

## СЕКЦІЯ «ГІРНИЧА ПРОМИСЛОВІСТЬ ТА ГЕОІНЖЕНЕРІЯ»

УДК 681.518.54

**Глухова М.Р., аспірант спеціальності 184 Гірництво****Науковий керівник: Младецький І.К., д.т.н., професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища***(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)***УТИЛІЗАЦІЯ ЗОЛОШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ ЗА РАХУНОК ВИЛУЧЕННЯ  
ВУГІЛЬНОГО КОНЦЕНТРАТУ МЕТОДОМ ФЛОТАЦІЇ**

Спалювання вугільного палива на теплоелектростанціях (ТЕС) призводить до утворення золошлакових відходів (ЗШВ). Проблема утилізації цих відходів є гострою, оскільки займаються значні площі сільськогосподарських угідь, не кажучи вже про згубний вплив на екологію довкілля. [1] Щороку в Україні утворюється до 7 млн т відходів теплової генерації. Загальний обсяг накопичених відходів ЗШВ станом на 2020 рік становить понад 360 млн т, а за найскромнішими підрахунками до 2035 року цей показник може становити понад 415 млн т. Рівень утилізації ЗШВ в Україні становить 8,3%, тоді як у країнах Європейського Союзу (ЄС) цей показник становить 43%, а в деяких випадках до 100%. Основний напрямок утилізації – це дорожньо-будівельна індустрія (сухі будівельні суміші, добавка до цементу, дорожнє покриття). Однією з вимог, що пред'являються будівельниками для використання ЗШВ є мінімальний вміст частинок вугілля (механічний недопал), який знижує характеристики міцності будівельних виробів.

На ТЕС застосовують пиловугільне спалювання, вугільний концентрат, що надходить зі збагачувальних фабрик, піддається подрібненню в кульових млинах до крупності менше 100 мкм. У процесі спалювання вугільного пилу утворюються відходи, які складаються з суміші – шлаки 10-20% та зола винесення до 85%. Крім перерахованих складових золошлакової суміші, присутні частки незгорілого вугілля в кількості до 25%. Вилучення вугільних частинок, що не згоріли, із золошлакових відходів вирішує кілька завдань: звільнення займаних відходами земельних площ, отримання якісного вугільного концентрату, а також підготовлені ЗШВ для використання в будівельній індустрії.

Найбільш прийнятним способом отримання вугільних частинок крупністю менше 100 мкм є флотація. Одним із першопрохідників у галузі переробки ЗШВ був Мнушкін І.І., який у 1987 році застосував метод флотації. Випробування проводились на флотаційній машині механічного типу, отримані вугільні концентрати характеризувалися зольністю лише на рівні 35%. Процес флотації здійснювався в присутності специфічних реагентів гасу та вспінювача Т-66 (Мнушкін та ін., 1987). Пізніше аналогічні випробування проводилися у роботі [2], отриманий вугільний концентрат вперше було названо вторинним. Вихід концентрату становить до 15% із зольністю до 66%, при цьому калорійність вугілля була на рівні 6500-6700 ккал. В роботі (Черепанов та Кардаш, 2009) автори порівнюють ефективність збагачення золи винесення на двох флотаційних машинах механічного та колонного типу. Кращі результати показала флотомашини колонного типу, на думку автора перевагою даної флотомашини є те, що утворюється велика кількість мікробульбашок, а також спостерігається нижче значення турбулентних потоків при перемішуванні пульпи. Ці фактори підвищують ймовірність контакту бульбашок повітря з частинками цінного компонента. Інтерес представляє флотаційна машина ежекторного типу, яка характеризується підвищеним ступенем аерації пульпи, мінімальною витратою флотаційних реагентів, конструкція флотомашини дозволяє регулювати крупність бульбашок. Порівняння двох флотаційних машин механічного та ежекторного типу

дозволить визначити яка з них буде більш ефективною для збагачення золошлакової сировини.

Механічна флотомашини вугільна (МФВ) складається з ємності для пульпи, імпелера та статора. Імпелер, що обертається на валу, захоплює лопатками пульпу і викидає її в статор, лопатки якого спрямовують пульпоповітряний потік, забезпечуючи рівномірне введення його у флотаційну камеру. Повітря у флотомашину засмоктується ежектуючою дією потоків пульпи, яка проходить під спеціальними отворами статора, ці отвори з'єднані з повітряним колектором та повітрязабірною трубкою. Частинки корисного компонента (попередньо оброблені флотореагентами) прикріплюються до бульбашок повітря, утворений комплекс бульбашка-частинка виноситься в пінний шар, де видаляється за допомогою піногону.

Ежекторна флотаційна машина (ЕФМ) відрізняється від МФВ простотою конструкції, вона складається з трьох частин ємності для пульпи, насоса та пристрою для аерації пульпи - аератор. Аератор є нерухомою деталлю флотомашини, складається з труби, всередині якої розташоване сопло, через яке проходить пульпа під тиском, що створюється насосом. Сам аератор встановлений вертикально, частина труби якого занурена в пульпу для створення гідроущільнення. Струмінь пульпи під тиском і з великою швидкістю виходить із сопла і б'ється об дзеркало пульпи всередині труби, що викликає витіснення пульпи з труби. За рахунок цього всередині труби створюється розрідження, через повітряний колектор встановлений відразу після сопла засмоктується повітря, яке дробиться струменем пульпи на дрібні бульбашки. Після закріплення частинок корисного мінералу на поверхні бульбашки цей комплекс спливає на поверхню пульпи утворюючи пінний шар, який видаляється лопатками піногону.

Для проведення випробувань було відібрано пробу матеріалу із золошлакових відвалів масою 5 кг. Ця проба була піддана класифікації на лабораторних ситах. Також кожен клас крупності був підданий прожарюванню в муфельній печі при температурі 815°C протягом 60 хв. Виявилось, що понад 80% матеріалу представлена крупністю менше 0,05 мм із середньою зольністю 80,9%, найбільша кількість не згорілих вугільних частинок сконцентрована в класі -0,2+0,05 мм із зольністю 67,0%. Методом кільця та конуса було сформовано дві проби масою 0,3 кг кожна, надалі ці проби були піддані флотації на двох флотомашини МФВ та ЕФМ. На флотаційній машині ежекторного типу отримано вугільний концентрат із зольністю на 8,9% менше, ніж на флотомашині МФВ. Також час флотації на ЕФМ менше, ніж на МФУ, на цілих 30 с.

Отримані результати говорять про перспективність застосування флотомашин ЕФМ для вилучення вугільного концентрату із ЗШО. Проведення додаткових досліджень допоможе визначити рівень впливу основних чинників процесу флотації на кінцеву зольність продуктів збагачення.

#### 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. Haijun Zhang, Ming Xu, Changqing Liu, Yi Ru, Guosheng Li, Yijun Cao A comparison of removal of unburned carbon from coal fly ash using a traditional flotation cell and a new flotation column. *Physicochemical problems of mineral processing*, 53(1), С. 628 - 643. <http://dx.doi.org/10.5277/ppmp170149>