

УДК 504.062

*С.М. Сметана***ПІДВИЩЕННЯ ЕКОБЕЗПЕКИ  
ЗОВНІШНІХ ВІДВАЛІВ ПРИ  
ФОРМУВАННІ ПРОТИПИЛОВОГО  
РЕЛЬЄФУ ТА ВТОРИННИХ  
ЕКОСИСТЕМ***Інститут проблем природокористування та екології НАН України,  
Дніпропетровськ, Україна*

**У статті наводяться основні принципи технологічних та організаційних механізмів формування протипилового рельєфу та рослинного покриву на зовнішніх відвалах Кривбасу. Наведені приклади визначення протипилової ефективності створення форм рельєфу та рослинного покриву.**

**В статье приведены основные принципы технологических и организационных механизмов формирования противопылевого рельефа и растительного покрова на внешних отвалах Кривбасса. Приведены примеры определения противопылевой эффективности создания форм рельефа и растительного покрова.**

**Проблеми підвищення екобезпеки порушених гірничими роботами територій**

Багато написано про те, як гірнича розробка родовищ корисних копалин забруднює навколишнє середовище за рахунок викидів у атмосферу, скидів у гідросферу та фізичне порушення літосфери. Дана стаття – спроба поглянути на проблеми екобезпеку гірничих територій та особливо зовнішніх відвалів під дещо незвичним кутом.

Екологічна безпека – порівняно молода галузь наукової діяльності, яка, в першу чергу, пов'язана з наявністю біологічних об'єктів, середовища їх існування та впливом антропогенної (техногенної) діяльності на них. Згідно законодавчих, регулюючих наукових документів екологічна безпека стосується питань виявлення, нормування, попередження та перешкоджання негативного впливу на людину (здоров'я) та її середовище існування. Інші види організмів залишаються неначе поза увагою досліджень екологічної безпеки. Тобто екобезпека у розумінні вітчизняних вчених перетворилась на безпеку життєдіяльності людини. Адаже нормативних показників рівня екобезпеки окрім відомих та розроблених у минулому столітті ГДК, ГДВ, та показників, що на них базуються (екологічний та соціальний ризик), нажаль, не прийнято. Тобто, ефективність заходів, що пропонуються для підви-

щення екобезпеки, не оцінюється для екосистем, біоти та біосфери в цілому. Хоча всім, навіть далеким від науки людям, зрозуміло, що озеленені терикони, відвали та шламосховища – краще ніж ті які руйнуються, забруднюють атмосферу та ґрунти, а інтегральних оцінок, на наш погляд, не вистачає.

Іншою проблемою екобезпеки порушених гірничими роботами території є те, що заходи, розроблені та впроваджені на рівні державних стандартів, далеко не завжди виконуються та, нажаль, не завжди ефективні. Розроблені у радянські часи вони не враховують сучасної економічної ситуації, зміни у технологіях, потреби місцевого населення. Наприклад, навіщо проводити надкоштовну сільськогосподарську рекультивацию у степовій зоні України, де більше 70 % земель – сільськогосподарського призначення? Ми впевнені, що жоден селянин, або фермер не обміняє свого чорнозему на відновлені землі, адже їх якість буде явно гіршою. Чи не цікавіше буде за ті ж гроші створити на цих територіях справжню туристичну або заповідну оазу! Але підприємства продовжують витратити сотні тисяч гривень на кожен гектар без вагомих результатів, що підтверджується динамікою проведення рекультивации (у Кривбасі – менше 1 % щорічно).

© Сметана С.М., 2012

# – робота виконана під керівництвом чл.-кор. НАН України А.Г. Шапара

Наступна проблема обумовлена тим, що підприємства гірничодобувної галузі як орендарі використовують землі населення та після завершення розробок мають їх повернути у початковому стані, що взагалі неможливо. Землі використовуються 20-50 років і більше, за цей час змінюється економічна інфраструктура, розростаються міста, зникають села, змінюються пріоритети у використанні земель. Можливо, населення потребує, наприклад, лижних баз відпочинку взимку та водних атракціонів влітку. Вірогідно, було б краще створювати стадіони у кар'єрах або відкриті ковзанки. Однак, через встановлені норми населення прилеглих територій залишається без жодних варіантів. Хоча, приклади ефективного використання порушених гірничими роботами земель все

ж такі є (зони відпочинку, заповідні території), що дозволяють вірити у власні сили. Наші дослідження стосуються більшою мірою зовнішніх відвалів Кривбасу, адже немає жодного прикладу використання цих відвалів для потреб сільського господарства. Значить підприємства не можуть повернути території під відвалами у використання у вигляді аграрних земель. Відповідно і необхідності проводити традиційну рекультивацию немає. Відвали залишаються у тому вигляді у якому їх відсипали на десятки століть. З них розвівається пил із підвищеними концентраціями важких металів, розвиваються засолені породи, розносяться не характерні для навколишніх ґрунтів хімічні компоненти.

### Основні результати досліджень

*Теоретичні основи підвищення екобезпеки на порушених гірничими роботами землях.* Питання закриття гірничих підприємств та трансформації техногенних ландшафтів в екобезпечному відношенні стають все більше актуальною проблемою на теренах сучасної України.

Слід зазначити, що найбільш повне визначення екобезпеки стосується стану системи «природа-техніка-людина», яка забезпечує збалансовану взаємодію природних, технічних та соціальних систем, формування природно-культурного середовища, що відповідає санітарно-гігієнічним, естетичним та матеріальним потребам жителів кожного регіону. Землі при збереженні природно-ресурсного та екологічного потенціалу природних екосистем та здатності біосфери до саморегулювання в цілому [1]. Гірничі підприємства, як правило, не досягають необхідного рівня забезпечення екобезпеки як на порушених гірничими роботами землях, так і за межами їх відводів. На таких землях не спостерігається збалансованої взаємодії природних, технічних та соціальних систем, не відбувається формування природно-культурного середовища, не підтримується здатність біосфери до саморегуляції. Оскільки часто номінальне проведення рекультиваци є достатнім доказом проведення природоохоронних заходів на підприємствах (кошти витрачені, люди задіяні, матеріали використані), то питання біологічної ефек-

тивності проведених заходів нікого не цікавлять. Жодних доказів збалансованої взаємодії, саморегуляції екосистем або формування природно-культурного середовища підприємствами не надаються.

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначає екобезпеку як складову національної безпеки держави. З іншої сторони цей же закон визначає екологічну безпеку як стан навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей, що гарантується здійсненням широкого комплексу взаємопов'язаних екологічних, політичних, економічних, технічних, організаційних, державно-правових та інших заходів. Тобто, поняття екобезпеки в законодавчих документах звужується до специфічної конкретики – забезпечення безпечного стану навколишнього середовища для людини конкретно зараз і за конкретними показниками [2]. Тому, відповідно до наведених вище умов, екологічна безпека на порушених гірничими роботами землях забезпечується шляхом дотримання дозволених нормативів за межами санітарно-захисних зон.

Кількісна оцінка стану екобезпеки оцінюється за нормативними показниками наведеними в ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівни-

цтві підприємств, будинків і споруд» та в методичних рекомендації "Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря" [3, 4]. До таких показників належать техногенний ризик (ризик впливу об'єкта чи планової діяльності на природне середовище), який оцінює прогнозований та фактичний вплив забруднювачів на атмосферне повітря, гідросферу та ґрунти. Розповсюдженими також є оцінки ризику розвитку неканцерогенних і канцерогенних ефектів при забрудненні атмосферного повітря. Найбільш інтегральним показником, що враховує екологічний ризик та стан суспільства є соціальний ризик. Всі показники в більшому або меншому ступені придатні до застосування на порушених гірничими роботами землях, але для визначення впливу конкретного відвального масиву ми застосуємо показник техногенного екологічного ризику [3].

*Ефективність застосування протипилових форм рельєфу.* Пиловиділення (пиління, порохіння) територій залежить від багатьох факторів: рельєфу, ступеню агрегації часток ґрунту (субстрату), сили вітру, кількості опадів, часу зберігання, ступеню озеленення та зволоження. В літературі відзначається, що максимальне пиління спостерігається при сильних вітрах на значних за площею рівнинних територіях, складених з рихлого, сухого, не зв'язаного субстрату, на якому відсутній рослинний покрив [5]. Підняття деяких ділянок над навколишньою поверхнею також підвищує інтенсивність виділення пилу з території [6]. Яскравим прикладом територій з максимальним пилоутворенням є хвостосховища Кривбасу, території яких не повністю вкриті водою. Відвали на противагу не такі масштабні за розмірами, але більш широко розповсюджені, вище підняті над навколишньою територією (в більшості випадків) та не мають штучного зволоження,

що робить їх надзвичайно небезпечними джерелами порохіння.

Аналіз літератури з питань протидії пиління поверхонь, занесення снігом та піском дозволяє стверджувати, що нерівні форми рельєфу (пагорбисті або хвилясті) є ефективним засобом затримання пилу, снігу та піску [7-9]. Це відбувається через те, що нерівності рельєфу зменшують швидкість вітру в приземних шарах [10]. Так, траншеї та вали, розташовані перпендикулярно до вітрового потоку, зменшують рознесення пилу на 50 % на відстані у 15-20 разів більшій за глибину траншеї або висоту насипу [5]. Насипи висотою у 3 м зменшують порохіння з хвостосховищ на 50 % [8], а висотою у 5 м зменшують приземну швидкість вітру на 20-30 % [10]. Формування таких форм рельєфу при відвалоутворенні або проведенні інших гірничих робіт за існуючими технологіями не передбачається, хоча їх ефективність з наведеного вище очевидна.

Наші дослідження свідчать, що ефективний протипиловий рельєф складається з форм, що нагадують видовжені вали розташовані перпендикулярно до напрямку пануючих вітрів. Їх висота та взаємне розташування залежать від висоти зовнішнього відвалу, необхідної ефективності та наявного гірничого обладнання. Для наближеної оцінки рекомендується використовувати формулу Федюшина В.Т., що враховує висоту перешийки, та кут нахилу переважаючих напрямків вітрів, проте вона не враховує впливу різних форм рельєфу на вітрові потоки (вали та конуси) та відмінності у висотах територій над навколишньою місцевістю [7, 11]. Тому нами рекомендована залежність визначення оптимальної відстані формування рельєфних бар'єрів від форми контурів рельєфу, висоти форм рельєфу, висоти відвалу та куту зустрічі переважаючих напрямків вітрів:

$$L = KH \sin \alpha, \quad (1)$$

де  $L$  – ефективна відстань формування рельєфних бар'єрів, м;  $K$  – коефіцієнт впливу форм рельєфу на вітрові потоки (5 – для валів, 3 – для конусоподібних насипів);  $H$  – висота рельєфних форм, м;  $\alpha$  – кут зустрічі переважаючих вітрів з бар'єром, (0-90°). Для конусів –  $\sin \alpha = 1$ . Слід зазначити, що конусо-

подібні насипи є найбільш ефективними при змінних напрямках вітрів.

При цьому висота рельєфних форм залежить від можливостей відвального обладнання (екскаваторів, автосамоскидів) та від висоти відвалу:

$$H = \frac{M}{2} C, \quad (2)$$

де  $H$  – висота рельєфних форм, м;  $M$  – максимальна висота насипів, що можна створити з використанням наявного обладнання, м;  $C$  – коефіцієнт висоти відвалу, розрахований для забезпечення протипилової ефективності насипів при збільшенні висоти – сили вітру (при висоті відвалу у 100 м – 1,1; 200 м – 1,2; 300 – 1,3 тощо).

Протипилова ефективність форм рельєфу залежить від їх висоти над навколишньою територією (відносна висота) та розташування по відношенню до переважаючих вітрів. При розрахунках необхідних протипилових форм рельєфу на зовнішніх відвалах слід враховувати їх топографічні особливості (видовжені, конусоподібні форми). Для підви-

щення екобезпеки процесів відвалоутворення слід визначити доцільність удосконалення схем формування зовнішніх відвалів пустих порід для створення цільового протипилового рельєфу. У зв'язку з цим, нами пропонується змінити технології відвалоутворення, що використовуються у Кривбасі та додати до них етап фінального формування рельєфу. Для вдосконалення технологій відвалоутворення з урахуванням закономірностей протипилового ефекту нами визначені основні параметри формування протипилових форм рельєфу на поверхнях зовнішніх відвалів на етапі завершального формування рельєфу (таблиця 1).

Таблиця 1 – Основні параметри формування протипилових форм рельєфу на зовнішніх відвалах Кривбасу

Висота валів / конусних насипів, м	Максимальна ширина між валами для досягнення 50 % протипилового ефекту, м	Максимальна ширина між валами для досягнення 90 % протипилового ефекту, м	Максимальна ширина між конусними насипами для досягнення 90 % протипилового ефекту, м
1	15	5	3
5	75	25	15
10	150	50	30
15	225	75	45

Висота протипилових форм (таблиця 1) визначається за необхідною протипиловою ефективністю, що слід забезпечити для умов зовнішніх відвалів піднятих над навколишньою територією (збільшена швидкість вітрів), за різних напрямків вітрів та технічних параметрів наявної гірничої техніки.

Відповідно до вказаних залежностей технології формування відвалів мають доповнитись етапом фінального рельєфотворення, коли при завершальному відсіпанні на поверхні відвалу формуються валові або конусоподібні насипи, параметри яких залежать від напрямку вітру, висоти відвалу, застосованого обладнання та необхідної протипилової ефективності. При використанні екскаваторно-залізничного відвалоутворення можливі схеми формування валів та конусоподібних насипів як екскаваторами, так і безпосередньо думпкарми, що проводяться після досягнення відвалом проектних пара-

метрів. При використанні автосамоскидів виключається необхідність планування поверхні бульдозерами, найбільш ефективним при цьому є формування конусоподібних насипів у шаховому порядку при складуванні завершального шару порід. Використання протипилових форм рельєфу дозволяє досягти зменшення пиління на тих площах де можливе їх формування на 90%.

*Технологічні схеми формування протипилових форм рельєфу на зовнішніх відвалах.* При відвалоутворенні формується рельєф, що складається зі схилових та рівнинних форм. Відповідно до існуючих технологій відвалоутворення (екскаваторне при залізничному та бульдозерне при автомобільному транспорті) більшість поверхонь представлена рівнинними формами, піднятими над поверхнею. На схилових формах рельєфу також спостерігається пиловиділення. При цьому у технології відвалоутворення не закладаються принципи

формування рельєфу, який протидіє би пилінню з поверхонь відвалів.

Для закріплення пилових поверхонь техногенних ландшафтів пропонувалось покривати території штучними бітумними субстратами, розчинами рідкого скла, хлористого кальцію, латексу, полімерних матеріалів, чорноземами, потенційно родючим шаром та ін. [12]. Кожен з рекомендованих покриттів має свої недоліки. Так, наприклад, покриття з бітуму, скла та солей коштовні та токсичні. Покриття потенційно родючим шаром (чорноземи, суглинки, глини та їх суміші з камінням) також коштовне і не покращує зволоження, та, відповідно, не формує стійких структурних агрегатів у майбутніх ґрунтах. Більшість покриттів розроблені як тимчасовий захід, тому вони ефективні на хвостосховищах, де відбувається періодичне нанесення шару шламу, але не придатні для довготривалого забезпечення екологічної безпеки відвалів пустих порід.

Аналіз форм рельєфу зовнішніх відвалів показав, що найбільш ефективними для зме-

ншення швидкості вітру, та відповідно енергії піднімання пилових часток у повітря, є суцільні бар'єри видовженої форми, направленої перпендикулярно до напрямку пануючих вітрів. Для визначення ефективного зменшення вітрового потоку використано відомі залежності швидкості вітру від висоти над поверхнею території, розповсюдженість пилових часток у просторі за розподілом Вейбула, що закладені у програму Датської промислової повітряної асоціації (Wind Shade Calculator). Зазначена програма дозволяє визначити швидкість вітру для кожної точки простору за перешкодою [13]. Для умов змінних вітрів пропонується використовувати конусоподібні насипи розташовані у шаховому порядку.

Технологічні схеми формування протипилових форм рельєфу відрізняються в залежності від умов зовнішнього відвалу. Так, на укосах відвалу можливі дві основні схеми формування протипилових валів на завершальному етапі відвалоутворення (рисунок 2).

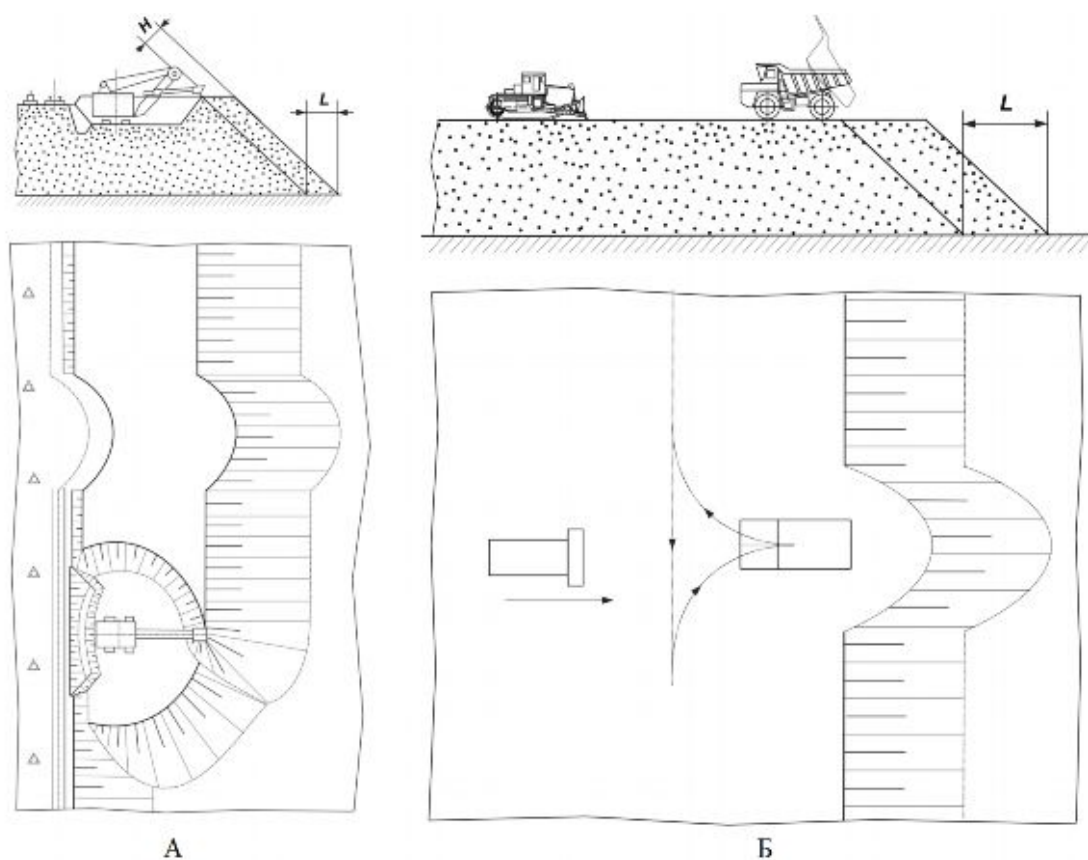


Рисунок 2 – Схеми формування протипилових валів на схилах зовнішніх відвалів:  
 А – при відвалоутворенні з використанням залізничного транспорту та екскаваторів,  
 Б - при відвалоутворенні з використанням автотранспорту та бульдозерів.

Формування валів на укосах доцільне за умов постійних вітрів, направлених вздовж схилів. Технологічна схема останньої заходки екскаватору (при залізничному транспорті) при цьому змінюється наступним чином: відсипається нижній підступ за традиційною схемою відвалоутворення, збільшується приямок вивантаження думпкарів (зміщується в бік майбутнього валу), формується нижня частина валу на підступі вивантаженням екскаватору в бік протилежний від приямку, формування верхньої частини валу на зворотному шляху екскаватору до основного фронту, подальше відвалоутворення за традиційною схемою.

При використанні автосамоскидів та бульдозерів формування протипилових валів на

укосах можливе після проведення основних заходів з відвалоутворення або безпосередньо на останньому їх етапі. При цьому автосамоскиди вивантажуються безпосередньо навпроти формування протипилового валу на відстані безпечній для транспортувальної техніки. Формування валу при цьому проводиться бульдозерами (зміщення породної маси вниз по схилу).

Формування протипилових насипів на терасах схилів зовнішніх відвалів доцільно проводити після досягнення нижнього ярусу проектної площі (рисунок 3). При цьому можливе створення різних за розмірами та контурами форм рельєфу з використанням наявної гірничої техніки (рисунок 3).

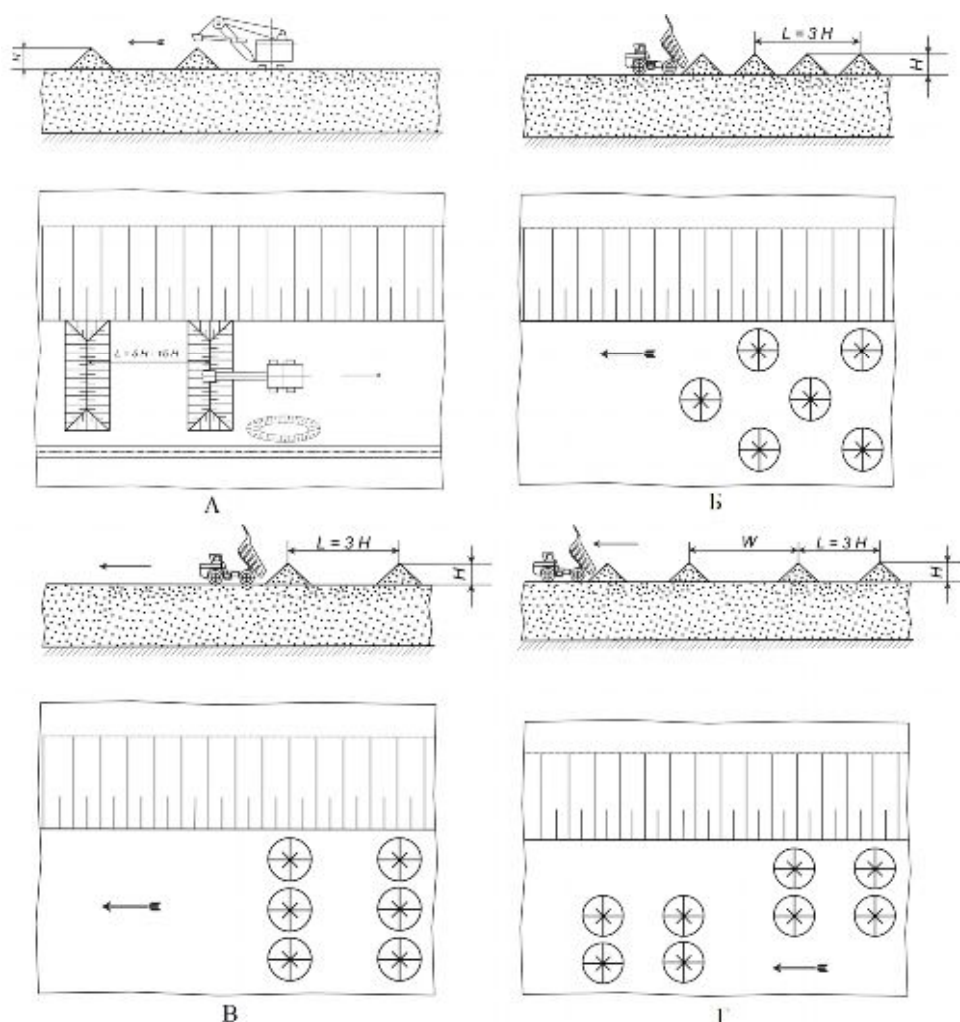


Рисунок 3 – Схеми формування протипилових форм рельєфу на терасі відвалу: А – формування протипилових валів екскаватором; Б – формування протипилових конусоподібних насипів автосамоскидами; В – формування валів з конусоподібних насипів; Г – формування протипилових конусоподібних насипів із залишенням простору для дороги; Н – висота протипилових валів; L – відстань між протипиловими формами рельєфу; W – відстань між протипиловими валами для дороги; ← - напрям основних вітрів.

При використанні залізничного транспорту та екскаваторів протипилові вали формуються на відстані 5-15 висот валів із перевантаженням породи з напрямку з поворотом стріли екскаватору на 45°-135° (рисунок 3).

Для підвищення загальної протипилової ефективності на зовнішніх відвалах Кривбасу після основних процесів відвалоутворення пропонується проводити активізацію формування рослинного покриву.

*Протипилова ефективність застосування рослинного покриву на зовнішніх відвалах.* Інтенсивність пиління поверхонь залежить від ступеню покриття поверхонь рослинним покривом. В Австралійському державному

департаменті навколишнього середовища, зміни клімату та водних ресурсів для визначення ефективності протипилових заходів використовують нелінійну залежність інтенсивності утворення пилу (рівень переносу часток ґрунту) від ступеню покриття поверхні рослинним покривом (рисунок 4). Аналогічні залежності (втрати часток ґрунту з поверхні від кількості рослинної біомаси на території або від проективного покриття рослинності) використовують у департаменті сільського господарства США для визначення ефективності заходів боротьби з вітровою ерозією та їх контролю (рисунок 4).

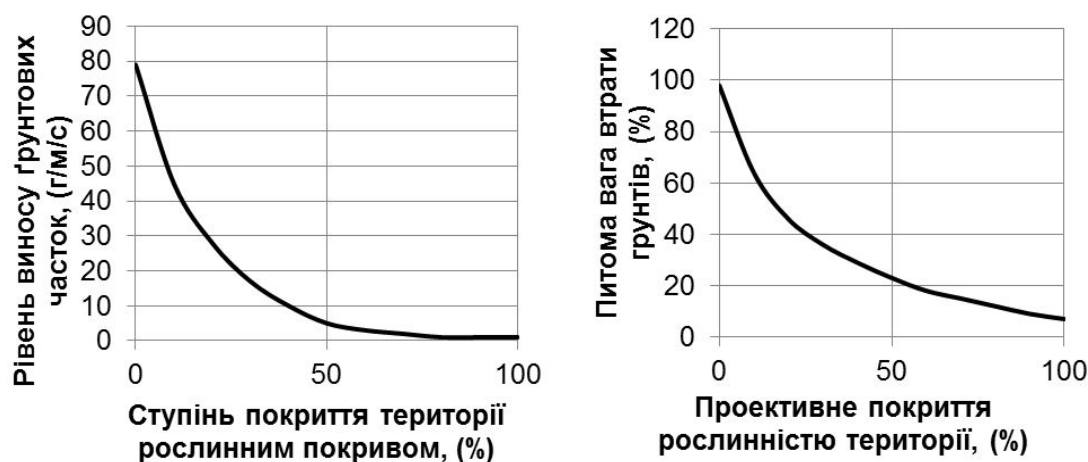


Рисунок 4 – Залежність інтенсивності утворення пилу (рівень переносу часток ґрунту) від ступеню покриття поверхні рослинним покривом [14, 15]

Дієвий метод протидії пиловим буревіям розроблений та впроваджений у сільському господарстві. За рахунок формування лісових полос досягається протипилова ефективність у 50 % на відстані, що дорівнює 20-кратному розміру висоти лісових полос. Крім того, спостерігається покращення умов зволоження. Чагарникові полоси зменшують пиління територій на відстані у 3 рази більшій від висоти цих полос. Технології відвалоутворення, що впроваджені у Кривбасі, не враховують потенціалу розвитку рослинного покриву та формування ефективних протипилових деревних та чагарникових насаджень.

Згідно з методами активізації відновлення рослинного покриву, що розроблені в Інституті проблем природокористування та екології, формування рослинного покриву слід проводити відповідно до екологічних

характеристик порушених земель (гранулометричний склад, хімічні особливості порід, водний режим, мікроклімат тощо). Для цього були розроблені оригінальні методи співставлення умов розвитку до конкретних екологічних груп рослинності – класифікація типів порушень гірничих територій (екологічна класифікація техногенних ландшафтів), титрами зонування [16, 17]. Для інтенсифікації процесів заростання запропоновані методи активізації розвитку екосистем [18, 19].

Польові експериментальні випробування, що проводились на території відвалу №3 ВАТ «Інгулецький ГЗК» протягом 2006-2010 рр. дозволили встановити, що інтенсивність виділення пилу поверхнею покритою рослинністю описується формулою (3).

$$I_{не} = I_0 86,13 e^{-4,8ПП}, \quad (3)$$

де  $I_{nv}$  – інтенсивність виділення пилу з площ відвалу із спонтанним заростанням, мг/с м<sup>2</sup>;  $I_0$  – інтенсивність виділення пилу з відкритих поверхонь відвалу, мг/с м<sup>2</sup>;  $86,13e^{-4,811П}$  – коефіцієнт виділення пилу з територій покритих рослинністю; ПП – ступінь покриття територій рослинним покривом, %.

Відповідно до формули (3) інтенсивність пиління поверхонь зовнішніх відвалів експоненційно залежить від покриття поверхні рослинним покривом (проективне покриття). Так, при покритті поверхні рослинністю на 30 % винос пилових часток зменшується на 79 % в порівнянні з початковим. Для 90 % протипилової ефективності необхідно сформувати рослинний покрив з проективним покриттям у 45-50 %.

Подальші дослідження створення форм рельєфу на порушених гірничими роботами

землях продовжуються у напрямку їх композиційного сполучення з рослинними формаціями з метою виконання не тільки протипилових функцій. Так, варто продовжити дослідження у напрямку створення комплексного ландшафтного дизайну посттехногенних територій у процесі розробки родовищ корисних копалин. Для ефективного використання технологічних розробок необхідно визначити напрямки та принципи формування рельєфу не тільки в умовах відкритої розробки залізних руд. Перспективним є дослідження форм рельєфу при відкритій розробці горизонтальних родовищ (Нікопольський марганцеворудний басейн) та підземній розробці вугільних родовищ (Донецький басейн).

### Висновки

1. Розвиток України згідно з принципами сталого розвитку примушує шукати нові шляхи вирішення проблем відновлення порушеними гірничими роботами земель. Виникає необхідність комплексного використання техногенних ландшафтів та формування систем поєднання з природними ландшафтами.

2. Для ефективного використання зовнішніх відвалів Кривбасу слід припинити їх пиління. Тимчасове вирішення проблеми (до формування рослинності) досягається за рахунок використання протипилових форм рельєфу, що зменшують пиління на тих площах де можливе їх формування на 50-90 %.

3. Удосконалення технологій відвалоутворення для зменшення пилоутворення поверхонь зовнішніх відвалів полягає у включенні етапу фінального рельєфотворення, коли при завершальному складуванні порід на поверхні відвалу формуються валові або конусоподібні насипи, параметри яких залежать від напрямку вітру, висоти відвалу, застосованого обладнання та необхідної протипилової ефективності.

4. Інтенсивність пиління поверхонь зовнішніх відвалів експоненційно залежить від покриття поверхні рослинним покривом (проективне покриття). Для досягнення 90 % протипилової ефективності необхідно сформувати рослинний покрив з проективним покриттям у 45-50 %.

### Перелік посилань

1. Долгова Т.И. Словарь-справочник по экологической безопасности. Термины и определения / Т.И. Долгова – Д.: НГУ, 2010. – Т.1. – С.33.
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» // Відомості Верховної Ради України (ВВР).– 1991. – N 41. – ст. 546.
3. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд: ДБН А.2.2-1-2003. – К.: Держбуд України, 2004. – 23 с.
4. Про затвердження методичних рекомендацій "Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря": Наказ МОЗ України – 28 с. Режим доступу до документа: [www.moz.gov.ua/ua/portal/dn\\_20070413\\_184.html](http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20070413_184.html)
5. Skidmore E.L. Wind erosion control / E.L. Skidmore // Climatic Change. – 1986. – №9. – P.209-218.



6. Савицкий Г.А. Ветровая нагрузка на сооружения / Г.А. Савицкий – М.: Издательство литературы по строительству, 1972. – 110 с.
7. Методические рекомендации по зимнему содержанию автомобильных дорог в Казахстане. – Алма-Ата: Министерство автомобильных дорог Казахской ССР, 1973. – 306 с.
8. Рекомендации по борьбе с пылением действующих и отработанных золошлакоотвалов: ТЭС РД 153-34.0-02.108-98 / Департамент стратегии развития и научно-технической политики, 2000. – 15 с.
9. Барри Р.Г. Погода и климат в горах / Р.Г. Барри. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 312с.
10. Tsoar H. Types of Aeolian Sand Dunes and Their Formation / Tsoar H. // *Geomorphological Fluid mechanics: Lecture Notes in Physics*. – Springer-Verlag, 2001. – P. 403-429.
11. Федюшин В.Т. О повышении эффективности снегозащитного озеленения дорог / В.Т. Федюшин // Информационный листок. – 1971. – №7.
12. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель: хрестоматия / [Лукина Н.В., Чибрик Т.С., Глазырина М.А., Филимонова Е.И.]. – Уральский государственный университет, 2008. – 256 с.
13. Wind shade calculator // Danish Wind Industry Association (<http://www.windpower.org/en/tour/wres/shelter/index.htm>)
14. Marshall J.K. Drought, land use and soil erosion / J.K. Marshall // *The environmental economic and social significance of drought*. – London: Angus and Robertson, 1973. – p. 55-77.
15. Lyon D.J. Wind Erosion and Its Control / D.J. Lyon, J.A. Smith // *Neb Guide*. – 2010. – G 1537. – 4 p. (<http://elkhorn.unl.edu/epublic/live/g1537/build/g1537.pdf>).
16. Сметана С.М. Підвищення екобезпеки порушених гірничими роботами територій при застосуванні методів цілеспрямованого прискореного формування екосистем / С.М. Сметана // *Екологія і природокористування: збірник наукових праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України*. – 2010. – № 13. – С. 74-89.
17. Сметана С.М. Екологічна класифікація техногенних ландшафтів гірничодобувних регіонів / С.М. Сметана // *Екологія і природокористування: збірник наукових праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України*. – 2008. – № 11. – С. 30-41.
18. Научно-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами (створення техногенних ландшафтних заказників, екологічних коридорів, відновлення екосистем) / [Шапар А.Г., Скрипник О.О., Копач П.І. та ін.]; за ред. А.Г.Шапара – Дніпропетровськ: Моноліт, 2007. – 270 с.
19. Сметана С.М. Підбір рослинності для формування різних типів екосистем в умовах техногенних ландшафтів Кривбасу / С.М. Сметана // *Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів. Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції, Частина II*. – Дніпропетровськ, 2009. – С. 89-90.
20. Сметана О.М. Структура наземної мезофауни Кривбасу / О.М. Сметана, Н.М. Сметана – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 227 с.

*S.M. Smetana*

**WASTE BANKS ENVIRONMENTAL SECURITY INCREASE WITH FORMATION OF DUST PROTECTION RELIEF AND SECONDARY ECOSYSTEMS**

*Institute for Nature Management Problems and Ecology of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipropetrovsk, Ukraine*

**The article reveals basic principles of technological and organizational mechanisms of dust protection relief and vegetation cover formation on the external waste bank within Kryvbass region. The examples illustrate the dust protection efficiency determination of relief forms creation and vegetation cover**

*Надійшла до редколегії 13 жовтня 2011 р.*

*Рекомендовано членом редколегії докт. техн. наук Т.І. Долговою*