

СЕКЦІЯ XII. ГІРНИЦТВО ТА НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗОЛОШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Глуховеря Микола Романович

ORCID ID: 0000-0001-6099-0219

аспірант кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Україна

Науковий керівник: Младецький Ігор Костянтинович

ORCID ID: 0000-0002-6159-6819

д-р. техн. наук, професор,
професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Україна

У процесі спалювання вугільного палива на теплових електростанціях (ТЕС) утворюються золошлакові відходи. Рівень переробки цих відходів в Україні не перевищує 10% обсягу, який утворюється щороку. Основний напрямок використання цих відходів будівельна індустрія [1]. Дані відходи шкідливо впливають на навколишнє середовище і людину, займаються значні площі земель придатних для аграрної промисловості. Водночас золошлакові відходи є цінною полімінеральною сировиною. Так у золі винесення постійно присутні незгорілі частинки вугільного палива (механічний недопал). Вилучення цих частинок дозволить підвищити раціональність використання корисних копалин, знизити навантаження на вугледобувну промисловість країни, наприклад одержувані вугільні концентрати можна повторно спалювати на теплоелектростанціях або використовувати в інших галузях. Залежно від типу вугілля, що спалюється, та їх реакційних характеристик, параметрів топкового горіння коливання вмісту механічного недопалу в золі винесення ТЕС може становити від 5 до 25% протягом декількох годин. Відомо, що основний метод вилучення вугільних частинок це флотація. Отримані вугільні концентрати повинні мати зольність менше 25% для використання їх як паливо на ТЕС, мінеральна частина золи винесення повинна характеризуватись мінімальним вмістом вугільних частинок менше 5% для застосування даного продукту в будівельній індустрії. Аналіз існуючих публікацій у цьому напрямі показав, що технологічні схеми, що застосовуються а також поєднання збагачувальних апаратів не забезпечують необхідну якість кінцевих продуктів [2,3,4]. У зв'язку з цим розробка математичної моделі обчислення показників збагачення золошлакових відходів ТЕС флотаційним способом дозволить нам прогнозувати показники розділення.

Було відібрано пробу золи винесення на одному з місць зберігання відходів Чернігівської теплоелектроцентралі. Гранулометричний та мікроскопічний аналіз показав, що середня крупність частинок золи становить 50 мкм. Такий розмір частинок пояснюється тим, що чим менша крупність палива, що надходить у топку, тим ефективніше відбувається процес горіння. Еталонна крупність частинок

вугільного палива, що надходить у топку котла, повинна становити не менше 70% класу 90 мкм. Враховуючи таку тонкість подрібнення, ми використали диференціальну функцію Пуассона (1), щоб охарактеризувати розподіл частинок:

$$f(d) = \frac{1}{\bar{d}} \cdot \exp\left(-\frac{d}{\bar{d}}\right) \quad (1)$$

де: $\bar{d}$ – середня крупність подрібнення (параметр розподілу).

Відповідно до робіт [5,6] для того щоб розрахувати очікувані показники збагачення необхідні показники розкриття сировини та сепараційні характеристики при збагаченні. Наш цінний компонент є вкрапленим і його можна охарактеризувати середньою крупністю вкраплення $\bar{d}_{вк}$. Тоді щодо бідних і багатих зростків функція збагачуваності буде представлена чотирма складовими: відкриті рудні ($P_{PЗ}$) та нерудні ($P_{НЗ}$) зерна, багаті ($P_{РС}$) та бідні ($P_{НС}$) зростки. Згідно з отриманими формулами був проведений розрахунок розкриття золи винесення в результаті чого загальна кількість відкритих зерен вугілля дорівнює $P_{PЗ}=0.1172$, нерудних зерен $P_{НЗ}=0.2246$. Визначено значення розрахункової функції розподілу частинок по зольності. Отримані залежності дозволяють обчислювати показники розкриття вугільних частинок у золі винесення.

Нам відомі параметри розкриття сировини, тому ми розпочали розрахунок показників збагачення з використанням схеми флотації з рециклом з тією умовою, що сепараційні характеристики операцій нам відомі. Сепараційна характеристика показує нам з якою ймовірністю P витягується частинка в концентрат при заданому вмісті цінного компоненту. Відомо, що послідовне з'єднання збагачувальних апаратів посилює якісні показники, спробуємо оцінити ці показники для кількох операцій збагачення. Ми розглянули три схеми з двома, трьома та чотирма операціями збагачення. Зробили розрахунок сепараційних характеристик схем. При застосуванні схеми з чотирма операціями отримані кращі результати, які відповідають вимогам до вугільного концентрату. Зольність вугільного концентрату становила 21,7% при виході 21,6%. Схема із чотирма операціями сепарації представлена на рис 1. Сепараційна характеристика має такий вигляд:

$$P_{CЗ} = \frac{P_1 \cdot P_3 \cdot P_4}{1 - P_2 \cdot (1 - P_1) - P_1 \cdot (1 - P_3) - P_1 \cdot P_3 \cdot (1 - P_4)} \quad (2)$$

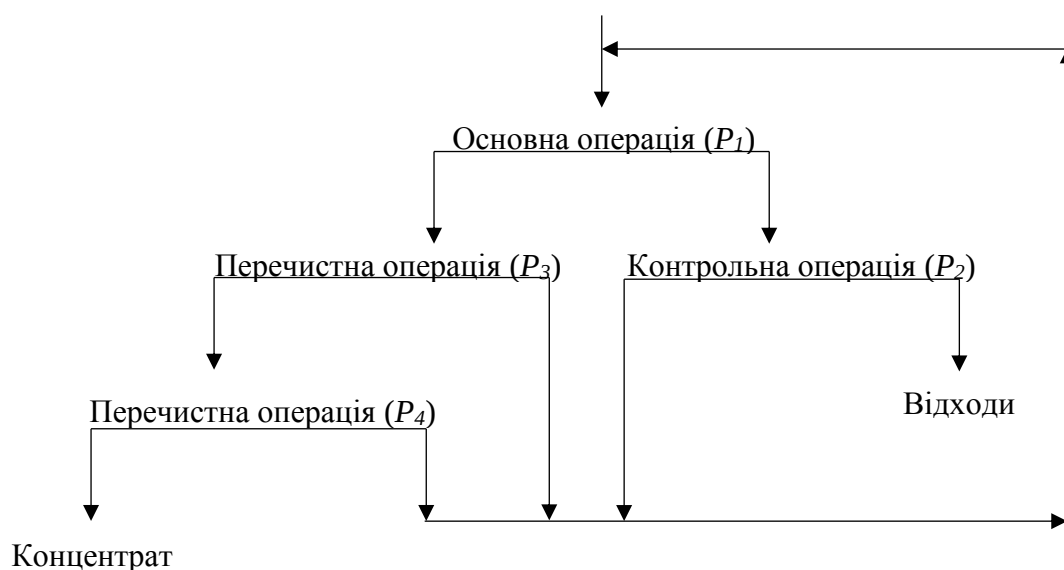


Рис. 1. Технологічна схема з чотирма операціями сепарації

Застосування однієї операції перечистки дозволяє отримати вугільний концентрат із зольністю до 27,9% при виході 25,5%, використовуючи дві операції перечистки можна підвищити якість вугільного концентрату до кондиційного значення зольності менше 25% при виході 21,6%.

Послідовне з'єднання збагачувальних апаратів суттєво впливає на якісно-кількісні показники сепарації. За умови, що відома сепараційна характеристика апарату та користуючись трьома величинами розкриття, можна прогнозувати показники збагачення золи винесення ТЕС.

Отримані аналітичні залежності, які дозволяють обчислювати показники розкриття та прогнозувати показники збагачення за умови, що показники подрібнення відомі.

Список використаних джерел:

1. «Використання золошлакових продуктів і гірничої породи в дорожньому будівництві. Європейський досвід і можливості для України». Офіційний сайт European Business Association [Електронний ресурс].
<https://eba.com.ua/en/eva-prezentuvala-doslidzhennya-shhodo-vykorystannya-zoloshlakiv-u-dorozhnomu-budivnytstvi/>
2. И.И. Мнушкин, Н.Н. Черныш (1987) Флотационное обогащение золы тепловых электростанций. *Обогащение полезных ископаемых*, 37, С. 50-54.
3. Zhang W., Honaker R. (2015). Studies on carbon flotation from fly ash. *Fuel processing technology*, (139), 236-241.
<https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2015.06.045>.
4. Ryabov Yu., Delitsyn L., Ezhova N. (2016). Flotation recovery of carbon from fly ash of coal-fired power plants using mix of kerosene with gasoil. *Obogashchenie Rud*, (5).
<https://doi.org/10.17580/or.2016.05.09>
5. Младецкий И.К., Ахметшина И.В. Принцип формирования сепарационного блока // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2014. – Вип. 56 (97). – С. 72-77.
<http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/151630>
6. Левченко К.А., Пилов П.И., Младецкий И.К. Методика аналитического расчета технологических показателей обогащения полезных ископаемых // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2014. – Вип. 57 (98). – С. 66-74.
<http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/151542>