

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Глуховері Миколи Романовича** на тему «Технологія збільшення вилучення паливної маси із золошлакових відходів вугільних теплоелектростанцій», яка представлена на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 18 – Виробництво та технології за спеціальністю 184 – «Гірництво»

### **Актуальність теми дисертації.**

При спалюванні вугілля на теплоелектростанціях утворюються золошлакові відходи. Переробка твердого палива пов'язана із значним виходом мінеральних відходів. Тривалий час вважалося, що мінеральні компоненти твердого палива є баластом під час його переробки, тому відходи прямували у відвали. Кожен рік кількість цих відходів продовжує накопичуватись. Ці відходи займають значні площі родючого ґрунту, також золошлакові відходи негативно впливають на екологію навколишнього середовища. Щорічно збільшується вартість транспортування золи та шлаків ТЕС у відвали, вартість будівництва золовідвалів та їх реконструкції. Переробка цих відходів в Україні не перевищує 10%, в той час як в країнах Європейського союзу цей показник становить 50% а в деяких випадках і 100%. Области використання відходів теплоелектростанцій: добавки в бетон, розчин, цемент, силікатні вироби, виробництво цегли, підземне та дорожнє будівництво. Існуючі технологічні рішення не забезпечують якість продуктів переробки золошлакових відходів. Розробка повноцінної схеми вилучення паливної маси з відходів дозволить отримувати цінні продукти такі як: вугільний концентрат, мінеральна частина золи та шлак.

Таким чином, обрана тема дисертаційної роботи є важливою та актуальною.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Обґрунтованість і достовірність наведених у дисертації наукових результатів забезпечується детальним аналізом інформаційних джерел за темою дисертаційного дослідження, чіткою постановкою мети і задач дисертації, коректністю прийнятих припущень та постановок математичних задач, а також застосуванням сучасних загальноновизнаних наукових підходів. Збіжність отриманих математичних моделей прогнозування показників збагачення

корелюються з отриманими результатами лабораторних та напівпромислових випробувань.

Отримані в дисертації висновки є об'єктивними, коректними та відповідають задачам досліджень.

**Новизна результатів дисертації полягає в наступному:**

– вперше визначено ступінь впливу факторів, таких як тиск пульпи  $P$  (МПа) у трубопроводі живлення, витрата реагенту-збирача  $q_{зб}$  (г/т), витрата піноутворювача  $q_n$  (г/т), час флотації  $t_f$  (с) на кінцеву зольність вугільного концентрату при використанні флотаційної машини ежекторного типу.

– вперше розроблено математичну модель, яка дозволяє прогнозувати показники флотації золи виносу та на підставі якої розроблена технологічна схема переробки золошлакових відходів;

– вперше розроблено математичну модель, яка дає змогу теоретично визначити оптимальну кількість реагенту-збирача, необхідного для флотаційного процесу.

*Наукове значення роботи* полягає у встановленні аналітичних залежностей для визначення показників розкриття вугільних включень у золошлакових відходах теплоелектростанцій що дозволяє визначити фракційний склад проби та знаючи сепараційні характеристики розділових блоків розрахувати показники збагачення, у визначенні закономірності зміни поверхні вугільних частинок та складанні аналітичних співвідношень за допомогою яких оцінюється вміст порожнеч (виступав та впадин) та їх відношення до об'єму частинки що у кінцевому підсумку дозволяє визначити кількість реагенту-збирача необхідного для вилучення паливної маси методом флотації.

Підтвердження практичного значення отриманих результатів є наступне:

*Практичне значення отриманих результатів* полягає в:

– отримано регресійну модель процесу флотації на ежекторній флотаційній машині, яка дозволяє прогнозувати кінцеві показники функції відгуку, в даному випадку зольність вугільного концентрату.

– отримано математичну модель яка дає змогу прогнозувати показники флотаційного збагачення золи виносу теплових електростанцій, яка заснована на визначенні показників розкриття вугільної фракції у золошлакових відходах за умови, що попередньо визначаються сепараційні характеристики з'єднань розділових апаратів, що включають кілька перечисток збагаченого продукту – пінного продукту.

– отримано математичну модель яка дозволяє розрахувати оптимальну кількість реагенту-збирача, який потрібний для ефективного вилучення вугільних

частинок методом флотації із золошлакових відходів вугільних теплоелектростанцій.

– розроблено технологічну схему, яка дозволяє отримати вугільний концентрат із зольністю 21,80% та виходом 25,75% при вилученні паливної маси 93,67%, зольність мінеральної частини золи склала 98,10% та виходом 71,14%, розроблена технологічна схема підтвердила свою ефективність під час проведення напівпромислових випробувань.

Очікуваний річний економічний ефект від впровадження наукових розробок автора становить 51,3 млн. грн.

Постановлені в дисертаційній роботі наукові завдання виконано у повному обсязі, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Глуховері М.Р. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 184 Гірництво.

За результатами перевірки дисертаційної роботи на плагіат, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Глуховері М.Р. є результатом самостійних досліджень і не містить елементів фальсифікації, фабрикації, плагіату та запозичень.

### **Мова та стиль викладання результатів.**

Дисертаційна робота написана українською мовою. Викладення матеріалів відзначається логічною послідовністю, стиль написання є науковим з урахуванням міжнародної та вітчизняної термінології.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури із 135 найменувань, 5-ти додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 160 сторінок, у тому числі 49 рисунків, 34 таблиць.

*Перший розділ* містить аналіз вітчизняних та світових тенденцій пов'язаних з переробкою золошлакових відходів. Автор дослідив кількість накопичених відходів вугільних теплоелектростанцій в Україні, класифікував їх за можливістю переробки. Автором виділено основні напрямки використання продуктів переробки цих відходів. Автор порівняв відомі технологічні схеми, та можливості основних методів переробки корисних пропалин. Сформулював мету, ідею, методи та основні задачі дослідження.

*У другому розділі* досліджено збагачувальні характеристики золошлакових відходів, обґрунтовано технологічні параметри процесу збагачення золошлакової сировини на ежекторній флотаційній машині,

отримано регресійну модель процесу флотації яка дозволяє прогнозувати кінцеву функції відгуку (зольність вилученої паливної маси) в залежності від зміни факторів впливу. Розроблено методику прогнозування показників збагачення золошлакової сировини яка заснована на визначенні показників розкриття вугільних частинок у золошлаковій сировині та на сепараційних характеристиках розділового апарату та його з'єднань.

У *третьому розділі* проведено термодинамічний аналіз можливості закріплення частинки цінного мінералу на поверхні бульбашки повітря, досліджено вплив методу аерації пульпи в флотаційній машині на гранулометричний склад бульбашок повітря в флотаційній камері та витрату реагенту-збирача. Визначено ймовірність зустрічі та закріплення вугільної частинки на поверхні бульбашки повітря та розроблено алгоритм розрахунку оптимального співвідношення повітряної та твердої фаз при флотації золи винесення. Вперше розроблено математичну модель розрахунку оптимального дозування реагенту-збирача необхідного для ефективного вилучення паливної маси із золошлакових відходів.

*Четвертий розділ* присвячений розробці технологічної схеми на підставі отриманих експериментальних даних, яка дозволяє ефективно вилучати паливну масу, при переробці утворюються наступні продукти: вугільний концентрат з зольністю 21,80%, мінеральна частина золи з зольністю 98,10% та шлак. Вугільний концентрат може бути використаний як вторинне паливо для ТЕС, як сировина для виробництва твердих паливних брикетів для населення, мінеральна частина золи знайде своє використання в дорожньо-будівельній індустрії, шлак в якості абразивного матеріалу. Розраховано якісно-кількісну та водно-шламову схему. Зроблено оцінку економічної ефективності технологічної схеми. Собівартість переробки золошлакових відходів складає 1004,2 грн/т, термін окупності інвестицій складає до 3 років.

У заключних висновках викладено квінтесенцію отриманих результатів наукового пошуку та рекомендації для їх практичного використання в практиці переробки техногенних родовищ золошлакових відходів вугільних теплоелектростанцій.

Таким чином, дисертація є завершеною науково-дослідницькою роботою, в якій на підставі вперше отриманих математичних моделей прогнозування показників збагачення золошлакової сировини та визначення оптимального дозування реагенту-збирача, обґрунтовано раціональні рішення щодо підвищення вилучення паливної маси та переробки золошлакових відходів в цілому.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог МОН України від 12 січня 2017 року №40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації»

## **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Основний зміст результатів дисертаційної роботи висвітлені в 8 наукових публікаціях, серед яких: 1 стаття у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 5 наукових фахових конференціях.

## **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи**

1. В розділі 2 в якості об'єкта дослідження вибрано Чернігівську ТЕЦ місце відбору проб карта 1В, так як Чернігівська ТЕЦ спроектована під спалювання вугілля марки А-антрацит і Т-хуже, то доцільно було б порівняти збагачувальні характеристики золошлакових відходів після спалювання цих марок вугілля окремо, без усереднення.

2. В розділі 2 зазначається, що для прогнозування показників збагачення потрібно скористатися трьома величинами розкриття: початкова зольність вугільної фракції ( $A_{II}^d$ ), кількість вугільних зерен ( $P_{P3}$ ), кількість породних зерен ( $P_{H3}$ ), за умови, що сепараційні характеристики збагачувальних апаратів попередньо експериментально визначаються. Необхідно також враховувати кількість бідних та багатих зростків, так як їх вилучення в пінний чи камерний продукт може вплинути на якісні показники збагачення.

3. Параграф «3.2 Дослідження гранулометричного складу бульбашок повітря у флотаційній камері флотомашин ЕФМ та МФВ. Вплив методу аерації на витрату флотаційних реагентів» за змістом більш відповідає Розділу 2.

4. Стор. 112. У схемі флотаційного вилучення вугілля з золи винесення надати легенду до схеми, щоб розуміти, що означають ці цифри.

5. Стор. 123. Рисунки 3.5-3.6 доцільно надати підписані осі, щоб спостерігати розподіл по крупності бульбашок повітря в камері флотомашини.

6. Розроблена математична модель для розрахунку оптимального дозування реагенту-збирача була випробувана тільки для одного флотаційного реагенту, слід випробувати дану математичну модель і для інших реагентів-збирачів котрі також селективно закріплюються на поверхні вугільних частинок.

7. В розрахунку оптимального дозування реагенту-збирача варто врахувати в'язкість реагенту так як від неї залежить повнота заповнення порожнеч на поверхні вугільних частинок.

8. При виборі обладнання доцільно надати альтернативні варіанти флотаційних машин, насосів, які виробляються в інших країнах світу.

Проте, зазначені зауваження не є визначальними, не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів і не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи. Результати роботи є новими та оригінальними.

### **Загальний висновок про дисертаційну роботу**

Вважаю, що дисертаційна робота Глуховері Миколи Романовича на тему «Технологія збільшення вилучення паливної маси із золошлакових відходів вугільних теплоелектростанцій» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням. Отримані в дисертаційній роботі результати є новими та належать безпосередньо автору, а результати досліджень інших авторів наведені з відповідними посиланнями на них.

Дисертаційна робота за практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи пр. присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44.

Здобувач Глуховеря Микола Романович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 18 – Виробництво та технології за спеціальністю 184 «Гірництво».

Офіційний опонент

Кандидат технічних наук, доцент кафедри

«Збагачення корисних копалин і хімії»

Криворізького національного університету

Людмила СКЛЯР