

УДК 622.17:504.064.4

**Петльований М.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Гайдай О. А.**, канд. техн. наук, доцент  
(Державний ВНЗ «НГУ»)

## **АНАЛІЗ НАКОПИЧЕННЯ І СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ, ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗРОБКИ**

**Петлёванный М.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Гайдай А.А.**, канд. техн. наук, доцент  
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

## **АНАЛИЗ НАКОПЛЕНИЯ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ, ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗРАБОТКИ**

**Petlovanyi M.V.**, Ph.D. (Tech.), Associate Professor,  
**Haidai O.A.**, Ph.D. (Tech.), Associate Professor  
(State HEI «NMU»)

## **ANALYSIS OF STOCKING, SYSTEMATIZATION AND PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF ROCK DUMPS OF COAL MINES**

**Анотація.** Розглянуто актуальні питання проблеми накопичення породних відвалів діючих вугільних шахт в гірничопромислових регіонах України та перспектив щодо подальшого їх промислового освоєння.

Виконано аналіз геометричних параметрів породних відвалів вугільних шахт Донецької, Дніпропетровської, Львівської та Волинської областей та встановлено найбільш їх характерні основні кількісно-якісні показники. За щільністю розташування та місцем утворення породних відвалів запропоновано їх згрупувати та систематизувати у вісім окремих райони. Виявлено найбільш привабливі та перспективні до промислового освоєння райони утворень породних відвалів, що характеризуються найбільшим вмістом вугілля, достатніми запасами накопичених порід, зручною формою відвалів до розробки (переважно плоскі), наявності достатньої інфраструктури та необхідністю скорішого вивільнення цінних земельних площ. Висвітлено основні напрямки використання породних відвалів – вилучення цінних компонентів і в якості джерела цінної сировини для будівельної промисловості. Акцентовано увагу на технологічні, економічні та соціальні аспекти доцільності промислового освоєння породних відвалів, а також основні причини, що в теперішній час ускладнюють цей процес.

**Ключові слова:** породний відвал, геометричні параметри, промислове освоєння, районування, рідкоземельні метали, вугілля.

**Вступ.** Внаслідок підземного видобутку кам'яного вугілля та антрацитів неминуче утворення відходів. Основним відходом підземного видобутку вугілля є відвали пустих порід (терикони). В Україні налічується 1 200 породних відвали, з яких понад 300 є такими, що горять [1]. На сьогодні більшість відвалів є закритими, рекультивованими, а частина діючими. Але з початку 2014 р. шахтний фонд країни зазнав втрат у зв'язку із ситуацією на сході України (частини території Донецької та Луганської області), де залишилось понад 80 шахт, тому техногенні родовища цих територій не враховуються.

Станом на 2016 р. в Україні вугілля видобувають 55 шахт, з них 25 – державної форми власності, 30 – приватні. Таким чином значна частина шахтних відвалів теж опинилась на непідконтрольній території та в даний час не враховуються в загальнодержавному утворенні відходів з причини відсутності статистичної інформації. Численними дослідженнями доведено, що породні відвали потрібно розглядати не як відходи виробництва, а як джерело мінеральної сировини, де містяться такі цінні компоненти як комплекс рідкоземельних металів, фракції вугілля, глинозем тощо. Зарубіжний досвід показує, що оцінка і відпрацювання техногенних родовищ в порівнянні з природними родовищами коштує дешевше в 5-15 разів [2].

Крім цього з точки зору охорони навколишнього середовища при видобутку корисних копалин і складуванні відходів відбувається руйнування природного геологічного середовища і створення нового, техногенного [3]. Тому утилізація накопичених порід є вкрай актуальною проблемою для українського суспільства.

**Аналіз публікацій з тематики проблеми.** Вивченню питання придатності мінеральних ресурсів породних відвалів до промислового освоєння та утилізації присвячено багато досліджень. В роботі [4, 5] наводяться дані щодо досліджень вмісту групи рідкоземельних металів з високою концентрацією. Проведені експерименти [6, 7] дозволили виявити можливість використання горілої породи в якості будівельних матеріалів (бетонів, цегли, плитки тротуарної, фасадної, облицювальної), основної добавки в шихту при виготовленні керамічних виробів. Роботи [8, 9, 10] присвячені дослідженням можливості закладання виробленого простору шахт утвореними на земній поверхні накопиченнями пустих порід.

Інститутом геології НАНУ розроблена карта техногенних ресурсів України [2], що базується на результатах багаторічних досліджень промислових відходів порід видобутку, збагачення та переробки руд чорних і кольорових металів, хімічної і нерудної сировини, шлаків і золи ТЕС, порід вуглевидобутку і вуглезбагачення, відходів металургійного виробництва тощо. На карту нанесено також діючі техногенні родовища та потенційно перспективні до розробки.

В статті пропонується доповнити, розширити і систематизувати уявлення про основний мінерально-сировинний фонд породних відвалів від вуглевидобутку як джерела цінної мінеральної сировини та резерву запасів корисних копалин, що залучатимуться при поступовому виснаженні запасів природних родовищ.

**Викладення основного змісту досліджень.** Породний відвал являє собою сукупність порід (алевроліти, аргіліти, пісковики, сланці, які є частково вуглевміщуючими) від проведення виробок та фракцій вугілля, складованих у відведеному місці. При цьому кількість вугілля, що міститься в відвалі, може сягати до 40 %. Аналіз геометричних параметрів понад 650 породних відвалів вугільних шахт Донецької, Дніпропетровської, Львівської та Волинської областей дозволив встановити, що найбільш їх поширеною формою є плоска та конусна, також встановлені середні значення висот відвалів, накопичених порід та за-

йманих площ (табл. 1) [11]. Крім того в плоских відвалах складована більша кількість порід і під них відводяться більші земельні ділянки в порівнянні з конусними та усіченими конусами. Саме плоским відвалам повинна приділятися увага науковців та технологів щодо їх розробки, що пояснюється скорішим вивільненням площ, більшими запасами цінних компонентів та зручністю експлуатації.

Таблиця 1 – Усереднені параметри породних відвалів

Форма відвалів	Розповсюдженість форми відвалів, %	Середня висота, м	Середній об'єм порід, млн. т	Середня займана площа, га
Плоска	38	36	2,1	46
Конусна	38	45	0,5	4,4
Усічений конус	24	37	1,1	7,6

Крім вугілля в пустих відвалах містяться ряд цінних рідкоземельних металів, вміст котрих може перевищувати їх кларки у земній корі [4] (табл. 2). Загальний вміст цінних елементів у відвалі складає 230-260 г/т, при їх промислового значенні – від 10 г/т. Крім того, у породних відвалах міститься в оксидній формі значна кількість алюмінію (до 25 %) та не менше 20 % заліза.

Таблиця 2 – Вміст рідкоземельних елементів в породних відвалах

Корисний компонент	Вміст, г/т	Ринкова вартість (2016 р.), \$/кг
Скандій	20	15000
Цирконій	20	110
Германій	55	900
Галій	100	145
Ітрій	25	382

Аналіз корисних компонентів, що містять породні відвали, дозволяє стверджувати, що ці техногенні утворення мають розглядатися державою як стратегічне джерело цінної мінеральної сировини, яке сприятиме розвитку економіки країни, а їх промислове освоєння зменшить обсяги їх утворення та відповідно техногенне навантаження на навколишнє середовище гірничодобувних регіонів. Найбільшу вартісну цінність представляє вміст скандію в пустих породах. Але для перспектив розробки породних відвалів їх потрібно перш за все ідентифікувати як об'єкти та районувати за якісними ознаками.

Для оцінки об'ємів накопичення порід, місць їх розташування необхідно провести комплексний аналіз різних джерел, що надасть можливість узагальнити фонд мінеральної сировини і представити його у вигляді схематичних карт. На підставі узагальнення комплексного аналізу літературних джерел, відкритих даних державної статистики, місць видалення відходів за областями національних та регіональних доповідей про стан навколишнього середовища, екологічних паспортів областей (Дніпропетровська, Донецька, Луганська, Львівська, Волинська) та отриманих даних в результаті виконання наукових досліджень здійснено комплексну характеристику основних техногенних утворень пустих

порід.

У *Дніпропетровській області* видобування кам'яного вугілля здійснює ДТЕК «Павлоградвугілля», де функціонує 5 шахтоуправлінь, до складу кожного входять по 2 шахти. Станом на 01.12.2016 р. шахти Західного Донбасу видобули 16,7 млн т вугілля. За час освоєння вугільних пластів Західного Донбасу утворено 11 породних відвалів, які відносно щільно розташовані – відвал закритої ш. «Першотравнева», 2 відвали ш. «Ювілейна», 2 відвали ш. «Степова», відвал ш. ім. М.І. Сташкова, відвал ш. «Дніпровська», відвал ш. «Самарська», 2 відвали ш. «Тернівська», відвал ш. «Західно-Донбаська».

Утворення породних відвалів Західного Донбасу можна віднести до Павлоградського району. По 10 діючих шахтах Західного Донбасу запаси германію оцінюються в 7375,5 т за категоріями  $C_1+C_2$ . Германій з вугілля не вилучається і він повністю втрачається внаслідок видобутку вугілля (86,9 т) та втрат (30,8 т) [12].

У *Донецькій області* (без врахування непідконтрольних територій) видобування вугілля марок Г, К здійснює ДП «Селідіввугілля», ДП «Торецьквугілля», ДТЕК «Добропіллявугілля», ДП «Південнодонбаське № 1», ДП «Південнодонбаське № 3», шахтоуправління «Покровське», ТОВ «Краснолиманська» та ін., де в загальній кількості функціонує понад 20 шахт. Станом на 01.12.2016 р. шахти Донецької області видобули 10,1 млн т вугілля. Утворення породних відвалів від діяльності вугільних шахт Донецької області доцільно розподілити на чотири райони (скупчення): Добропільський (10 од.) – 2 відвали ш. «Піонер», відвал ш. «Красноармійська», 2 відвали ш. «Новодонецька», відвал ш. «Білозерська», 2 відвали ш. «Алмазна», відвал ш. «Добропільська», відвал ш. «Білицька»; Покровський (27 од.) – 1 відвал ш/у «Покровське», ш. «Родинська», 3 відвали ш. «Краснолиманська», 3 відвали ш. Стаханова, 2 відвали ш. «Центральна», 3 відвали ш. Димитрова, 2 відвали ш. «Новгородівська 1-3», 2 відвали ш. «Новгородівська 2», відвал ш. «Росія», відвал ш. Коротченка, відвал ш. «Україна», 7 відвалів ш. «Курахівська», 2 відвали ш. № 10; Вугледарський (2 од.) – 2 відвали «Південнодонбаська № 1», відвал ш. «Південнодонбаська № 3»; Торецький (25 од.) – відвал ш. «Новодзержинська», відвал ш. «Торецька», відвал ш. Дзержинського, 2 відвали ш. «Нова», 3 відвали ш. Артема, відвал ш. «Південна», 2 відвали ш. «Північна», 7 відвалів ш. Ізотова, 8 відвалів ш. Гагаріна. Супутньою корисною копалиною у кам'яному вугіллі, є германій. У вугіллі, видобутому у 2015 році, нараховувалось 18,8 т германію. Останніми роками германій з вугілля не вилучається через відсутність необхідного обладнання, а видобуток германію в складі вугілля є технологічно вимушеним.

У *Луганській області* (без врахування непідконтрольних територій) видобування вугілля здійснює ДП «Лисичанськвугілля» та ДП «Первомайськвугілля», де функціонує 12 шахт. Утворення породних відвалів від діяльності вугільних шахт Луганської області доцільно виділити в один Лисичанський район (22 од.) – відвал ш. Капустіна, 4 відвали ш. «Привільнянська», відвал ш. «Новодружівська», відвал ш. Мельникова, відвал ш. «Матроська», 3 відвали ш. «Чорноморка», відвал ш. «Тошківська», відвал ш. «Карбоніт», 5 відвалів ш. «Гірська», від-

вал ш. «Золота», 3 відвали ш. Родіна, відвал ш. «110».

У Львівській та Волинській області діють 15 шахт, які входять до структури ДП «Львіввугілля» та ДП «Волиньвугілля», видобувають вугілля марки ДГ у Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейні. Утворення породних відвалів від діяльності вугільних шахт Львівської області можна виділити в один район (скупчення): Червоноградський (14 од.) – відвал ш. «Червоноградська», відвал ш. «Червоноградська №1», відвал ш. «Степова», відвал ш. «Лісова», відвал ш. «Відродження», відвал ш. «Великомостівська», відвал ш. «Великомостівська №3», відвал ш. «Великомостівська №4», відвал ш. «Зарічна», відвал ш. «Межирічанська», відвал ш. «Візейська», відвал ш. «Надія», відвал ш. «Великомостівська №6», відвал ш. «Бендюзька»; а Волинської області – Нововолинський (9 од.) – відвал ш. «Нововолинська №10», відвал ш. «Бужанська», відвал ш. «Нововолинська №4», 4 відвали ш. «Нововолинська №1», відвал ш. «Нововолинська №9», відвал ш. «Нововолинська №5». На 5 родовищах Львівсько-Волинського басейну кам'яного вугілля підраховані балансові запаси розсіяного елемента германію за кат.  $C_1+C_2$  кількістю 1743,33 т, із яких одне із запасами 240,2 т категорії  $C_1$  перебуває в експлуатації [13].

Таким чином за щільністю розташування та місцем утворення породних відвалів їх можна згрупувати та систематизувати у 8 окремих райони: Павлоградський, Добропільський, Покровський, Вугледарський, Торецький, Лисичанський, Червоноградський та Нововолинський. На рис. 1 представлені найбільші породні відвали (плоска форма) за займаною площею.



а – породний відвал ш. Межирічанська ДП «Львіввугілля» (61,2 га); б – породний відвал ш. Стаханова ДП «Красноармійськвугілля» (68,6 га); в – породний відвал ш. ім. М.І. Сташкова ПАТ ДТЕК «Павлоградвугілля» (35,9 га)

Рисунок 1 – Породні відвали, під які виділено значні площі (аерофотознімки Google Earth)

За результатом аналізу місць розташування техногенних утворень породних відвалів вугільної галузі складено узагальнену схему їх районів та в результаті обробки даних основних характеристик проведено градацію районів за об'ємами накопичення порід та зайнятими площами, що представлено на рис. 2. Якщо вказані райони також об'єднати, то простежуються два потужних регіони – Донецький та Львівсько-Волинський.

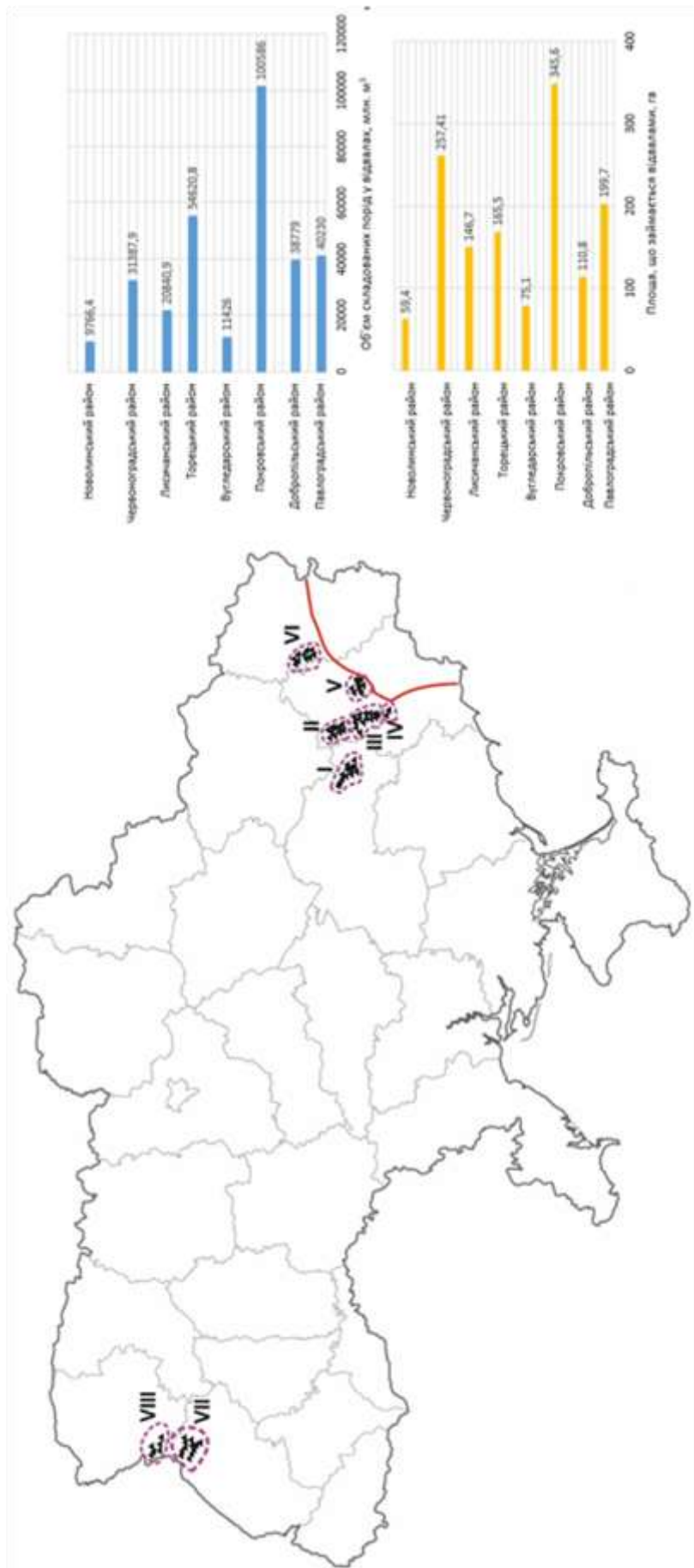
Аналіз рис. 2 дозволяє встановити, що за об'ємом накопичених відвальних порід лідером є Покровський район (понад 100 млн м<sup>3</sup> або приблизно 250 млн. т), крім того, його відвали займають найбільшу площу – 345,6 га землі, яку в разі промислового освоєння відвалів можна передати в користування та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та прилеглі населені пункти.

За результатами систематизації даних ідентифікованих породних відвалів складена характеристика районів їх накопичення, що наведена у табл. 3.

Таблиця 3 – Характеристика районів утворень ідентифікованих породних відвалів

Район утворень породних відвалів	Вміст вугілля, %	Марка/тип вугілля	Форма відвалів	Займана площа, га	Об'єм порід, млн. м <sup>3</sup>	Головні населені пункти
Павлоградський (11 відвалів)	6-12	ДГ, Г, Ж / Е, К	ПЛ, УСК	200	40200,0	Павлоград, Тернівка, Петропавлівка
Добропільський (10 відвалів)	8-23	Г, ГЖ / Е, К	ПЛ, К	110	38800,0	Добропілля, Білецьке, Білозірськ
Покровський (27 відвалів)	5-10	Г, Ж, К / Е, К	ПЛ, К	350	100600,0	Покровськ Селидове, Новогродівка
Вугледарський (2 відвали)	0-5	Г / Е	ПЛ, К	75	11400,0	Вугледар
Торецький (25 відвалів)	0-5	Ж, К, ПС / К	ПЛ, К	165	54600,0	Торецьк, Костянтинівка, Бахмут
Лисичанський (22 відвали)	0-5	ДГ, Г / Е	УСК, К, ПЛ,	150	20800,0	Лисичанськ, Северодонецьк
Червоноградський (14 відвалів)	3-25	ДГ, Г, ГЖ / Е, К	ПЛ, К	260	31400,0	Червоноград, Сокаль
Нововолинський (9 відвалів)	0-5	ДГ, Г, ГЖ / Е, К	ПЛ, К	60	9800,0	Нововолинськ

Примітка: ДГ – довгополумене газове, Г – газове; Ж – жирне; К – коксівне; ПС – піснувато-спікливе (щодо марки вугілля); ПЛ – плоский, УСК – усічений конус; К – конусний (щодо форми).



I – Павлоградський район; II – Добропільський район; III – Покровський район; IV – Вугледарський район; V – Торціанський район; VI – Лисичанський район; VII – Червоноградський район; VIII – Нововолинський район

Рисунок 2 – Узагальнена схематична карта районів утворень породних відвалів вугільної галузі України та їх градація за об'ємами накопичення та займаними площами

Аналіз даних табл. 2 дозволяє виділити в першому приближенні перспективні до освоєння райони – Павлоградський, Добропільський, Червоноградський, що характеризується найбільшим вмістом вугілля, достатніми запасами накопичених порід, зручною формою відвалів до розробки (переважно плоскі) та необхідністю скорішого вивільнення площ.

При наявності даних щодо інших кількісно-якісних характеристик порід та вугілля в породних відвалах, а також додаткової інформації інженерного плану можливо додати вміст сірки, дійсний/недійсний відвал, палаючий/непалаючий, наявність діючих комунікацій тощо.

Промисловий досвід розробки породних відвалів частково набуто в Донецькій області, м. Сніжне. З 2005 по 2012 р компанія «Coal Energy S.A.» здійснила переробку відвалів, створивши збагачувальну фабрику Сніжнянська №1 потужністю 1,2 млн. т породних відвалів в рік. У 2012 році фабрика Сніжнянська №1 вичерпала ресурси, розташованих поруч з нею відвалів, і була демонтована. З моменту введення в експлуатацію на фабриці було перероблено чотири відвали обсягом 2,6 млн. м<sup>3</sup> вуглевмісні породи. Переробленою породою засипано відпрацьований кар'єр площею 5,2 га та звільнено від териконів 18 га земельних площ.

В 2012 р. створено нову фабрику з переробки відвалів «Сніжнянська №2», річна потужність переробки – 1,4 млн. т породних відвалів. Планується, переробити 3 породних відвала загальним об'ємом 7,2 млн. т гірської маси в м. Сніжне та вивільнити 45 га земельних площ [14]. Вилучення вугілля економічно вигідне при вмісті вугілля не менше 5%, зольності вугілля не більше 15-20% і вмісті сірки не вище 1,5% [15].

Доцільність розробки техногенних відходів повинна бути викликана наступними аспектами:

- вилучення цінних компонентів для додаткової реалізації або поліпшення якості продукції шахт;
- вилучення цінних рідкоземельних металів;
- використання ресурсів техногенних утворень в будівельній промисловості (відсіпання доріг, наповнювачі та ін.);
- зниження екологічної плати за розміщення відходів виробництва;
- створення нових робочих місць;
- повернення цінних земельних площ в народне господарство.

Поряд з вищевказаними прикладами розробки та стимулюючими факторами в Україні фактично так і не був поширений досвід розробки породних відвалів в широких промислових масштабах. Це визначається такими особливостями: відсутністю конкретної фінансової підтримки держави і інвесторів, що викликало недовірою до розроблених проектів та прогнозів; відсутністю інформації про ринок збуту рідкоземельних металів; відсутністю достатнього досвіду розробки породних відвалів; відсутністю ефективних технологій вилучення цінних компонентів або їх дорожнечою; недосконалістю законодавчої бази (питання власності, приватизації, продажу, оренди, пільги). Концепція розробки техногенних утворень повинна базуватися також на повній, а не на частковій утилі-



зації об'єкта без подальшого повторного складування порід.

Наступним напрямком окрім вилучення цінних компонентів є використання пустих відвальних порід як сировину для будівельної промисловості. Основні напрями використання порід, що набули у даний час досвід поширення у вітчизняній та закордонній практиці представлено на рис. 3.

Отже накопичені відходи мають широкий спектр їх використання в провідних галузях економіки. Породні відвали повинні стати джерелом мінерально-сировинних ресурсів саме для розвитку гірничопромислових регіонів, де вони утворились та при певній підтримці місцевої влади переходити від проектів та ТЕО до власне промислового освоєння.

Освоювати породні відвали доцільніше на діючих шахтах, адже там створені головні умови – підведені енергопостачальні та водопостачальні мережі, проведені транспортні сполучення.



Рисунок 3 – Основні напрями промислового поводження з відвальними породами

**Висновки.** За результатами досліджень отримані наступні наукові та практичні результати:

- проведено комплексний аналіз накопичення породних відвалів діючих вугільних шахт в гірничопромислових регіонах України;

- аналіз геометричних параметрів породних відвалів вугільних шахт Донецької, Дніпропетровської, Львівської та Волинської областей дозволив встановити, що найбільш їх поширеною формою є плоска та конусна, також встановлені середні значення висот відвалів, накопичених порід та займаних ними площ;

- за щільністю розташування та місцем утворення породних відвалів запропоновано їх згрупувати у 8 окремих районів: Павлоградський, Добропільський, Покровський, Вугледарський, Торезький, Лисичанський, Червоноградський та Нововолинський;

- найбільш привабливими та перспективними до освоєння районами утворень породних відвалів є Павлоградський, Добропільський, Червоноградський, що характеризується найбільшим вмістом вугілля, достатніми запасами накопичених порід, зручною формою відвалів до розробки (переважно плоскі), дос-

татньою інфраструктурою та необхідністю скорішого вивільнення цінних земельних площ;

– основними напрямками використання породних відвалів повинні стати – вилучення цінних компонентів і джерело цінної сировини для будівельної промисловості.

Концепція розробки техногенних утворень повинна базуватися також на повній, а не на частковій утилізації об'єкта без подальшого повторного складування порід, що є основною умовою державних екологічних програм закордонних розвинених країн.

Робота виконана в рамках завдань наукового проекту, що фінансується за рахунок державного бюджету «Наукове обґрунтування методологічної, технологічної, екологічної та правової бази вилучення корисних компонентів з техногенних родовищ України» (№ держреєстрації 0116004619).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Козырь, Д.А. Оценка влияния ракурса съёмки на результаты тепловизионной съёмки очагов горения на породных отвалах / Д.А. Козырь // Комплексне використання природних ресурсів: Матеріали VI регіональної конференції, 14 листопада 2013 р. – Донецьк: ДонНТУ, 2013. – С. 15-17.
2. Горно-металлургический комплекс Украины (цифры, факты, комментарии) / Под ред. В.А. Гнатуш. – К.: Наукова думка, 2009. – 732 с.
3. Четверик, М.С. Формирование техногенной геологической среды и ее взаимосвязь с природной / М.С. Четверик, Е.А. Бубнова // Вісник Криворізького технічного університету. – 2010. – № 25. – С. 83-87.
4. Мнухин, А.Г. Породные отвалы – сырье будущего / А.Г. Мнухин // Уголь Украины. – 2009. – № 5. – С. 28-32.
5. Зубова, Л.Г. Терриконники угольных шахт – источник сырья для получения галлия, германия, висмута / Л.Г. Зубова // Уголь Украины. – 2004. – № 1. – С. 41-42.
6. Герасимов, Е.С. Углеотходы – резерв расширения минерально-сырьевой базы полезных ископаемых Украины (на примере Луганской области) / Е.С. Герасимов, К.В. Всеволодский // Мінеральні ресурси України. – 2014. – № 3. – С. 26-29.
7. Посыльный, И.Д. Использование горных пород для производства строительных материалов / И.Д. Посыльный // Ресурси твердых горючих ископаемых, их увеличение и комплексное рациональное использование в народном хозяйстве: Материалы VII Всесоюзного угольного совещания, 8-10 сентября 1981 г. – Ростов-на-Дону: Б.И., 1981. – С. 357-358.
8. Горбачев, Д.Т. Основные технические решения по оставлению породы в шахте / Д.Т. Горбачев // Уголь. – 1990. – № 8. – С. 21-23.
9. К вопросу подбора состава твердеющей закладки повышенной прочности / А.М. Кузьменко, М.В. Петлеваний, Е.П. Чистяков [и др.] // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2009. – Вып. 82. – С. 50-57.
10. Кузьменко, А.М. Состояние и перспективы развития закладочных работ на подземных рудниках Украины / А.М. Кузьменко, М.В. Петлеваний // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2013. – Вып. 110. – С. 89-98.
11. Bondarenko, V.I. New technique of coal mining very thin seams with leaving rock in mine / V.I. Bondarenko, A.V. Vivcharenko, A.I. Yarkovych // Szkola Eksplotacji Podziemnej. – 2013.
12. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Дніпропетровській області за 2015 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dostup.pravda.com.ua/request/13949/response/22498/attach/3/2015.pdf>. – Загол. з екрану.
13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Львівської області за 2015 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dostup.pravda.com.ua/request/13952/response/22541/attach/3/ND%202015.pdf>. – Загол. з екрану.
14. Переработка отвалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.coalenergy.com.ua/company/business/>. – Загл. с экрана.

15. Пек, Ф. Оценка рисков в Донецком бассейне (закрытие шахт и породные отвалы) / Ф. Пек. – Донецк: Юнеп Грид Арендал, 2009. –173 с.

#### REFERENCES

1. Kozyr, D.A. (2013), “Assessment of the influence of the survey angle on the results of the thermal imaging of burning foci on waste heaps”, *Kompleksne vykorystannia pryrodnykh resursiv: Materialy VI regionalnoy konferentsii* [Complex use of natural resources: Materials of the VI regional conference], Donetsk, 14 November 2013, pp. 15-17.
2. Gnatush, V.A. (ed.) (2009), *Gorno-metallurgicheskii kompleks Ukrainy (tsifry, fakty, komentarii)* [Mining and metallurgical complex of Ukraine (figures, facts, comments)], Naukova dumka, Kyiv, Ukraine.
3. Chetverik, M.S. and Bubnova, E.A. (2010), “Formation of the technogenic geological environment and its relationship with natural”, *Visnyk Kryvorizkogo tekhnichnogo universytetu*, no. 25, pp. 83-87.
4. Mnukhin, A.G. (2009), “Rock dumps are the raw materials of the future”, *Coal of Ukraine*, no. 5, pp. 28-32.
5. Zubova, L.G. (2004), “Terrikons of coal mines – a source of raw materials for obtaining gallium, germanium, bismuth”, *Coal of Ukraine*, no. 1, pp. 41-42.
6. Gerasimov, E.S. and Vsevolodskiy, K.V. (2014), “Carbon waste is a reserve for expansion of the mineral and raw materials base of minerals in Ukraine (on the example of the Lugansk region)”, *Mineralni resury Ukrainy*, no. 3, pp. 26-29.
7. Posylnyy, I.D. (1981), “Use of rocks for the production of building materials”, *Resursy tverdykh goryuchikh iskopaemykh, ikh uvelichenie i kompleksnoe ratsionalnoe ispolzovanie v narodnom khozyaystve* [Resources of solid fossil fuels, their increase and integrated rational use in the national economy], VII Vsesoyuznoe ugolnoe soveshchanie [Materials of the VII All-Union Coal Meeting], Rostov-na-Donu, 8-10 September 1981, pp. 357-358.
8. Gorbachev, D.T. (1990), “The main technical solutions for leaving the rock in the mine”, *Ugol*, no. 8, pp. 21-23.
9. Kuzmenko, A.M., Petlevanyy, M.V., Chistyakov, E.P., Kulish, S.A., Zubko, A.N., Usaty, V.Yu., and Sakhno, A.V. (2009), “Concerning the choice of the composition of a hardening tab of increased strength”, *Geo-Technical Mechanics*, no. 82, pp. 50-57.
10. Kuzmenko, A.M., Petlevanyy, M.V. (2013), “Status and prospects of development of laying works at underground mines of Ukraine”, *Geo-Technical Mechanics*, no. 110, pp. 89-98.
11. Bondarenko, V.I., Vivcharenko, A.V., Yarkovych, A.I. (2013), “New technique of coal mining very thin seams with leaving rock in mine”, *Szkola Eksplotacji Podziemnej*.
12. Regional report on the state of the environment in Dnipropetrovsk region for 2015 (2016), available at: <https://dostup.pravda.com.ua/request/13949/response/22498/attach/3/2015.pdf>, (Accessed 10.09.2017).
13. Regional report on the state of the environment in Lviv region for 2015 (2016), available at: <https://dostup.pravda.com.ua/request/13952/response/22541/attach/3/ND%202015.pdf>, (Accessed 10.09.2017).
14. Processing of dumps (2017), available at: <http://www.coalenergy.com.ua/company/business/>, (Accessed 10.09.2017).
15. Pek, F. (2009), *Otsenka riskov v Donetskoy basseyne (zakrytie shakht i porodnye otvaly)* [Risk assessment in the Donetsk basin (closure of mines and rock dumps)], Junep Grid Arendal, Donetsk, Ukraine.

---

#### Об авторах

**Петльований Михайло Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри підземної розробки родовищ, ДВНЗ «Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), Дніпро, Україна, [petlyovany@ukr.net](mailto:petlyovany@ukr.net).

**Гайдай Олександр Анатолійович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри підземної розробки родовищ, ДВНЗ «Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), Дніпро, Україна, [rugsh@i.ua](mailto:rugsh@i.ua).

#### About the authors

**Petlovanyi Mykhailo Volodymyrovych**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor of the Underground Mining Department, SHEI “National Mining University” (SHEI “NMU”), Dnipro, Ukraine, [petlyovany@ukr.net](mailto:petlyovany@ukr.net)

*Haidai Oleksander Anatolyovych*, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor of the Underground Mining Department, SHEI "National Mining University" (SHEI "NMU"), Dnipro, Ukraine, rugsh@i.ua

**Аннотация.** Рассмотрены актуальные вопросы проблемы накопления породных отвалов действующих угольных шахт в горнопромышленных регионах Украины и перспектив по дальнейшему их промышленного освоению.

Выполнен анализ геометрических параметров породных отвалов угольных шахт Донецкой, Днепропетровской, Львовской и Волынской и установлены наиболее их характерные основные качественно-количественные показатели. По плотности расположения и месту образования породных отвалов предложено их сгруппировать и систематизировать в восемь отдельных районов. Выявлены наиболее привлекательные и перспективные к промышленному освоению районы образований породных отвалов, характеризующиеся наибольшим содержанием угля, достаточными запасами накопленных пород, удобной формой отвалов к разработке (преимущественно плоские), достаточной инфраструктурой и необходимостью скорейшего высвобождения ценных земельных площадей. Освещены основные направления использования породных отвалов - извлечение ценных компонентов и в качестве источника ценного сырья для строительной промышленности. Акцентировано внимание на технологические, экономические и социальные аспекты целесообразности промышленного освоения породных отвалов, а также основных причин, в настоящее время затрудняющих этот процесс.

**Ключевые слова:** породный отвал, геометрические параметры, промышленное освоение, районирование, редкоземельные металлы, уголь.

**Annotation.** The topical issues of the accumulation of rock dumps in operating coal mines of the mining regions of Ukraine and prospects for their further industrial development are considered.

Geometry of the rock dumps in the coal mines of Donetsk, Dnipropetrovsk, Lviv and Volyn regions was analyzed, and their most characteristic basic qualitative and quantitative parameters were determined. It is proposed to group and systematize the rock dumps into eight separate regions depending on density of their location and place of their formation. The most attractive regions were identified, which are promising for formation of rock dumps because of significant coal content, sufficient reserves of accumulated rocks, geometry of dumps (mostly flat ones) convenient for development, sufficient infrastructure and necessity for soon clear of valuable lands. Main directions of the rock dump usage are shown, including extraction of valuable components to be used as valuable raw materials for the construction industry. Attention is focused on technological, economic and social aspects of feasibility of the rock dump industrial development, as well as on the main reasons that currently hamper this process.

**Keywords:** rock dump, geometrical parameters, industrial development, zoning, rare earth metals, coal.

*Стаття надійшла до редакції 27.09.2017*

*Рекомендовано до друку д-ром технічних наук Четвериком М.С.*