

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, головного наукового співробітника Відокремленого підрозділу «Укрндівуглезбагачення», Державного підприємства «НТЦ «Вуглеінновація» Міненерго України
Полуляха Олександра Даниловича на дисертаційну роботу

Шевченка Олександра Івановича

«Розвиток наукових основ процесу віброударного зневоднення техногенної сировини гранулометричного складу, який змінюється», яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнича механіка»

1.Актуальність проблеми і її зв'язок з державними і галузевими програмами

Відходи видобутку і переробки корисних копалин, що зберігаються в накопичувачах (хвостосховищах) надають, з одного боку, значне екологічне навантаження на навколишнє середовище, з іншого, є потенційними джерелами чорних, кольорових, благородних, рідкісних металів, неметалевих і енергетичної сировини. Тому сховища продуктів переробки необхідно розглядати не тільки як місце для складування, але й як техногенні родовища, бо в них накопичена значна кількість цінних компонентів корисних копалин. З чого слідує, що видобуток техногенних покладів є перспективним способом отримання додаткових обсягів корисних копалин, а також вивільненням місця для складування нових продуктів переробки мінеральної сировини, тобто є інструментом забезпечення надійності функціонування гірничо-збагачувальних комбінатів. Це в свою чергу дозволить скоротити обсяги складованих відходів збагачення, збільшити запаси мінерально-сировинного комплексу за рахунок залучення в розробку техногенних родовищ. Перспективи їх промислового освоєння можуть бути пов'язані тільки зі створенням ефективних технологій переробки та зневоднення. Проте, дослідження по встановленню закономірностей руху рідини між частинками в шарі сировини і через поверхню, що просіває, з урахуванням їх випадкової природи при віброударному збудженні, яке забезпечує інтенсивне переміщення рідини і частинок щодо один одного, їх комплексний облік і взаємний вплив, проводились недостатньо. Недостатньо вивчено як впливають режими віброударної дії на сировину з урахуванням наявності в ній вологи. Усе це зменшує достовірність аналізу і прогнозу процесу зневоднення техногенної сировини

Аналіз відомих методів розрахунків процесу видалення води показує, що підвищення показників зневоднення можливе за рахунок вибору і розрахунку його раціональних режимних, технологічних і конструктивних параметрів.

Обґрунтовано що, розвиток наукових основ процесу віброударного зневоднення техногенної сировини з урахуванням закономірностей переміщення рідини і частинок крізь шар сировини і через поверхню, що просіває, з урахуванням їх випадкової природи в залежності від гранулометричного складу сировини, який змінюється, щільності частинок і

рідини, параметрів віброударного впливу для створення нових способів зневоднення та розділення, методик розрахунку і рекомендації по вибору раціональних режимів є **актуальною науковою проблемою**, яка має важливе значення для підвищення ефективності, розробки та створення техніки і технологій переробки техногенної сировини.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана в рамках державних бюджетних тем Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України: № III-32-07 «Науково-технічні основи розрахунку параметрів процесів і машин, що забезпечують надійність, екологічну безпеку і ресурсозбереження технологій видобутку, транспортування і переробки мінеральної сировини», де автор виконував окремі розділи; № III-55-10 «Розробка наукових основ нових ресурсозберігаючих технологій функціонування та моніторингу нестійких геотехнологічних систем», в розділі «Розвиток наукових основ нових ресурсозберігаючих технологій функціонування динамічно нестійких систем взаємодіючих середовищ в капілярно-пористій гірській масі в умовах дії зовнішніх силових полів», де автор виконував окремі розділи; № III-56-10 «Підвищення ефективності зневоднення і поділу сипучої гірської маси при різних силових впливах на основі виявлення закономірностей механізмів процесу», де автор був виконавцем і відповідальним виконавцем; III-63-12 «Обґрунтування геотехнологічних систем розробки, схем розкриття горизонтів, технологічних процесів і їх параметрів при доопрацюванні глибоких кар'єрів», де автор виконував окремі розділи; III-68-16 «Розробка наукових основ формування промислово-господарських комплексів на порушених і техногенних геологічних середовищах, утворених при видобутку та переробки корисних копалин», де автор виконував окремі розділи; III-75-20 «Наукове обґрунтування розвитку безвідходних технологій видобування корисних копалин відкритим способом зі зменшенням їх шкідливого впливу на навколишнє середовище», де автор виконував окремі розділи.

3. Наукова новизна, ступінь обґрунтованості і вірогідності отриманих результатів

Наукова новизна отриманих результатів

У результаті виконання комплексу теоретичних та практичних досліджень щодо визначення параметрів, які впливають на ефективність зневоднення і розділення за крупністю техногенної сировини, автором вперше:

- встановлено закономірності переміщення рідини і частинок крізь шар сировини і через поверхню, що просіває, з урахуванням їх випадкової природи в залежності від гранулометричного складу сировини, який змінюється, щільності частинок і рідини, параметрів віброударного впливу, режимних та технологічних параметрів;

- обґрунтовано ефективність ударного впливу на поверхню, що просіває, на етапі, коли сировина не контактує з нею;

- у розвиток теорії віброударного зневоднення отримано закономірності переходу рідини крізь шар сировини від виконання геометричної і енергетичної умов;

- описано вплив дезінтегруючих елементів на переходи рідини через шар сировини і чарунки поверхні, яка просіває;

- у розвиток теорії віброударного зневоднення отримано залежності ймовірності проходження рідини через чарунки від імовірності залишитися на поверхні, що просіває, і кількості взаємодій сировини з нею;

- розроблено математичну модель кінетики зневоднення та розділення за крупністю при віброударному впливі, яка комплексно враховує початковий розподіл часток і рідини по висоті шару сировини, сегрегацію, просіювання, особливості вібротранспортування (швидкість, кратність і кількість падінь за період вібротранспортування) і зміну висоти шару.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових результатів.

Отримані автором довідки про впровадження результатів досліджень підтверджують обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації.

4.Значення роботи для науки і практики

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей переміщення рідини і частинок крізь шар сировини і через поверхню, що просіває, з урахуванням їх випадкової природи в залежності від гранулометричного складу сировини, який змінюється, щільності частинок і рідини, параметрів віброударного впливу для інтенсивного зневоднення та розділення, і розвитку на цій базі наукових основ віброударного зневоднення і розділення за крупністю техногенної сировини при її переробці.

Практичне значення одержаних результатів:

Розроблено та впроваджено:

- «Методику розрахунку технологічних параметрів, що забезпечують очищення поверхні, що просіває, при тонкому грохоченні техногенної сировини»,

- «Методику розрахунку параметрів грохоту з ударним збудженням поверхні, що просіває, для класифікації та зниження вологи в тонких класах»,

- «Методику визначення ефективності зневоднення при віброударному грохоченні в технологіях збагачення техногенних родовищ»,

- «Методику розрахунку технологічних показників грохочення і зневоднення при переробці вологої техногенної сировини»,

- «Методику математичного моделювання зневоднення вологої техногенної сировини при віброударному грохоченні»,

- «Методику математичного моделювання кінетики грохочення і зневоднення при переробці тонкозернистої вологої сировини»,

- «Методику обґрунтування і розрахунку режимних та конструктивних параметрів віброударного грохоту і технологічних показників процесу поділу за крупністю и зневоднення при переробці техногенної сировини»
- «Рекомендації по вибору раціональних режимів процесу класифікації і зневоднення для високоефективної переробки пісків».

Результати дисертаційної роботи впроваджено в: ПАТ «Новопавлівський гранітний кар'єр» (акти впровадження наукових результатів від 07.06.2017, 19.06.2017, 08.08.2017 р.), ТОВ «Об'єднання Новомиколаївський кар'єр» (акти впровадження наукових результатів від 10.07.2017, 14.07.2017 р.), в ПрАТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Вільногірський гірничо-металургійний комбінат» (акти впровадження наукових результатів від 03.07.2017, 17.08.2017 р.) , ТОВ «Мотронівський гірничо-збагачувальний комбінат» (акти впровадження наукових результатів від 29.06.2017, 24.08.2017 р.), Філії ЦЗФ «Павлоградська» ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» (акти впровадження наукових результатів від 26.06.2017, 14.08.2017 р.), ТОВ «Любимовський кар'єр» (акти впровадження наукових результатів від 12.06.2017, 22.06.2017, 06.07.2017, 11.07.2017, 22.08.2017, 14.07.2020 р., акт промислових випробувань від 27.05.2020 р.), ТОВ «Южгіпроруда» (акт про використання наукових розробок від 07.02.2019 р.), ДВНЗ «Національний гірничий університет» » (акти впровадження наукових результатів від 01.11.2017, 07.11.2017, 14.11.2017, 23.11.2017 р.), Дніпропетровському національному університеті імені О. Гончара » (акти впровадження наукових результатів від 11.12.2017, 20.12.2017 р.).

Очікуваний економічний ефект від впровадження розробок в умовах Любимовського гранітного кар'єру становить 969544 грн.

5. Аналіз змісту дисертації

Оцінюючи наукові результати, слід відмітити наступне.

В 1 розділі виконано аналіз запасів техногенних відходів і проблеми їх переробки, а також стану теорії і практики зневоднення і розділення за крупністю мінеральної сировини. Відмічено, що дія вологості в основному визначається наявністю капілярної вологи. Зі зменшенням крупності частинок збільшується енергія зв'язку рідини з поверхнею твердого, тобто опір протіканню води у поровому просторі. Чим більше ця енергія, тим важче рідину відокремити. Для подолання сил поверхневого натягу і підвищення ефективності зневоднення і розділення за крупністю запропоновано віброударний вплив безпосередньо по поверхні, що просіває, або через проміжний елемент. Для визначення раціональних параметрів процесу зневоднення необхідний облік впливу капілярних сил, щоб описати рух рідини через шар сировини і чарунки поверхні, що просіває. Нинішній стан теорії не враховує ряд важливих особливостей процесу зневоднення, а також взаємний вплив зневоднення та розділення за крупністю. Це знижує точність аналізу і прогнозу процесу, стримує подальше вдосконалення процесу віброударного зневоднення і розділення за крупністю.

В 2 розділі обґрунтовані обґрунтовано вибір розміру чарунки поверхні, що просіває, з точки зору отримання необхідного товарного продукту і можливості проходження через неї води. Для цього вивчено властивості і обґрунтовано мінімальну граничну крупність розділення для максимального вилучення корисного компоненту з техногенних відходів з необхідною якістю. В результаті чисельного рішення рівнянь, що описують рівновагу стовпа рідини, яка утримується капілярними силами в чарунці поверхні, що просіває, проаналізовано вплив геометрії чарунки і змочуваності матеріалу поверхні на кількість утримуваної рідини. Виконано експериментальні дослідження та математичний опис закономірностей зміни кількості води, що залишилася на поверхні, що просіває, від амплітуди і частоти віброзбудження.

В 3 розділі для визначення параметрів віброударного впливу розроблено і обґрунтовано математичну модель віброударного грохоту з «подвійними ударами». На математичній моделі віброударного грохоту виконано чисельні експерименти і встановлено область стійких режимів, при яких здійснюються «подвійні удари», та конструктивні і режимні параметри грохоту: маси короба, поверхні, що просіває, і ударників, вертикального переміщення, жорсткості пружних елементів, амплітуди сили, частоти, часу, швидкості після і до удару, кількості ударів. Це дозволило розрахувати і створити модель віброударного грохоту.

Досліджено кінетику зневоднення при віброударному впливі. Для узагальнення експериментальних результатів на основі методу найменших квадратів отримано регресійні рівняння, які описують зміни в часі вологості продукту, що знаходиться на поверхні, яка просіває, в залежності від питомого навантаження.

На подолання частинками сил, що діють з боку рідини, впливають такі чинники: геометричні параметри частки, її щільність, поверхневий натяг, щільність і в'язкість рідини; кут змочування; амплітуда і частота віброзбудження. З урахуванням цього виконано математичний опис проходження рідини крізь шар техногенної сировини при віброударному впливі для різних матеріалів.

Визначено питомі енергетична витрати, необхідні для видалення рідини, що знаходиться в капілярно-стикувальних містках між частинками. Встановлено геометричну і енергетичну умови для переходу рідини вниз крізь шар сировини і поверхню, що просіває.

Виконано експериментальну перевірку математичної моделі зневоднення при віброударному впливі, встановлено адекватність теорії і експериментів.

За результатами досліджень вперше науково обґрунтована залежність переміщення рідини і частинок крізь шар сировини і через поверхню, що просіває, з урахуванням їх випадкової природи в залежності від гранулометричного складу, який змінюється, сировини, щільності частинок і рідини, параметрів віброударного впливу.

В 4 розділі розроблено математичну модель кінетики зневоднення та розділення за крупністю при віброударному впливі комплексно враховує початкові розподіли часток і рідини по висоті шару сировини, сегрегацію,

просіювання, особливості вібротранспортування (швидкість, кратність і кількість падінь за період вібротранспортування) і зміну висоти шару. Новизна моделі полягає в обліку взаємного впливу зневоднення та розділення за крупністю.

За результатами чисельних експериментів побудовано залежність вологості від відношення ймовірностей переходу рідини в мінусовий продукт (під поверхнею, що просіває) і дрібних частинок.

Шляхом чисельних експериментів визначено технологічні і режимні параметри процесу зневоднення і розділення за крупністю. На моделі грохоту експериментальним шляхом вивчено особливості зневоднення і поділу техногенної сировини вузьких і широких спектрів крупності з використанням віброударного впливу. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що використання віброударного впливу на поверхню, що просіває, дозволяє збільшити видалення класу $-0,1$ мм під поверхню, що просіває, (мінусовий продукт) до 75-80%, а вологість матеріалу на поверхні, що просіває, (плюсовий продукт) знижувати до 6-8%.

Автором вивчено вплив на показники зневоднення і розділення за крупністю технологічних, режимних та конструктивних параметрів й встановлено залежності, які описують ці процеси, що дозволило розробити схеми для зневоднення і розділення за крупністю сировини різної крупності і з різними властивостями: гранітних відсівів і вугільних шлаків.

Це дозволило обґрунтувати раціональні конструктивні і режимні параметри, при яких досягаються необхідні технологічні показники зневоднення і розділення за крупністю.

П'ятий розділ присвячено практичним результатам досліджень.

На основі створених математичних моделей розроблено алгоритми розрахунку цих процесів, приклади та методики розрахунків процесів проходження рідини через поверхню, що просіває, зневоднення крізь шар сировини, методика кінетики поділу за крупністю і зневоднення при віброударному впливі та загальна методика обґрунтування и розрахунку режимних та конструктивних параметрів віброударного грохоту і технологічних показників процесу поділу за крупністю и зневоднення при переробці техногенної сировини.

Обґрунтовано перспективи практичного використання віброударного грохоту і розробка рекомендації по вибору раціональних режимів процесу зневоднення і розділення за крупністю для високоефективної переробки пісків

Додатки містять копії документів, які підтверджують актуальність проблеми, апробацію результатів досліджень, використання розроблених методик і рекомендацій та їх впровадження в умовах ПАТ «Новопавлівський гранітний кар'єр», ТОВ «Об'єднання Новомиколаївський кар'єр», ПрАТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» філія «Вільногірський гірничо-металургійний комбінат», ТОВ «Мотронівський гірничо-збагачувальний комбінат», Філії ЦЗФ «Павлоградська» ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», ТОВ «Любимовський кар'єр», ТОВ «Южгіпроруда», ДВНЗ «Національний гірничий

університет», Дніпропетровському національному університеті імені О. Гончара.

6. Зауваження по роботі

По змісту дисертаційної роботи маються наступні зауваження.

1. Не зрозуміло, на якій підставі обрано застосування віброударної дії при зневодненні на вібраційних грохотах, а не фільтруючих центрифугах, вакуум-фільтрах та фільтр-пресах, які також мають перфоровані поверхні і застосовуються саме для зневоднення тонко дисперсних шламів як поточного, так і техногенного походження.

2. В наукових положення 3 і 4 треба словосполучення «поверхня, яка просіває», замінити на словосполучення «поверхня, яка зневоднює», бо в даній дисертації йдеться про зневоднення, а не про грохотіння на поверхні, яка має чарунки. Це треба зробити і в наукових результатах в 3, 4, 5 та 7, а також по тексту дисертації та автореферату.

3. Автор вільно трактує процеси зневоднення та просіювання на чарунках розмірами 0,63; 0,1; 0,05 мм на вібраційних грохотах. З практики відомо, що для збільшення ефективності зневоднення треба на грохоті подавати вихідний матеріал з мінімальною кількістю води, але для збільшення ефективності просіювання треба навпаки добавляти воду на просіючу поверхню грохота, застосовуючи принцип репульпації. На такому принципі працюють грохоти типу «Деррік» та інші, які застосовуються для класифікації тонкодисперсних шламів.

4. Не зрозуміло, чому автор вважає, що при зневодненні шламового продукту наявність грудок зменшує ефективність зневоднення. Відомо, що збільшення ефективності зневоднення здійснюється навпаки застосуванням ущільнення продукту, який зневоднюється, з утворенням грудок. Руйнування грудок треба здійснювати при класифікації шламового продукту.

5. Із законів гідравліки відомо, що найбільші коефіцієнти витікання рідини крізь отвори мають місце при нерухомих поверхнях. На рухомих, за рахунок збільшення швидкості підходу, зменшується ефективна площа отвору й за рахунок цього кількість рідини, що проходить крізь поверхню також зменшується. Тому для збереження значення найбільшого коефіцієнту витікання треба певним чином підбирати амплітуду і частоту коливань, але автор дисертації на це не звернув увагу.

6. Не обґрунтовано застосування вірогідності вилучення рідини у продукт під поверхнею, яка просіває. Якщо розглядаються краплини, це треба вказати. Якщо потік, то треба застосовувати закони фільтрації (через шар зернистого матеріалу) і гідравліки (через отвори поверхні).

7. Третє наукове положення згідно формули (4.32) треба виписати наступним чином «Вологість сипучої техногенної сировини знаходиться в поліноміальній залежності четвертого ступеня від відносин кількості рідини до кількості дрібних частинок крупності менше $d...$ ».

8. Розміщення списку використаних джерел після кожного розділу є недоцільним, бо вони повторюються у різних розділах, що збільшує обсяг дисертації.

Зазначені зауваження та недоліки не знижують позитивну оцінку роботи, не впливають на ступінь наукової новизни та практичної значимості отриманих в дисертаційній роботі результатів.

7. Висновки до розділів та за результатами роботи

Дисертаційна робота написана ясною та зрозумілою для фахівців мовою. Наприкінці кожного розділу роботи зроблено конкретні, обґрунтовані висновки. Стиль, мова, оформлення дисертації та автореферату відповідають вимогам Наказу МОН від 12.01.2017 № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації». Назва роботи цілком відповідає її змісту. Обсяг дисертації та автореферату відповідає встановленим нормам до докторських дисертацій.

Зміст та структура автореферату ідентично відображають викладені в дисертації дослідження, основні наукові висновки демонструють вміння автора стисло, ясно і чітко викладати досягнення теоретичних та практичних результатів роботи.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота відповідає формулі та паспорту спеціальності 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка».

Дисертаційна робота відповідає спеціальності 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка» у контексті напрямку «розробка методології, методик, розрахункових методів, вивчення і оцінка властивостей сипучих тіл, ґрунтів і гірських порід; дослідження будови, напружено-деформованого стану, закономірностей в масивах сипучих середовищ, гірських порід і техногенних родовищ з урахуванням особливостей їх поведінки при дії гравітаційних та гідродинамічних полів та впливу факторів різниці геометричної та гідравлічної крупності, а також при взаємодії вказаних середовищ з природними і штучними флуктуаціями з метою вдосконалення існуючих та розробки нових ефективних геотехнологій. Методи управління властивостями і станом сипучих тіл, ґрунтів і гірських порід». (п. 1 паспорту спеціальності); «дослідження закономірностей механічних процесів при розміщенні, ущільненні та переміщенні сипучих тіл, зокрема мерзлих, механічними діями і полями різної природи та прямих і зворотних процесів при переходах середовищ в інші фазові категорії при наявності фільтрації, дифузії рідини і газу у породному масиві при веденні гірничих робіт» (п. 2 паспорту спеціальності).

Результати наукових досліджень та наукові положення, що приведені в кандидатській дисертації Шевченка О.І. на тему «Обґрунтування параметрів процесу змиву продуктів збагачення з одночасним очищенням оборотної води», що представлена за спеціальністю 05.15.11 – «Фізичні процеси гірничого виробництва», не виносяться на захист у його докторській дисертації.

8. Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях

Основні результати досліджень опубліковані в 63 наукових роботах, в тому числі 6 публікацій у зарубіжних виданнях і у виданнях, які входять в міжнародні наукометричні бази, 44 в спеціалізованих виданнях, 7 патентів, 10 в матеріалах тез і доповідей, 25 робіт опубліковано без співавторів.

9. Загальний висновок

Дисертаційна робота Шевченка О.І. за темою «Розвиток наукових основ процесу віброударного зневоднення техногенної сировини гранулометричного складу, який змінюється», є завершеною науковою працею, що в сукупності вирішує актуальну наукову проблему в галузі геотехнічної і гірничої механіки – встановлення закономірностей переміщення рідини і частинок крізь шар сировини і через поверхню, що просіває, з урахуванням їх випадкової природи в залежності від гранулометричного складу сировини, який змінюється, щільності частинок і рідини, параметрів віброударного впливу, що має важливе значення для підвищення ефективності, розробки та створення техніки і технологій переробки техногенної сировини.

Дисертація повністю відповідає формулі та паспорту спеціальності 05.15.09 – «Геотехнічна і гірничої механіка» та вимогам п.10 «Порядку присудження наукових ступенів» МОН України, щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук, а її автор Шевченко Олександр Іванович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.09 - «Геотехнічна і гірничої механіка».


Головний науковий співробітник
Відокремленого підрозділу
«Укрдівуглезбагачення»
Державного підприємства
«НТЦ «Вуглеінновація»
Міненерго України
доктор технічних наук, професор

 О.Д. Полулях

Підпис головного наукового співробітника Полуляха О.Д. засвідчую

В.о. директора

Рудавіна О.В.


Згідно надійшов до секретаря 22.04.2021р.
Член секретаря секретаря
Г.М.П., проф. Шевченко В.Ф.