Це є важливим фактором у разі застосування такої фракції золи як обтяжувач при важкосередній сепарації рядового вугілля.

Відповідно прийнято таку схему дослідження золи на збагачуваність:

1. Магнітна сепарація для видалення феромагнітних частинок.
2. Класифікація немагнітного продукту у гідроциклонах ГЦ 30 з ефективністю

щонайменше 95%.

### 3. Флотація піскового продукту.

Послідовність виконання полягала у тому, що матеріал крупністю  $-0,80+0,00$  мм був розведений водою до густини, необхідної для мокрої магнітної сепарації. Матеріал був підданий збагачення у дві стадії. В результаті магнітної сепарації отримано вихід магнітного продукту 6,91%. Вихід немагнітного продукту становив 89,98%. Металеві включення є геометричні сфери. У внаслідок проведеного мінералогічного аналізу вміст Fe заг складає 43,66%. Вміст загального заліза визначено на рентгенолюмінесцентному спектрофотометрі.

Немагнітний продукт після магнітної сепарації був спрямований на класифікацію по крупності у лабораторний гідроциклон. Класифікація проводилася у дві стадії гідроциклонування. Мета класифікації на гідроциклоні – максимально ефективно прибрати клас крупності – 0,05 мм оскільки наявність особливо тонкого матеріалу у пінній флотаційній камері негативно позначається на кінцевих показниках збагачення.

У гідроциклоні діаметром 30 мм (ГЦ30) при тиску у вхідному патрубку 0,2 МПа отримана ефективність класифікації золи 82% крупності 50 мкм, тому застосовували класифікацію у дві стадії, при цьому ефективність становила 96,4%. В результаті збагачення вихід піскової фракції склав 38,20%. вихід зливу (клас  $-0,05$  мм) 54,76% відповідно.

Флотацію здійснювали у флотаційній машині 240 ФО з об'ємом камери 1 л. На флотацію подавали пісковий продукт гідроциклону у вигляді суспензії із вмістом твердого 200 г/л. Як збирач використовували піролізний гас, піноутворювач – олія Т66, депресор – рідке скло.

В результаті дробової флотації отримано пінний продукт із зольністю 25,1%, Зольність камерного продукту у разі склала 91%.

Найбільш високозольний камерний продукт мав зольність 95%, при цьому зольність пінного продукту дорівнювала 33,7%. Зола із вмістом вуглецю менше 6% може застосовуватися при виробництві особливо відповідальних бетонних конструкцій.

## Перелік використаної літератури

1. Борисовська О.О., Павличенко А. В. Оцінка екологічної небезпеки золошлакових відходів теплоелектростанцій. Геотехнічна механіка. - 2017. - Вип. 134. - С. 36-46.
2. Кутовий, В.О. Золовідвали електростанцій як джерело забруднення довкілля / В.О. Кутовий, М.В. Коновальчик, Н.П. Канюк // Вісті Автомобільнодорожнього інституту, 2006. – № 1(2). – С. 90-94.
3. Gorova, A. The study of ecological state of waste disposal areas of energy and mining companies. / A. Gorova, A. Pavlychenko, O. Borysovs'ka // Mining of Mineral Deposits. Leiden, The Netherlands : CRC Press / Balkema, 2013. – P. 169–171.
4. Ковальчук, О.П. Моніторинг вмісту важких металів у ґрунтах територій, прилеглих до Добротвірської ТЕС / О.П. Ковальчук, В.В. Снітинський, Р.С. Шкумбатюк // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – Вип. 27.4. – С. 87-90
5. Гнеушев, В.О. Формування та розробка техногенних родовищ. Навч. посібник / В.О. Гнеушев – Рівне: Волинські обереги, 2013. – 152 с.
6. Прибилова В., Жемерова В., Решетов І. Особливості накопичення забруднювачів в зоні впливу Змієвської ТЕС // ВМ Прибилова, ВО Жемерова, ІК Решетов//Вісник Харківського національного університету ім. ВН Каразіна: Геологія-географія-екологія. – 2010. 882. С. – С. 62.
7. Кашковський В. І. Зольні та золошлакові відходи як багатофункціональна сировина / В. І. Кашковський, В. О. Євдокименко, Д. С. Каменських, Т. В. Ткаченко, В. В. Вахрін // Наука та інновації. - 2017. - Т. 13, № 4. - С. 53-63.