

УДК 622.794

Д.О. МАКЕЄВА (асистент)  
Донецький національний технічний університет

## ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

*Однією з найгостріших екологічних проблем вуглевидобувних районів України на сьогоднішній день є проблема накопичення відходів вугільної промисловості. У статті наводиться огляд ситуації та пропонуються шляхи часткового вирішення проблеми.*

**Ключові слова:** екологічна небезпека, породні відвали.

*Постановка проблеми.* Однією з найгостріших проблем вуглевидобувних районів України на сьогоднішній день є проблема накопичення відходів вугільної промисловості. Зараз тільки у Донецькій області у породних відвалах зосереджено 560,8 млн.т породи. Відвали породи, кількість яких складає біля 600, займають 3,754 тисячі гектарів земель [5].

Техногенне навантаження на одиницю території в Донецькій області більш ніж в 9 разів перевищує середню по Україні. Щорічно в терикони і відвали надходить близько 50-60 млн. м<sup>3</sup> гірничих порід. В даний час, за даними державного управління екології та природних ресурсів в Донецькій області на території регіону розташовані біля 600 породних відвалу вугільних шахт і збагачувальних фабрик. У місті Донецьку продовжують горіти 30 породних відвалів. В експлуатації зараз знаходяться близько 125 відвалів. Площа поверхні кожного такого відвала близько 0,12 км<sup>2</sup>. Щоб провести профілактику самозаймання всіх поверхонь відвалів необхідно добути більше 4 млн. т глини або 22 т на 1000 т породи. Породними відвалами щорічно викидається в атмосферу понад 65000 тонн шкідливих речовин. В результаті роботи гірничодобувних підприємств порушені 24 тис. га сільськогосподарських земель, з яких 4,3 тис. га відпрацьовані і підлягають рекультивації. Цей обсяг площ за останні 10 років не зменшується - під породними відвалами в області зайнято 3,7 тис. га. У багатьох вугледобувних підприємств присутнє самозахоплення земель. Наприклад, шахтами колишнього об'єднання «Донецьквугілля» під породні відвали без відводу земель зайнято близько 200 га, з них 2,6 га сільгоспугідь. Просідання земної поверхні коливається в межах від 1,2 до 5,5 м, а в середньому по басейну складає приблизно від 1,5 до 2,5 м, в результаті чого сформувалася регіональна депресивна воронка глибиною 25-40 м. З просіданням земної поверхні тісно пов'язані процеси затоплення і підтоплення територій, а також заболочування ґрунтів, які супроводжуються руйнуванням будівель і споруд, порушенням умов гідрогеології регіону, що призводить до виснаження і осушенню колодязів, водостоків, джерел, водойм і річок.

У басейні підтоплені значні площі міст Донецька, Макіївки, та ін Навколо більшості породних відвалів ґрунти і ґрунтові води в радіусі до 0,5 км засолені і забруднені, рослинний світ пригнічений. Палаючі породні відвали виділяють в атмосферу велику кількість шкідливих газів (СО, СО<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) і пилу, які в десятки разів перевищують допустимі норми. Виділення з породних відвалів містять оксиди сірки, дрібні частинки утримують свинець або азбест, окислювачі, оксиди вуглецю, берилій та ін.

Основними факторами негативного впливу породних відвалів на навколишнє середовище є: порушення природного ландшафту земної поверхні; пилогазові забруднення атмосфери; порушення гідрогеологічного режиму прилеглих територій; хімічне та радіологічне забруднення ґрунтів і вод [9]. За даними [3] з кожного гектара поверхні молодих відвалів, з порід легкого механічного складу, щорічно виноситься за межі цих земель від 200 до 500 т пилу. Площа запилення становить 500 га на 1 га відвальної поверхні. При цьому в розрахунках рекомендується приймати, що 50% відкладається на землях,

прилеглих до вийнятого, а 50% пилу тривалий час переміщається з повітряними потоками [8].

*Аналіз досліджень.* Відомі дослідження екологічної ситуації регіонів з особливими екологічними умовами, у яких розглянуто можливості розширення використання способів підвищення екологічної безпеки цих територій за рахунок використання відновлювальних джерел енергії та потенціалу самих територій [1,2,7]. У Донецькому національному технічному університеті були проведені дослідження деяких териконів міста Донецька з метою виявлення можливих напрямків використання порід цих відвалів. Результати цих досліджень свідчать про те, що породи териконів придатні для виготовлення керамзиту, цегли, насипних ґрунтів і в якості добрив [8].

*Постановка задачі.* Екологічна небезпека породних відвалів обумовлена великою кількістю викидів в атмосферу небезпечних речовин, забрудненням вод, порушеннями літосфери. В даний час найбільш поширеним методом боротьби зі шкідливим впливом відвалів на навколишнє середовище є їх рекультивація. Однак даний метод з економічної точки зору не приносить ніякої вигоди, а навпаки, є енергетично і фінансово досить витратним. Терикони можна розглядати як джерело цінної сировини і енергії, який може приносити дохід.

*Виклад матеріалу і результати.* Дуже важливо раціонально та екологічно безпечно використовувати породні відвали. Породна маса відвалів шахт містить до 46% вугілля, до 15% глинозему (сировини для отримання алюмінію і силуміну) і до 20% оксидів кремнію і заліза. За даними ДП «Укргеологія», зміст рідкоземельних елементів в тонні породи досягає: германій - 55 г, скандій – 20 г, галій – 100 г. Дані елементи доцільно видобувати, починаючи з 10 грам на тонну. Загальна кількість рідкоземельних елементів у відвалах складає близько 230-260 г на тонну [8].

Сировина з відвалів і готова продукція з цієї сировини завжди може використовуватися у виробництві. Вироби з силуміну (труби, запірна арматура, фітинги і т.д.) необхідні для потреб хімічної, газової і нафтової промисловості. Германій використовується у виробництві побутових пластмас, в якості каталізатора в металургії та електротехнічній промисловості, в медицині, оптиці, геліоенергетики. Германієве скло і лінзи застосовують у приладах нічного бачення, у військових системах наведення. Вартість германію перевищує \$ 1 тис./кг. Скандій використовується в авіаційній, космічній, автомобільній промисловості, криогенній техніці, галогенових лампах і навіть в зубному протезуванні. Вартість скандію коливається в межах \$ 42-45 тис./кг.

В даний час у світі існує кілька варіантів використання відвальної породи в якості сировини і палива для промисловості, розроблені різні програми їх утилізації. Зокрема, в Росії відходи вуглевидобутку прирівняні до корисних копалин.

Особливість горілих порід полягає в їх високій мікропористості і адсорбційної активності, завдяки чому вони є хорошими наповнювачами для різних мастик.

Фізико-механічні властивості таких порід дозволяють використовувати їх як сировину для будівництва тротуарів та автодоріг, а також в якості заповнювачів в звичайних бетонах [4].

Горілі породи териконів придатні для виготовлення керамзиту, насипних ґрунтів і цегли. Так, вже зараз світова будівельна промисловість все частіше орієнтується на виробництво цегли саме з відвальних порід. Така цегла має високі показники міцності, морозостійкості і водонепроникності.

Крім того, з відвальної породи можна виробляти плити, перекриття, стінні панелі, сходові марші, ліфтові шахти та іншої будматеріал. При цьому використання як сировини відходів вуглевидобувної промисловості дозволяє здешевити вартість будівництва, як мінімум, на 15-20%.

Незважаючи на труднощі і ризики, перспективність використання сировини гірничих відвалів очевидна, тому їх утилізація дозволяє вирішувати одночасно цілий ряд економічних,

соціальних та екологічних проблем. Також дуже ефективним є використання відвалів будь-якими іншими способами (екологічний туризм, ландшафтне репланування, використання у якості основи для встановлення вітрогенераторів).

Згідно з законами екологічної безпеки та раціонального природокористування найраціональнішим способом поводження з породними відвалами є їх повна ліквідація, але у сучасному суспільстві немає перспективи близької реалізації цього шляху, що пов'язано з багатьма економічними причинами.

Тож дуже актуальним на теперішній час є розробка нових технологій, що стосується екологічно-безпечного та економічно ефективного використання породних відвалів [6] та використання альтернативних джерел енергії. Способом такого використання є розташування на породних відвалах автономних вітроустановок. В умовах вугледобувних районів України є усі передумови для ефективного розташування вітроенергетичних установок та використання енергії вітру. Такий комплексний підхід дозволить одночасно з рішенням кількох техніко-технологічних проблем вирішити питання підвищення екологічної безпеки Донбаського регіону.

Згідно з даними Реєстру породних відвалів, існує певна категорія відвалів – старі відвали (більше 50 років), що піддалися природному озелененню та вкриті трав'янистими рослинами. Такі відвали не становлять активної загрози життю людей та екологічному стану довкілля. З таких відвалів не відбувається підвищене пилоутворення, не викидаються в атмосферу забруднюючі речовини, а дощові води, що стікають з них не мають підвищеної концентрації небезпечних речовин. Ця категорія відвалів у черзі на ліквідацію стоїть останньою. Саме ці відвали розглядаються у роботі, як потенційні об'єкти для розташування на них вітроустановок.

Згідно з Постановою Уряду України, усі відвали породи, вищі за 50 метрів мають бути переформовані та знижені до висоти 50 метрів. У зв'язку з цим на державному рівні прийняте рішення, тимчасовим наслідком якого буде збільшення інтенсивності запилення та реалізації робіт з пилопригнітання на час проведення цих робіт. В даній роботі висувається ідея використання такої ситуації і разом з обов'язковим пониженням відвалу будівництва штучних рельєфів для встановлення вітрогенераторів. Також роботи по фігурному реплануванню відвалів будуть закінчуватись обов'язковими мірами з пилопригнітання за допомогою розчинів ПАР, вапняних суспензій та сахарної барди (дешевих технічних відходів від промивки чанів на сахарному виробництві), що зведе пилоутворення з репланованих відвалів до мінімуму.

При виконанні досліджень використано методи: натурних екологічних досліджень території відвалів по затвердженим методикам, логічного узагальнення й системного аналізу науково-технічної інформації – при дослідженні процесів перерозподілення повітряних потоків на породних відвалах; метод математичного комп'ютерного імітаційного моделювання й програмування з використанням основних законів аеродинаміки та гідродинаміки для дослідження перерозподілення повітряних потоків та їх швидкості у штучних рельєфах; фізичного моделювання – при виконанні експериментальних лабораторних досліджень перерозподілення повітряних потоків на моделях породних відвалів; еколого-економічного аналізу розташування вітроенергетичних агрегатів на породних відвалах.

Теоретично обґрунтовано підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) і екологічної ефективності ВЕУ, що розташовані на породних відвалах. Встановлюється можливість підвищення екологічного ККД вітроустановки шляхом збільшення періода з оптимальним вітровим режимом в області вітроколеса за рахунок створення штучних рельєфів-концентраторів вітрового потоку. Ефект може бути досягнутий розширенням межі вітрового діапазону за рахунок спорудження в масиві тіла терикону спеціальних рельєфів – конфузорів і дифузорів, що збільшують швидкість вхідного вітрового потоку до величин, в яких електромеханічний ККД ВЕУ оптимальний.

Вироблення енергії вітроагрегатом, який розташовано у системі запропонованих штучних рельєфів - концентраторів вітрового потоку збільшується порівняно з умовами без концентрування в 3 рази. Також у розділі проводиться розробка нових конструктивних рішень вітроенергетичних установок, що встановлені на породних відвалах.

Обґрунтовано, що розміщення автономних вітроагрегатів середньої потужності у штучних рельєфах породних відвалів є екологічно безпечним завдяки наявності санітарно-захисної зони навколо вітроагрегата, яка складає 500 метрів, не вилученню сільськогосподарських територій, низькому рівню шуму що виробляється при роботі вітроустановки 20 дБ при граничному нормативі 45 дБ, відсутності інфразвуку при роботі вітроколес з вертикальною віссю обертання. Обґрунтовано переваги вертикально осьових агрегатів середньої потужності для встановлення на породних відвалах для виробництва енергії у обсязі 50-100 кВт незалежністю при роботі від напрямку вітру, розміщенням генератора та мультиплікатора поза вітроколесом, безпекою для птахів, відсутністю небезпеки розльоту льодових уламків з лопатей вітроколеса, відсутністю випромінювання інфразвуку.

На основі результатів експериментів винайдено залежність для визначення оптимальної глибини штучних каналів-концентраторів на відвалі, яка пов'язана з максимумом швидкості вітрового потоку на відвалі, яка досягається на висоті 0,85 від основи, або 0,15 від верхівки:

$$H_{\text{кан}} = 0,15 * H_{\text{відв}}$$

де  $H_{\text{кан}}$  - глибина каналу концентратора;

$H_{\text{відв}}$  - висота відвала.

Проведено математичне комп'ютерне моделювання процесів перерозподілення та концентрування швидкості вітрового потоку у штучних рельєфах-концентраторах.

На рис. 1 наведено моделі руху повітряних потоків у штучних рельєфах. Вітровий потік представлено одиничними елементарними цівками. У середині каналів-концентраторів швидкість потоку збільшується.

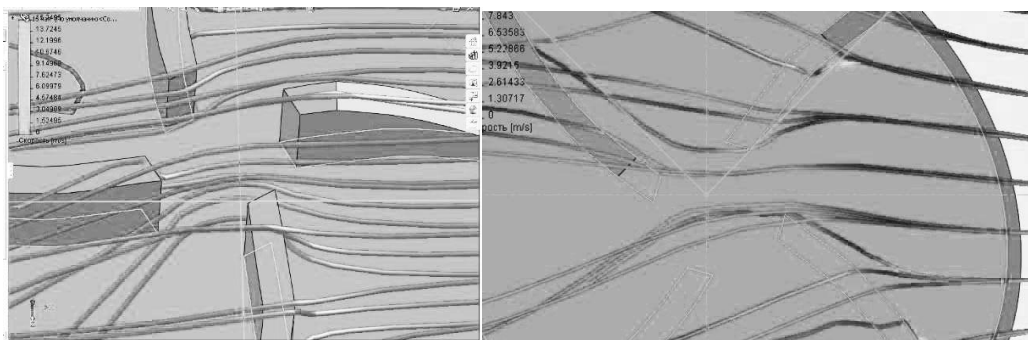


Рисунок 1 – Моделі руху повітряних потоків у штучних рельєфах.  
Рух потоку під кутом  $\alpha=0$  град та 45 градусів

Після проведення ряду замірів, з'ясовано, що збільшення швидкості вітрового потоку на моделі А в середині каналу дорівнює 123 %, на моделі В – 164 %, на третій моделі С – 140%. На рисунку 2 представлено повний графік зміни прискорення швидкості вітрового потоку в середині штучного каналу в залежності від кривизни каналу.

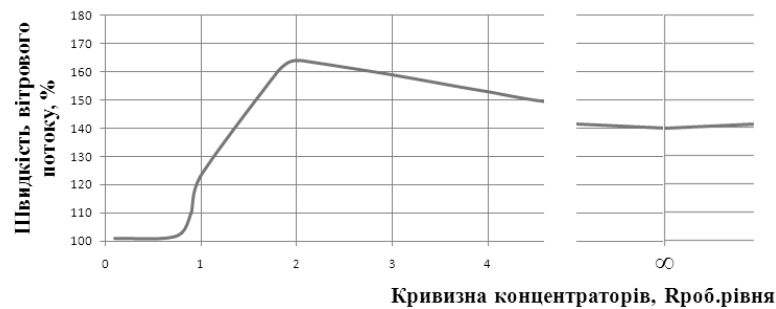


Рисунок 2 – Графік зміни прискорення швидкості вітрового потоку в середині штучного каналу в залежності від кривизни каналу

На основі цих результатів зроблено висновок, що максимальна концентрація енергії вітру досягається при радіальному розташуванні гребенів штучних рельєфів, з радіусом кривизни цих гребенів наближеним до середнього діаметру верхнього робочого рівня відвалу.

За таких умов швидкість вітрового потоку у зоні вітрогенератора збільшується у 1,64 разів.

Було виконано техніко-економічне порівняння варіантів установки вітрогенераторів. застосування продуктивнішого варіанту С дозволить отримати додаткової енергії на суму 34049 грн. в рік. Витрати на гірничопланувальні роботи по формуванню штучних будуть компенсовані протягом першого року роботи і подальший економічний ефект може розраховуватися виходячи з 167 додаткових днів максимально ефективної роботи вітрогенератора вибраного типу, відповідно до тарифу на електроенергію, що складає 34049 грн. в рік (дані 2011 року).

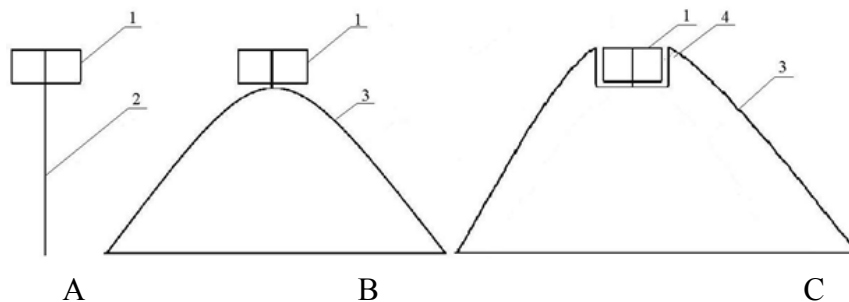


Рисунок 3 – Умовні схеми розташування вітрогенератора:  
1 – вітрогенератор; 2 – металева щогла; 3 – породний відвал; 4 – штучні рельєфи

*Висновки та напрями подальших досліджень.* Екологічну небезпеку породних відвалів може бути зменшено шляхом раціонального використання потенціалу відвалів та використання сировини, що є у породах породних відвалів. У роботі проаналізовано можливості використання відвалів як основи для встановлення вітрогенераторів і видобутку енергії для потреб районів, у яких розташовані породні відвали. Розраховано економічний ефект, який може бути досягнутий при розташуванні вітроагрегата у штучному рельєфі на породному відвалі. Він може розраховуватися виходячи з 167 днів максимально ефективної роботи вітрогенератора вибраного типу, відповідно до тарифу на електроенергію, що складає 34049 грн. в рік (за тарифом 2011 року). Збільшення у 3 рази.

Глобальним завданням є розробка заходів, що підвищують екологічну безпеку життєдіяльності в комплексі з вирішенням завдань щодо нормалізації і поліпшення екологічної обстановки в індустріальних та постіндустріальних регіонах. Основним

завданням впровадження ресурсозберігаючих технологій та використання альтернативних джерел енергії є зменшення екологічних ризиків, викликаних надзвичайними ситуаціями природного, антропогенного і в першу чергу техногенного характеру. Розраховано, що вироблення 1кВт\*ч енергії вітроагрегатом економить 0,14 кг кам'яного вугілля. Розрахунок економії від збереження вичерпних ресурсів за рахунок використання вітроустановок показує, що вітрогенератор Верано ДПВ 52 виробляє на годину 52 кВт енергії, що в перекладі на умовне паливо становить 0,006396 т., що еквівалентно спалюванню 0,007 тонн кам'яного вугілля. При роботі пропонованої вітроустановки за 1 рік може бути знижено використання кам'яного вугілля на 65,7 тонн.

#### Список літератури

1. Бекиров Э. А. Перспектива повышения энергоэффективности и энергетического потенциала Крыма на основе возобновляемых источников энергии / Э. А. Бекиров, С. Э. Бекирова // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. — 2010. — Вып. 33—34. — С. 321—327.
2. Ветрова Н. М. Об основных тенденция развития экологической ситуации в Украине / Н. М. Ветрова // Строительство и техногенная безопасность: Сб. науч. трудов. — 2006. — Вып. 15—16. — С. 102—108.
3. Высоцкий С.П. Ресурсосбережение как фактор эколого- экономического оздоровления в Донецком регионе / С.П. Высоцкий, В.Г. Литвиненко, Е.Б. Жупинас // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник; АДІ ДВНЗ «ДонНТУ». – 2007. - № 1(4). – С. 171-176.
4. Зборщик М.П. Предотвращение самовозгорания горных пород / М. П. Зборщик, В. В. Осокин. – Киев: Техника, 1990. - 175,[1]; с. ил. 20 см.
5. Макеева Д.А. Повышение эффективности и экологической безопасности ветроэнергетических установок, размещаемых на породных отвалах / В.К. Костенко, Д.А. Макеева, А.Е. Кольчик // Международная научно-практическая конференция [„Неделя горняка“], 2005: материалы конференции. – Москва, 2005. – 260 с.
6. Макеева Д.О. Підвищення надійності життєзабезпечення за рахунок використання вітроустановок, що встановлені на породних відвалах / Д.О. Макеева // Сборник научных трудов Sworld. Материалы международной научно-практической конференции [«Современные направления теоретических и прикладных исследований-2012»]. - 2012. - Выпуск 1., Т.7. - ЦИТ: 112-114.
7. Мхітарян Н.М. Ресурси та перспективи розвитку відновлювальної енергетики України / Н.М. Мхітарян, С.О. Кудря, Л.В. Яценко // Збірка праць XII міжнародної науково-практичної конференції [«Відновлювана енергетика XXI століття»], (12 - 16 вересня 2011 року). – 2011.
8. К геологии Донбасса / [Б.С. Панов, О.А. Шевченко, Ю.А. Проскурня, Е.С. Матлак] // Проблемы экологии. – 1999. – вып. - С. 17–25.
9. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины: монография / [Ю.Н.Гавриленко, В.Н.Ермаков, Ю.Ф.Кренида и др.]; под ред. Ю.Н. Гавриленко, В.Н.Ермакова. – Д.: «Норд-Пресс», 2004. – 631 с.

Надійшла до редакції 25.03.2013

Д.А. МАКЕЕВА

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ**

*Одной из острейших экологических проблем угледобывающих районов Украины на сегодняшний день является проблема накопления отходов угольной промышленности. В статье приводится обзор ситуации, и предлагаются пути частичного решения проблемы.*

**Ключевые слова:** экологическая опасность, породные отвалы.

D. MAKEJEVA

#### **ENVIRONMENTAL HAZARDS OF WASTE DUMPS AND PROBLEM SOLUTION**

*One of the most urgent problems of coal mining areas of Ukraine today is the problem of coal industry wastes accumulation. The paper provides a review of this situation and suggests the ways to partially solve this problem.*

**Keywords:** environmental hazards, waste dumps.

© Макеева Д.О., 2013