

УДК 615.849

*А.М. Огородник***ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ
ДЕФЛЯЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ
МЕТОДІВ ПИЛОПРИГНІЧЕННЯ
МАСИВІВ-ШЛАМОСХОВИЩ***Чорноморський державний університет ім. Петра Могили,
Миколаїв, Україна*

Визначено інтенсивність дефляції поллютантів на шламосховищі № 1 Миколаївського глиноземного заводу. Розроблено та впроваджено методи пилопригнічення шкідливих поллютантів на масивах-шламосховищ, доведено ефективність їх використання для підвищення екологічної безпеки хвостосховищ перероблюючих підприємств.

Ключові слова: шламосховище, дефляція, коефіцієнт пилопригнічення, дернина, очеретяні мати, навколишнє середовище.

Определена интенсивность дефляции поллютантов на шламоохранилище № 1 Николаевского глиноземного завода. Разработаны и внедрены методы пылеподавления вредных поллютантов на массивах-шламоохранилищ, доказана эффективность их использования для повышения экологической безопасности хвостоохранилищ перерабатывающих предприятий.

Ключевые слова: шламоохранилище, дефляция, коэффициент пылеулетнения, дернина, тростниковые маты, окружающая среда.

Вступ

В Україні існують потужні підприємства кольорової металургії, в яких відходи з видобутку та переробки сировини становлять 1,5 млн. м³/рік, а загальна кількість вироблених – 20 млн. тон [1-3]. Це: Запорізький алюмінієвий комбінат, Дніпродзержинський хімзавод з відходами уранового виробництва, Дніпровський алюмінієвий завод, Миколаївський глиноземний завод (на далі МГЗ). Надзвичайну небезпеку становлять шламосховища цих підприємств, модернізація яких не проводилась вже багато років, а відходи від їх виробництв (зокрема, червоні шлами МГЗ 1,2 млн. тон/рік) накопичуються і складуються в шламосховищах (відношення сухих відходів підприємства до рідких 50 % на 50 %) [5].

Найбільший внесок у забруднення прилеглої до шламосховищ території здійснює вітрова діяльність і дефляція пилоутворюючих поверхонь (80 %) з пляжів і відкосів, що призводить до перенесення екополлютантів (за добу з 1 га – від 2 до 5 т пилу. Сучасні засоби пилопригнічення масивів-шламосховищ можуть забезпечувати зниження концентрації пилу на 60-70 % [6].

Найбільш перспективним і актуальним рішенням проблеми зниження пилопригнічення на навколишнє середовище на різних підприємствах являється вдосконалення способів закріплення пилових поверхонь техногенних масивів та запропонування нових методів.

Матеріали та методи досліджень

В сучасних умовах суспільного буття, Дослідження проводились на експериментальній ділянці шламосховища № 1 МГЗ. Для проведення природних досліджень методів пилопригнічення (метод задерновування, покриття рослинною сировиною (очеретяними матами) розроблена спеціальна методика.

Суть методу задерновування полягає у знятті дернини на добре залужених територіях та її розміщенням на поверхні шламосховища. Створення полігонів для отримання дернини з метою покриття поверхні шламосховища проводилось на спеціально відведених земельних територіях. Зняття дернини проводили за допомогою спеціальної машини TURF CUTTER, яка здатна підрізати дер-

нини необхідної товщини та довжини. На ділянці було знято пласт дернини товщиною 3 – 5 см, загальною площею 5 м².

В якості одного із варіантів методів пилопригнічення полютантів на шламосховищі запропоновано використання очеретяних матів. Очерет для матів зв'язували між собою і формували мати розміром 2×3 м², товщиною 3-5 см, загальною кількістю 25 штук. Спостереження на полігоні проводили

при силі вітру 1,3 м/с та відносній вологості повітря в межах 60-70%.

Оцінку пилопригнічуючої здатності засобів пилопригнічення проводили за допомогою стаціонарної аспіраційної установки (лабораторія типу «ПОСТ-1»).

Показник пригнічуючої здатності використаних засобів розраховували за співвідношенням:

$$N = \left(\frac{M_n^k}{M_n^d} \right),$$

де N – коефіцієнт пилопригнічення, M_n^k – маса пилу в контрольному варіанті, а M_n^d – маса пилу у варіанті з покриттям d (d_o – покриття з дернини, $d_{оч}$ – з очеретяних матів).

Залежність дефляції на шламосховищі від гранулометричного складу визначали за моделлю Догілевича М.І. та Чемпіла У. [4].

$$Q = C \cdot \frac{P}{g} \cdot v^3,$$

де C – коефіцієнт гранулометричного складу червоного шламу Миколаївського глино-

земного заводу, P – щільність повітря, g – сила гравітації, v – швидкість вітру.

Дефляція червоного шламу на шламосховищі № 1 МГЗ

Більшість матеріалу (до 90 %) переноситься в приземному шарі повітря на висоті до 5-10 см. Значимим фактором підйому частинок пилу є діаметр частинки та її питома маса (m , г/кг). Визначення цих показ-

ників для червоного шламу здійснено гранулометричним методом. В результаті визначено, що червоний шлам представляє суміш трьох фракцій частинок за гранулометричним складом (таблиця 1).

Таблиця 1. Гранулометричний склад червоного шламу

Фракція червоного шламу	Діаметр \varnothing фракції, мм	Питома кількість фракції у шламi, %	Питома маса частинок фракції у шламi, г/кг
1	$\varnothing < 0,064$ мм	84	760±14
2	$0,064 < \varnothing < 0,315$ мм	14	164±17
3	$\varnothing > 0,315$ мм	2	76±3

Для червоного шламу шламосховища № 1, розраховано критичну швидкість вітру

$v_{крит}$ за формулою:

$$v_{крит} = 0,249 d_e + 3,79,$$

де d_e – середній діаметр агрегатів.

$$d_e = \frac{d_1 P_1 + d_2 P_2 + \dots + d_n P_n}{\sum P}$$

де $d_1, d_2 \dots$ - середній діаметр агрегатів, $P_1, P_2 \dots$ - питома кількість фракцій у червоному шламi шламoxовища № 1 МГЗ.

Результати вказали, що критична швидкість вітру $v_{крит}$ для шламу складала 3,8 м/с.

Показник Q визначали для різних фракцій червоного шламу: варіант 1 - для фракції 1, варіант 2 - для фракції 2, варіант 3 - для фракції 3. Кількість переміщуваного червоного шламу (Q) під дією вітру різних

швидкостей протягом року представлено на рисунку 1. З рисунку видно, що для фракцій червоного шламу за варіантом 1 (риунок 1) відбувається збільшення дефляції пилових частинок зі зростанням швидкості вітру (v): при $v = 4,0-6,0$ м/с переносилась майже однакова кількість пилу - 16 ± 3 кг/(м·с), максимальне перенесення пилу (до 66 ± 3 кг/(м·с) та більше) спостерігалось при швидкостях вітру, які перевищували 7,0-9,0 м/с.

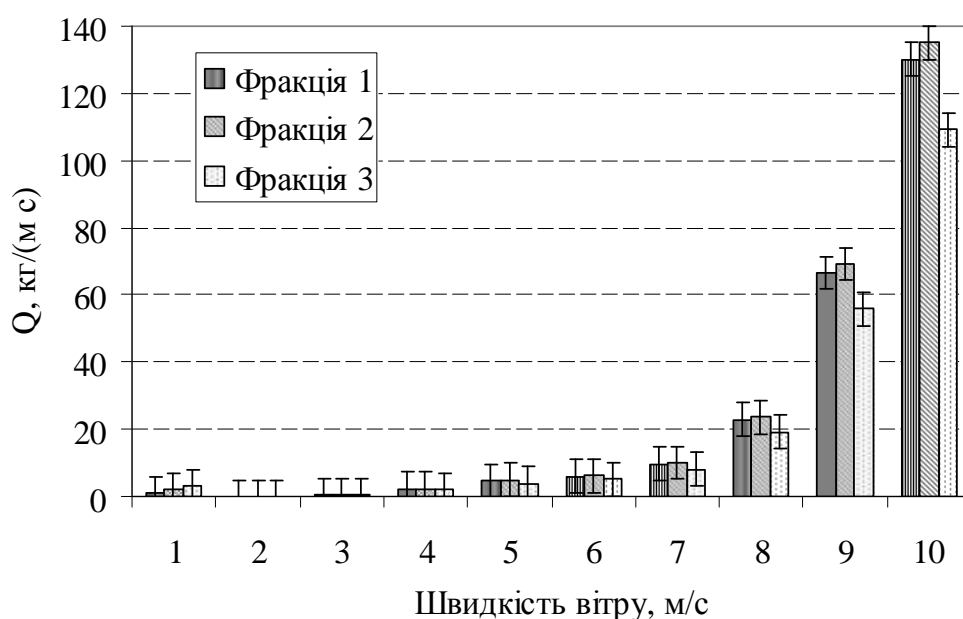


Рисунок 1 - Переміщення червоного шламу при дії вітрової ерозії (для різних фракцій гранулометричного складу шламу: варіантів 1 - 3)

Із гістограми для фракції 2 на рис. 1 - видно, що перенесення максимальної кількості пилу відбувалось з підвищенням швидкості вітру до 5,5-6,0 м/с. Постійна дефляція спостерігалась при середній швидкості вітру 3,5-4,5 м/с з винесенням пилу, в середньому, $7,6 \pm 0,2$ кг/(м·с).

Для крупних фракцій червоного шламу з $\varnothing > 315$ мм (фракція 3 на рисунку 1) максимальне переміщення пилових частинок відбувалось при $v = 7-10$ м/с. Постійна дефляція спостерігалась при середній швидкості вітру 4-6 м/с з винесенням пилу, в середньому - $82,5 \pm 0,3$ кг/(м·с).

Порівнюючи отримані результати (фракції 1, 2, 3 на рисунку 1), можна констатувати, що для різних фракцій червоного шламу за гранулометричним складом мінімальна кількість переміщуваного пилу складала $1,3 \pm 0,03$ кг/(м·с) при $v = 3,5-4,5$ м/с,

а максимальна при швидкості вітру 8-10 м/с - $63,8-124,7 \pm 4,3$ кг/(м·с). Постійна дефляція відбувалась при $v = 4$ м/с з переміщенням пилових частинок $5,4 \pm 0,03$ кг/(м·с).

Тривала повсякденна дефляція передуює утворенню пилових бур [4]. При максимальній швидкості вітру 10 м/с зі шламoxовища № 1, в середньому, переміщується 136 ± 2 кг/(м·с) пилових частинок. Отже, зі збільшенням швидкості вітру інтенсивність дефляції зростає надзвичайно швидко.

Кількість пилу, що підіймається на шламoxовищі МГЗ при різних швидкостях вітру, які характерні для Миколаївської області: мінімальна 1,5 м/с, середня модальна 3,8 м/с та максимальна 8,4 м/с (для різних фракцій шламу - таблиця 1) - зображено на рис. 2.

При мінімальній швидкості вітру 1,5 м/с для різних фракцій червоного шламу за

гранулометричним складом майже не відбувалось ($Q=0,44\pm 0,02$ кг/(м·с)) перенесення пилу зі шламосховища (рисунок 2). Зі збільшенням v до 3,8 м/с (середня модальна швидкість вітру на протязі року) та більше

відбувалось значне підняття пилових частинок у повітря: так для фракції 1 – 71 ± 3 кг/(м·с), для фракції 2 – 82 ± 2 кг/(м·с), для фракції 3 – 60 ± 2 кг/(м·с).

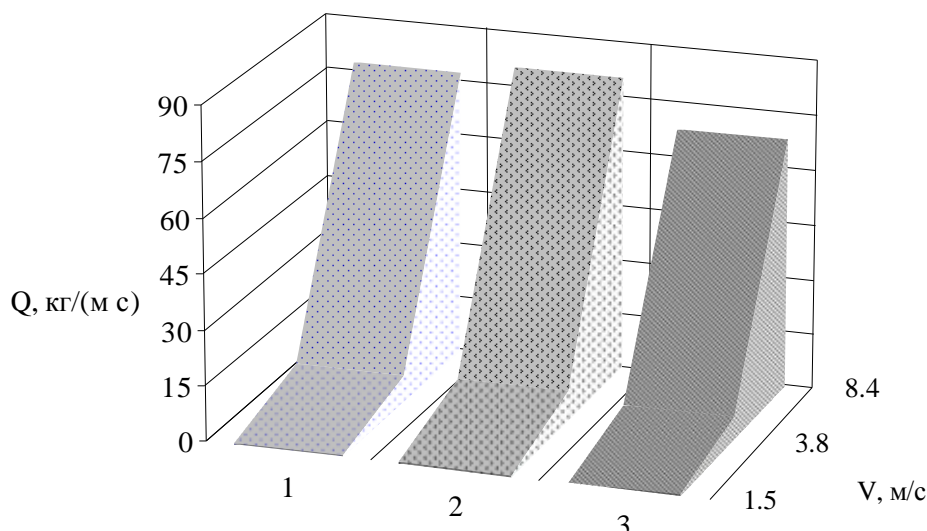


Рисунок 2 - Кількість піднятого пилу з поверхні шламосховища при різних швидкостях вітру (для різних фракцій шламу)

Максимальна кількість пилових частинок на шламосховищі підіймається при так званих пилових бурях [4], коли швидкість вітру досягає 8,4 м/с та більше – від 677 ± 12 до 800 ± 13 кг/(м·с).

За цими результатами визначення Q для різних фракцій червоного шламу та відносним вмістом кількості першої фракції у шламі визначено інтегральний показник інтенсивності дефляції червоного шламу $Q_{ч.ш.}$ (за усіма фракціями):

$$Q_{ч.ш.} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 k_i \cdot Q_i,$$

де $Q_{ч.ш.}$ - інтенсивність дефляції червоного шламу (за усіма фракціями), кг/(м·с); k_i - відносний показник кількості фракції i у шламі ($i=1 \div 3$): $k_1 = 0.84$, $k_2 = 0.14$, $k_3 = 0.02$; Q_i - інтенсивність дефляції фракції i червоного шламу, кг/(м·с).

На рисунку 3 зображено кількість переміщення червоного шламу $Q_{ч.ш.}$ на шламосховищі № 1 Миколаївського глиноземного заводу.

Як видно з рисунку. 3 максимальна кількість шламу переміщується при $v=5,0-8,4$ м/с з виносом до 25 ± 5 кг/(м·с) пилу.

Ефективність методу задерновування шламосховища № 1 МГЗ

Дослідним шляхом визначено параметри, які характеризують рівень пилопригнічення над контрольними та дослідними варіантами експерименту. З рисунок 4 видно, що за перші два тижні досліджень кількість пилу складала 4,5 %, але вже до кінця спостережень кількість пилових частинок у повітрі зменшилась до 2 %.

Це свідчить про те, що покриття дерниною призводить майже до повного пилопригнічення та зменшення накопичення пилових частинок у повітрі.

За час спостережень коефіцієнт пилопригнічення для покриття дерниною складав 120-130 одиниць (рисунок 5).

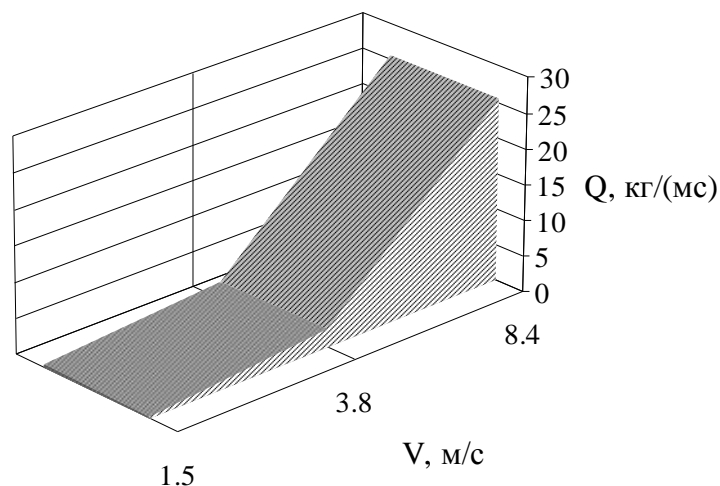


Рисунок 3 - Кількість переміщеного червоного шламу $Q_{ч.ш}$ з поверхні шламосховища

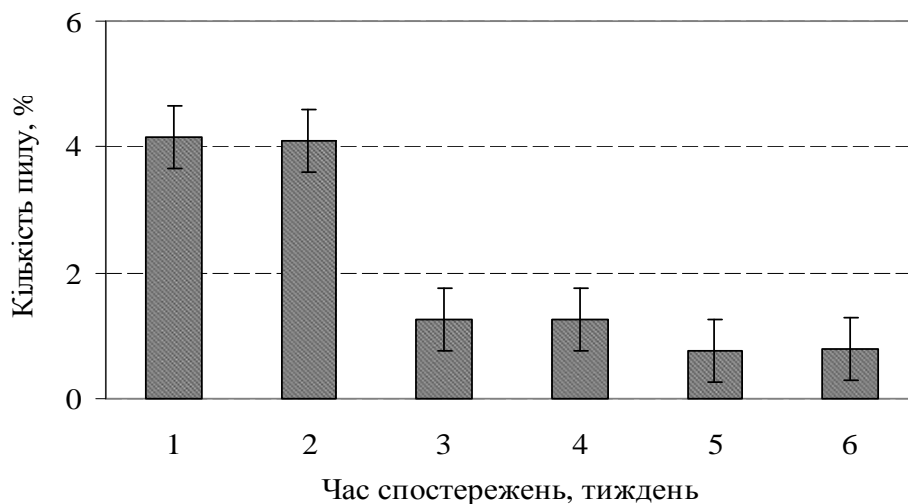


Рисунок 4 - Кількість пилу (%) у повітрі при застосуванні методу задреновування (відносно контролю)

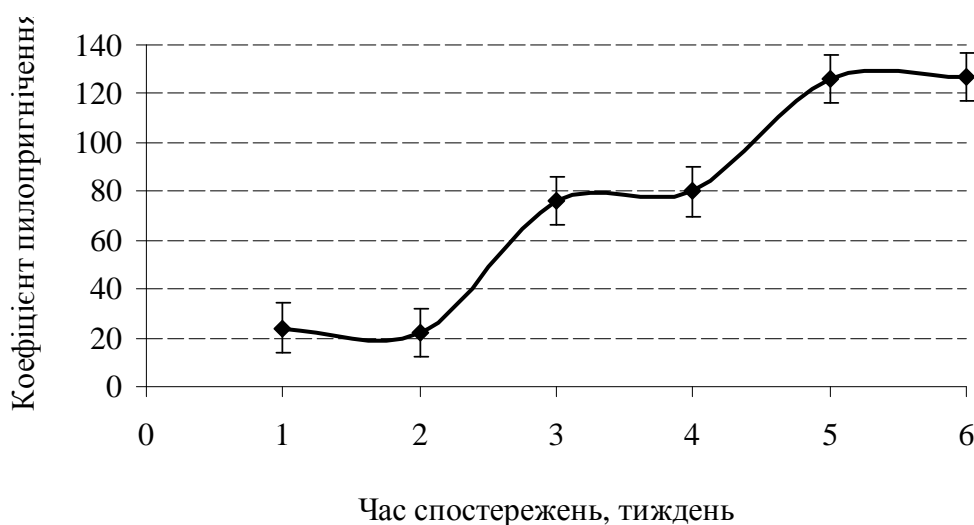


Рисунок 5 - Показник пилопригнічення для методу задреновування

Екстраполяція отриманих результатів дослідження на весь рік складає за показни-

ком ефективності до 1200-1500 одиниць.

Показник пилопригнічення для методу за-дерновування склав 98 %.

Запропонований метод дозволяє значно знизити рівень підйому пилу на шламосхо-

вищі № 1 МГЗ, дефляцію поллютантів на прилеглі території, відповідно, за рахунок цього зменшується антропогенне навантаження на екосистему в цілому.

Пилопригнічення поллютантів методом покриття очеретяними матами шламосховища

Інтенсивне накопичення (рисунок 6) пилових частинок в повітрі при покритті поверхні очеретяними матами спостерігалось за перші два тижні спостережень, мінімаль-

на кількість пилу в повітрі над кюветами спостерігали на шостий тиждень досліджень.

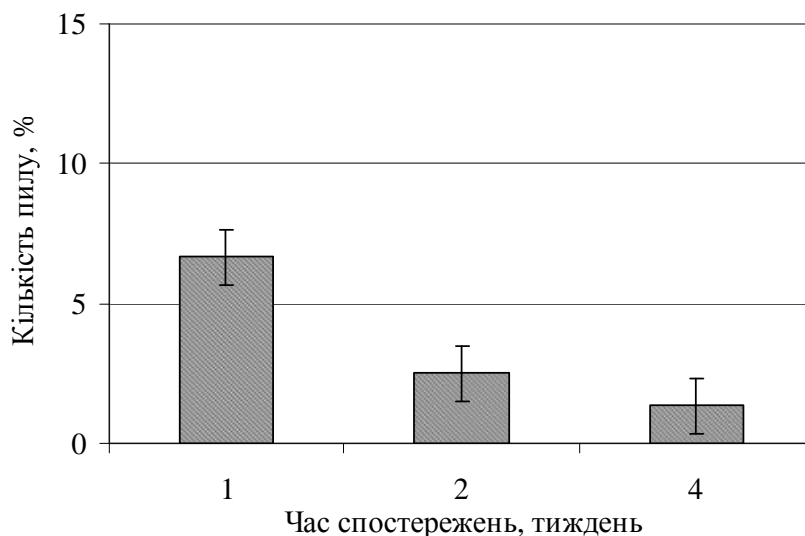


Рисунок 6 - Кількість пилу (%) у повітрі при застосуванні методу покриття очеретяними матами (відносно контролю).

З рисунку 6 видно - за перший тиждень спостережень кількість пилу склав 7-8 %, в подальшому кількість пилу в повітрі зменшувалась до 3-4 %.

Отже, покриваючи до-слідну поверхню очеретяними матами пилу потрапляє у фільтри менше.

Протягом експерименту коефіцієнт пилопригнічення досягає 70-80 одиниць (рисунок 7).

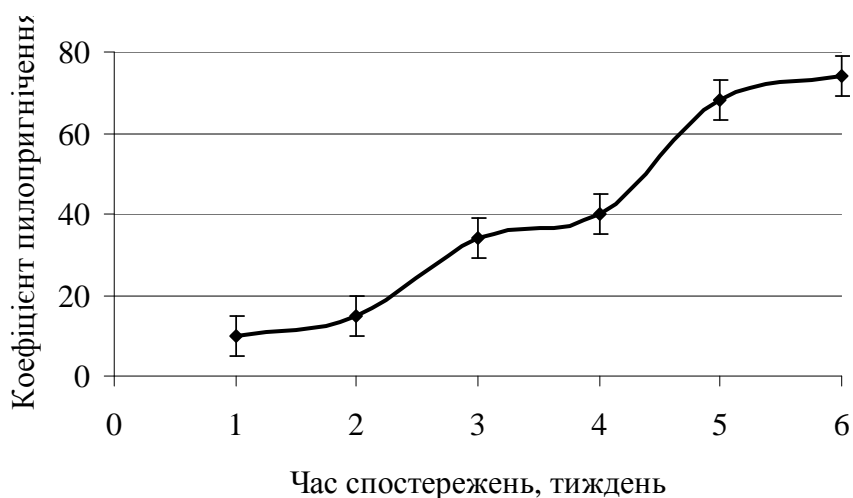


Рисунок 7 - Коефіцієнт пилопригнічення методу покриття кювет очеретяними матами

Коефіцієнт пилопригнічення N для очеретяних матів становив 60-80, тобто ефек-

тивність методу складає 96 %. Екстраполяція цих даних на весь рік складає за показ-

ником пилопригнічення до 700-900 одиниць. Є всі підстави запропонувати даний метод пилопригнічення, як один з основних

для використання на шламосховищі червоних шламів МГЗ.

Висновки

1. Встановлено залежність інтенсивності дефляції на шламосховищі червоних шламів від гранулометричного складу шламу та метеорологічних умов. Визначено, що червоний шлам починає підійматись в повітря при критичній швидкості вітру 3,8 м/с підіймаючи при цьому $7,5 \pm 0,2$ кг/(мс) пилових частинок з поверхні шламосховища.

2. Розраховано, що при максимальній швидкості вітру 10 м/с зі шламосховища № 1 в середньому переміщується 136 ± 2 кг/(мс) пилових частинок.

3. За результатами досліджень розроблено і обґрунтовано ефективність використання комплексного методу пилопригнічуючих

засобів на основі дернини, матів з рослинної сировини задля підвищення екологічної безпеки шламосховища червоних шламів та інших техногенних хвостосховищ.

4. Розраховано показник пилопригнічення та закріплення шламових поверхонь засобами з рослинної сировини: за методом задерновування він складає 96 %, за методом покриття очеретяними матами – 92 %.

Покриття дерниною та матами з рослинної сировини мають достатню стійкість до дії лугів (рН 10-12) та метеорологічних умов (t^0 від -20^0C до $+40^0\text{C}$, сніг, дощ, вітер) і не спричиняють додаткове навантаження на навколишнє середовище та людину.

Перелік посилань

1. Бересневич П.В. Охрана окружающей среды при эксплуатации хвостохранилищ / Бересневич П.В., Кузменко П.К., Неженцева Н.Г. - М.: Недра, 1993. - 123 с.
2. Гальперин А.М., Техногенные массивы и охрана окружающей среды / Гальперин А.М., Ферстер В., Шеф Х.Ю. - [2-е изд.]. - М.: МГГУ, 2001. — 534 с.
3. Мазур В.А. Екологічні проблеми землеробства / Мазур В.А., Горщар В.І., Конопльов О.В. – К.: Центр наукової літератури, 2010. – 456 с.
4. Нохрина О.И. Образование пыли, окалины, шлама и их утилизация на металлургических заводах Германии. / О.И. Нохрина, И.Е. Прошунин, И.Д. Рожихина // Stahl und Eisen. - 2006. - №9 - С. 25-32.
5. Пашкевич М.А. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду / М.А. Пашкевич - СПб.: СПГГИ, 2000. - 230 с.
6. Смирнова Л.Ф. Ветровая эрозия почв / Л.Ф. Смирнова – Изд-во Московского университета, 1985. – 135 с.

A.M. Ogorodnik

THE RESEARCH OF DEFLATION INTENSITY AND DUST CONTROL METHODS EFFECTIVENESS AT TAILING PONDS WASTES

Black sea state university im. Peter Mogulu, Nikolaev, Ukraine

Determined by the intensity of the deflation of pollutants in sludge number 1 Nikolaev Alumina Plant. Developed and implemented methods for dust suppression of harmful pollutants in sludge arrays, we have proved the effectiveness of their use to improve the environmental safety of tailings processing facilities.

Key words: sludge, deflation, rate pyleugneteniya, sod, trosnikovye mats, environment.

Надійшла до редколегії 14 жовтня 2011 р.

Рекомендовано членом редколегії канд. геол.-мін. наук О.К. Тяпкіним