

## РУДНІ ЕЛЕМЕНТИ У ВІДХОДАХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ АЛМАЗНО-МАР'ЇВСЬКОГО ГІРНИЧО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ ДОНБАСУ

**І.В. Удалов**

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Майдан Свободи 4, м. Харків, 61022, Україна  
E-mail: igorudalov8@gmail.com*

Наведено дані щодо аналізу складу техногенних відходів промислових підприємств України. Описані чинники формування значної кількості техногенних відходів. Наведено характеристики окремих техногенних родовищ, що виникли внаслідок роботи промислових підприємств Донбасу. В роботі досліджено: шламонакопичувачі (№ 1, 2) і мулонагромаджувачі Алчевського металургійного комбінату, Стаханівського заводу феросплавів та відвали Алчевського металургійного комбінату та заводу металовиробів. Наведено дані щодо вмісту у цих об'єктах широкого спектру хімічних елементів з високою концентрацією. За результатами обстеження встановлено, що основними хімічними елементами, які мають аномальні концентрації, є Mn, Ti, Cr, Pb, Ni, Zn, Sn, Ge, Ag і Cd. У відвалі заводу металовиробів відмічено підвищений вміст Mo, Sb, W. Вперше виконано підрахунок прогнозних ресурсів корисних компонентів техногенних відходів досліджуваних підприємств, що знаходяться в Стаханівській та Алчевській територіально-промислових агломераціях.

*Ключові слова:* техногенні відходи, рідкісноземельні елементи, кольорові метали, техногенні родовища.

**Вступ.** Перспективи сталого розвитку України та її складової частини – Донбасу, в найближчому майбутньому визначаються мінерально-сировинними ресурсами, повноцінне використання яких необхідно як в даний час, так і на перспективу. Відомо, що економіка України є ресурсноорієнтованою [1–3]. Становище, що на сьогодні склалося в гірничовидобувній сфері Донбасу, об'єктивно оцінюється фахівцями всіх рівнів як кризове. Основні його ознаки пов'язані з незабезпеченістю більшості гірничовидобувних підприємств розвіданими запасами багатьох видів сировини та припиненням робіт зі створення нових потужностей у зв'язку з різким скороченням обсягів геологорозвідувальних робіт. Звідси відсутність необхідного державного резерву важливих корисних копалин, особливо рідкісних, кольорових та інших металів, споживання яких є індикатором економічної безпеки та незалежності.

Відзначено, що з 2–2,5 млрд т/рік використовуваних природних ресурсів в Україні близько 90 % перетворюються на промислові відходи. Загальний обсяг накопичених промислових відходів на сьогодні складає понад 35 млрд т. Вже у 2000 р. питома забруднення території України твердими промисловими відходами перевищило 7 тис. т на км<sup>2</sup>, а їхня кількість, що припадає на одного жителя країни, визначалася цифрою в 90 т [3].

Основною причиною надходження в навколишнє природне середовище (НПС) значної кількості твердих токсичних відходів усіх класів небезпеки є, в першу чергу, те, що вітчизняна промисловість продовжує орієнтуватися на нарощування обсягів виробництва продукції з низьким ступенем переробки. Понад 65 % національного експорту припадає на продукцію підприємств чорної і кольорової металургії, хімічної, харчової промисловості – галузей матеріального виробництва, діяльність яких пов'язана з утворенням твердих відходів переважно III і IV класів небезпеки.

Емісія в НПС настільки значної кількості техногенних відходів свідчить про низьку ефективність вітчизняного виробництва, ступінь використання природних ресурсів яких становить лише 5–10 %. До основних факторів, що формують прогресивну тенденцію накопичення промислових відходів у ряді регіонів України, треба віднести:

- високу концентрацію промислових підприємств, що утворюють відходи;
- використання енерго- і ресурсоемних технологій, морально і фізично застарілого обладнання;
- істотне скорочення обсягів переробки та утилізації твердих відходів виробництва;
- відсутність у суб'єктів господарювання мотивації до залучення промислових відходів у виробничо-господарські цикли;
- дефіцит обігових коштів і, як наслідок, згорання природоохоронних програм і проектів.

Результатом відсутності механізму екологічно ефективного використання мінерально-сировинного потенціалу, а також наслідком накопичення величезної кількості твердих промислових відходів стала поява на земній поверхні штучних утворень – масштабних скупчень твердих відходів виробництва, які за умовами залягання, обсягами і концентрацією рудних компонентів можна класифікувати як “техногенні родовища”. Українським законодавством термін “техногенні родовища” визначається як “місця, де накопичилися відходи видобутку, збагачення та переробки мінеральної сировини, запаси яких оцінені і мають промислове значення” [2, 4–6].

Водночас, техногенні родовища – це штучні скупчення мінеральної речовини, які за кількістю, якістю та умовами залягання (за відповідного рівня техніко-технологічного забезпечення і споживчого попиту) придатні для промислового використання, оскільки вміст хімічних елементів, утворень і мінералів у промислових відходах зазвичай перевищує аналогічні характеристики в природних об'єктах. Отже, з точки зору перспектив освоєння, техногенні родовища виступають в якості позитивних тимчасових екстерналій, що забезпечують майбутнім поколінням скорочення витрат на отримання цінних сировинних ресурсів, що обумовлено:

- високою концентрацією цінних компонентів у масиві цих родовищ;
- локалізацією запасів вторинних ресурсів;
- мінімізацією витрат на розробку, видобуток і транспортування мінеральних ресурсів техногенного походження;

- можливістю комплексного вилучення цінних компонентів.

Відомо, що у відходах переробки кольорових і чорних руд та їх концентратів на підприємствах України зосереджена значна концентрація рідкісних та цінних металів: Миколаївський глиноземний завод – Sc, Ga, Y, Au, Fe, Al; Запорізький титаномагнієвий комбінат – Sc, Nb, Ta, Y, Zr, V, Cu, Ti; Кримський завод двоокису титану – рідкісноземельні елементи (РЗЕ), Sr, P; Костянтинівський завод “Укрцинк” – Zn, Pb, Cu, Ag, Au; Микитівський ртутний комбінат – Hg, Sb, Au, Ag, Li, As; Побузький нікелевий завод – Ni, Zn; Нікопольський завод феросплавів – Mn, Sr, Y, Zn, Pb, Rb, Tl; Вінницьке ВО “Хімпром” та Сумське ВО “Хімпром” – Y, La, Ce, Sr, P; Донецький хімічно-металургійний завод – Zn, Y, Hf, Ta, Nb, W; Запорізький алюмінієвий комбінат – Ga, Y, Au, Fe, Al, Cu, Li; ВО “Харківвторколірмет”, СП “Укрчормет” – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cu, Zn; СП “Донкавамет” – Zn, Cu; Артемівський завод кольорових металів – Ta, Cu, Zn; Турбівський каоліновий завод – Ce, La, Nd, Pr, Sm, Gd, Y, Dy, Er (сконцентровані в монациті) [1].

З літературних джерел відомо, що у вугіллі виявлено практично всі елементи Періодичної системи елементів Д.І. Менделєєва. Однак, вміст тільки дев'яти з них перевищує 0,1 %. Ці елементи (S, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, Ti) є макрокомпонентами мінеральної частини вугілля, і основними (за винятком сірки) золотворювальними елементами. Решту, вміст яких менше 0,1 %, називають малими елементами (мікроелементами). Для вивчення закономірностей накопичення мікроелементів у вугіллі й їхньої поведінки під час збагачення і спалювання істотне значення мають відомості щодо форм сполук мікроелементів у твердих паливах. У першу чергу проводять вивчення тих мікроелементів, які можуть або становити екологічну небезпеку, або реальну чи потенційну промислово цінність. До промислово цінних відносять: U, Ge, Ga, Mo, V, Hg, Re, B, Li, Ag, Se, РЗЕ, Sc, Be, Au; до екологічно небезпечних: As, Hg, Be, V, Zn, Pb, Mo, U, F, Cl, Ni, Cr, Sb, B, Cu, Th, <sup>40</sup>K, Ra, U. Отже, зола вугілля є сировинним джерелом рідкісних елементів [3, 4, 7, 10]. Аналіз наявних відомостей показує, що концентраторами багатьох малих елементів можуть бути високозольні фракції (щільність більше 1,6–1,7 г/см<sup>3</sup>) вугільної речовини. У той же час, носіями мікроелементів є фракції щільністю менш 1,6–1,8 г/см<sup>3</sup> з переважним вмістом органічної речовини [9].

Зафіксовано, що розчини, які мігрують з-під покладів техногенних відходів, надходять у ґрунти та утворюють у них техногенні геохімічні аномалії, які характеризуються широким комплексом металів. Відповідно ґрунти збагачуються важкими металами та іншими мікроелементами. Ґрунт, на відміну від повітря і води, – малорухоме середовище. Міграція речовин у ньому відбувається дуже повільно. Внаслідок цього у місцях надходжень таких розчинів формуються зони з високим вмістом металів. Оцінено, що розповсюдження металів у ґрунтах з аномально високим вмістом має локальний характер і порівняно рівномірне поле з невисоким рівнем концентрації за межами цих локальних зон. Так, наприклад, техногенна геохімічна аномалія металургійного виробництва у м. Донецьк, яка має площу 6,8 км<sup>2</sup>, акумулює, г/т: Cu – 63–80000; Pb – 45–4000; Zn – 250–50000; Sn – 8–1500; Ag – 0,06–1,3; Cd – 2–500; Sb – 20–500; Be – 3–25; As до 120, а також інші метали в меншій концентрації [3]. При виконанні підрахунку доведено, що прогнозні запаси верхнього десятисантиметрового шару ґрунту становлять, т: Sn – 15,0; Pb – 45,0; Cu – 180,0; Zn – 700,0. У геолого-промислових районах (ГПР) Донбасу з великою щільністю промислових підприємств, підвищений вміст металів у ґрунтах має площове розповсюдження, і, в окремих випадках, різні аномальні зони можуть з'єднуватися між собою. Таким чином відмічено, що головним питанням перерозподілу мікроелементів у поверхневій частині зони гіпергенезу є кінцева міграція вищезгаданих елементів та їх сполук.

У результаті геолого-оцінювальних польових і лабораторно-технологічних досліджень, виконаних в 1993–1998 рр. ДГП “Геопрогноз” на 16 підприємствах із рудоперспективними відходами, було виявлено в промислових концентраціях 36 видів кольорових, чорних, рідкісних, рідкісноземельних та дорогоцінних металів (табл. 1), а також визначені мінеральні й речовинні форми їхнього знаходження. На деяких техногенних комплексних родовищах у результаті лабораторно-технологічних досліджень розроблені технологічні схеми з вилученням із рудних відходів кольорових та дорогоцінних металів, у т. ч., %: Pb – до 97; Zn – 94; Au – 80; Ag – 76. Очікувані результати обсягу вилучених металів в оцінених ДГП “Геопрогноз” рудних промислових відходах (із застосуванням понижувального поправочного коефіцієнта надійності 0,5), становлять на обстежених 16 підприємствах, тис. т: Fe – 6800,0; Al – 972,0; Mn –

507,0; Sr – 229,0; Ti – 115,0; Zn – 97,0; P (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 52,0; Cu – 34,0; Sb – 28,0; Zr – 21,0; Pb – 18,0; Ce – 11,0; Nb – 9,0; La – 9,0; оксид Li (Li<sub>2</sub>O) – 7,0; Y – 4,6; Hg – 3,6; V – 2,7; As – 2,4; Ni – 1,9; Cr – 0,4. При цьому, інші рідкісні та рідкісноземельні метали можуть бути одержані в кількості від 0,9 тис. тонн (Sc) до 0,1; концентрації Au оцінюються в 8,0 т і Ag – 98,0 т.

Обґрунтовано, що потенційні ресурси Fe, Al, Mn, Ti, Sr становлять сотні тисяч тон; Zn, Cu, Sb, Pb, P, Ce, Zr – десятки тисяч тон; Nb, La, Y, Li, Hg, V, As, Ni, – тисячі тон; Sc, Ta, Ga, Rb, Cr, Hf – сотні тон; Ag, W, Cd, Tl, Co, Se, Yb – десятки тон; Au, Be, Bi – від восьми до двох тон. При цьому їхня орієнтовна вартість на світовому ринку може скласти близько 5 млрд дол. США [1, 5, 8]. Порівняно з відомими в Україні природними родовищами в техногенних рудних відходах наявна велика кількість різних хімічних елементів, які є дефіцитними і імпортуються. Дослідження останніх років показали, що можна ефективно використовувати відходи для отримання чорних, кольорових, рідкісних металів і нерудної мінеральної сировини (табл. 1).

**Метою роботи** було обстеження промислових підприємств Алмазно-Мар'ївського ГПР Північно-Східного Донбасу на наявність у відходах чорних, кольорових і рідкісних металів. Для досягнення мети необхідно було виконати такі завдання: виконати обстеження промислових підприємств, виявити місця скупчення потенційно цінних відходів та вивчити склад цих відходів.

**Опис об'єктів і методів досліджень.** У ході проведення робіт виявлено техногенні утворення, вміст металів в яких перевищує фоновий у сотні разів і наближається до промислових концентрацій. Ці техногенні утворення розміщуються на поверхні землі в легко доступних місцях і, в переважній більшості, досить значні за розмірами. У процесі виконання робіт по таких об'єктах було вирішено виконати обрахунок прогнозних ресурсів (категорія P2), який на досліджуваній території виконувався вперше. Описано, що площа досліджуваного техногенного утворення визначена методом розбивки його на прості геометричні фігури з подальшим підсумовуванням площі цих фігур (м<sup>2</sup>). Потужність утворень визначено як середню, за фактичними даними (глибина муло-або шламонакопичувача, відстійника і т. д.). Вивчено характер розвитку техногенних утворень на глибину (1,0–4,0 м). Для обрахунку прогнозних ресурсів металів мінімальну промислову кон-

центрацію не задавали. Вміст металів визначали в лабораторії кількісними методами. Середній вміст металів по об'єкту визначали як середньоарифметичний. Об'ємна вага конкретного техногенного утворення визначена в лабораторії Випробувального Центру "Схід ДРГП". Вологість утворення на даній стадії робіт для підрахунку ресурсів не враховували. Прогнозні ресурси техногенних утворень (Q) у ваговому виразі визначали множенням об'єму тіла на об'ємну масу (щільність). Ресурси корисного компонента (P металу) визначали як середній вміст корисного компонента (металу) в досліджуваному тілі помножений на Q. Характеристику об'єктів, за якими проведено підрахунку прогнозних ресурсів корисних компонентів, наведено на прикладі підприємств, що знаходяться в Стаханівській та Алчевській територіально-промислових агломераціях.

**Результати досліджень.** Шламонакопичувач № 1 Алчевського металургійного комбінату (АМК). Шламонакопичувач знаходиться між містами Алчевськ і Брянка, на північ від західної частини АМК. Довжина відходів комбінату в шламонакопичувачі 1,0 км, ширина 0,7 км, глибина від 1,0 м в південній частині до 14,0 м у північній (район дамби). Середня глибина – 8,0 м. Встановлено, що шламонакопичувач заповнений шламом (відходи металургійного комбінату) дрібною фракцією. Об'єм шламу, за розрахунками, становить

5600000 м<sup>3</sup>. Щільність шламу – 3,1 т/м<sup>3</sup>. Ресурси техногенних утворень – 17,36 млн т. За результатами обстеження встановлено, що основними хімічними елементами, які мають аномальні концентрації в ньому, є Mn, Pb, Zn і Cd. Прогнозні ресурси металів відповідно становлять, тис. т: Mn – 165,0; Pb – 16,4, Zn – 14,6; Cd – 0,3. Вміст елементів наближується до промислових, ресурси руди по марганцю відповідають промисловим.

Шламонакопичувач № 2 АМК знаходиться між містами Алчевськ і Брянка в 3,0 км на північ від західної частини комбінату. Це продовження серії ставків-відстійників, розташованих у балці між комбінатом і рікою Лозова. Довжина об'єкту 600 м, ширина 200 м, глибина від 1,0 м в південній його частині до 10,0 м у північній (район дамби). Середня глибина – 5,0 м. Заповнений тим же шламом чорного кольору, що і в шламонакопичувачі № 1. Зафіксовано, що об'єм шламу становить 600000 м<sup>3</sup>. Щільність шламу 361 т/м<sup>3</sup>. Ресурси техногенних утворень 1,86 млн т. За хімічним складом техногенні утворення аналогічні шламу шламонакопичувача № 1. Вміст Mn коливається від 0,3 до 0,5 %, середній вміст 0,4 %; Pb від 0,01 до 0,04 %, середній 0,02 %; Zn – від 0,01 до 0,02 %, середній 0,01 %; Cd від 4,0 до 27,0 г/т, середній 11,0 г/т. Прогнозні ресурси металів у техногенних утвореннях мулонагромаджувача № 2 відповідно становлять, тис. т: Mn – 6,8; Pb – 0,4; Zn – 0,3; Cd – 0,02.

Таблиця 1. Основні джерела кольорових та рідкісних металів у відходах промислових підприємств України

Назва відходів	Метали
Шлами переробки цирконієвої та титанової сировини	Zr, Ti, Sr, PЗЕ
Відходи тврдосплавного виробництва	W, Co, Mo, Ta, Nb, Ti
Відходи виробництва феросплавів	W, Mo, Co, Nb
Відходи переробки ільменіту	V, Zr, Nb, Ta, PЗЕ
Відходи переробки піритних концентратів	Se, Te, Au
Шлами заводів з виробництва сірчаної кислоти	Se, Te
Відходи від отримання вольфраму і молібдену в електроламповій промисловості	W, Mo
Каталізатори виробництва сірчаної кислоти і нафтохімії	Mo, Ni, V
Золи і шлаки ТЕЦ	Sc, Y, Ni, V, Zn, Ge, Ga, Al, Ag
Продукти переробки нафти	V, Se, Te, Ge
Відходи електротехнічної, електронної, радіотехнічної промисловості	Ga, Ge, Mo, PЗЕ
Червоні шлами глиноземного виробництва	V, Ga, Zr, Sc, Y, Au, Pt
Хлоридні відходи виробництва титану	Sc, V, Y, Ta, Nb, Cu
Промпродукти переробки цинкового концентрату	In, Ge, Cd, Cu, Pb
Шлаки виробництва нікелю	Cr, Zr
Шлами і пил металургійних підприємств (виробництво чугунку і сталі)	Zn, Pb, Cu, PЗЕ, Sn
Шлами збагачення залізних руд	Zn, Pb, Ag, Au, Cu, PЗЕ
Відходи вуглепереробки (стічні води, зола, шлак)	Ge, PЗЕ

Мулонагромаджувач № 3 АМК знаходиться в місті Алчевськ в 600 м на північ від східної частини комбінату, в 20 м на захід від відвалів АМК. Довжина об'єкту 200 м, ширина 100 м, середня глибина 5,0 м. Мулонагромаджувач № 3 заповнений мулом дрібної фракції червоного кольору, об'єм мулу, за розрахунками, становить 100000 м<sup>3</sup>, при цьому щільність мулу становить 3,1 т/м<sup>3</sup>. Виявлено, що ресурси техногенних утворень складають 0,3 млн т. У результаті випробування встановлено, що основними хімічними елементами, які мають аномальну концентрацію, є Ti, Mn, Cr і Ni. Вміст Ti в мулі мулонагромаджувача № 3 – 1,0 %; Mn – 0,2–1,0 %, середній 0,6 %; Cr – від 0,5 до 1,0 %, середній 0,8 %; Ni – від 0,03 до 0,7 %, середній 0,4 %. Окрім наведених елементів у мулах відмічено підвищений вміст F, Mo, W. Зазначено, що прогнозні ресурси металів відповідно становлять, тис. т: Ti – 3,1; Mn – 1,8; Cr – 2,3; Ni – 1,1.

Відстійник доменного цеха № 2 (філія АМК) знаходиться в західній частині м. Алмазна. Довжина об'єкту 200,0 м, ширина 50,0 м, середня глибина 5,0 м. Відстійник заповнений шламом дрібної фракції чорного кольору, розрахунковий об'єм шламу, становить 50000 м<sup>3</sup>. Щільність шламу 3,1 т/м<sup>3</sup>. Наведено, що ресурси техногенних утворень складають 0,16 млн т. Відстійник зверху заповнений водою, що ускладнює обстеження центральної його частини. У результаті проведення робіт визначено, що основними хімічними елементами, які мають аномальну концентрацію, є Mn і Cr. Вміст Mn коливається від 0,3 до 0,7 %, середній 0,5 %; Cr – від 0,1 до 0,2 %, середній 0,16 %. Прогнозні ресурси металів відповідно становлять Mn – 0,8 тис. т; Cr – 0,3 тис. т.

Відвал АМК знаходиться у м. Алчевськ у східній частині комбінату. Відвал має форму конусу зі зрізаною вершиною. Середня довжина відвалу 800,0 м, ширина 300,0 м, висота 26,0 м. Відвал складається з відходів металургійної промисловості, колір відходів світло-сірий, місцями чорний. Відвал діючий, об'єм відходів становить 6240000 м<sup>3</sup>, щільність відходів 1,7 т/м<sup>3</sup>. Ресурси техногенних відходів становлять 10,6 млн т. У результаті випробування досліджено, що основними хімічними елементами, що мають аномальну концентрацію, є Mn, Cr і Pb. Вміст Mn коливається від 1,3 до 2,2 %, середній 1,7 %; Cr – від 0,1 до 0,5 %, середній 0,3 %; Pb – від 32,0 до 34,0 г/т, середній 33,0 г/т. Прогнозні ресурси металів відповідно становлять, тис. т: Mn – 185,0; Cr – 32,0; Pb – 0,4.

Мулонагромаджувач Стаханівського заводу феросплавів знаходиться на захід від м. Стаханів і на північ від м. Алмазна. Відходи заводу феросплавів розміщуються в подвійному мулонагромаджувачі загальною довжиною 500,0 м, шириною 400,0 м, глибиною від 1,0 м в південній частині і до 8,0 м в північній (район дамби), середня глибина становить 5,0 м. Відходи заводу світло-сірого кольору, шламоподібні, об'єм відходів оцінюється у 1000000 м<sup>3</sup>, щільність 2,3 т/м<sup>3</sup>. Ресурси техногенних утворень 2,3 млн т. Північна частина мулонагромаджувача на 1/3 площі заповнена водою, що ускладнює обстеження. В результаті проведення досліджень встановлено, що основними хімічними елементами з аномальною концентрацією є Zn, Pb, Sn, Ge, Ag. Вміст Zn коливається від 0,1 до 0,7 %, середній 0,4 %; Pb – від 0,01 до 0,2 %, середній 0,08 %; Sn – від 0,02 до 0,1 %, середній 0,07 %; Ge – від 17,0 до 150,0 г/т, середній 49,0 г/т; Ag – від 1,0 до 8,0 г/т, середній 4,0 г/т. Виявлено також високий вміст Cu, Sb, Cd, Ga, Tl і As. Узагальнюючи, можна впевнено відмітити, що в відходах Стаханівського феросплавного заводу накопичився широкий спектр елементів з доволі високою концентрацією. Прогнозні ресурси металів відповідно становлять, тис. т: Zn – 8,1; Pb – 1,9; Sn – 1,6; Cu – 0,5; Sb – 0,2; Ge – 0,1; As – 0,2; Ag – 10 тон. Доцільно наголосити, що вміст і ресурси Ge і Sn наближаються до промислових.

Відвал заводу металовиробів імені Леніна знаходиться між містами Стаханів, Кіровськ і Теплогірськ, на території колишньої шахти “Максимівська Похила”. Оцінено, що відвал плоский, витягнутий у північному напрямку, довжиною 100,0 м, шириною 20,0 м, середня висота 5,0 м. Відвал складається з промислових відходів підприємства сірого кольору, об'єм відходів 10000 м<sup>3</sup>, їхня щільність 1,7 т/м<sup>3</sup>. Ресурси відходів становлять 0,02 млн т. Літохімічне випробування тіла відвалу показало такий вміст металів, %: Zn – 3,0, Ni – 1,0, Cu – 0,2, Pb – 0,02, Cr – 0,3. Крім того, відмічається підвищений вміст Mo, Sb, W. За проведеними розрахунками, в відвалі накопичилось, тис. т: Zn – 0,7; Ni – 0,2; Cr і Cu по 0,1.

Зведені дані по техногенних утвореннях, які розміщуються на території промислових підприємств, приведені в табл. 2, прочерк у ній вказує, що підрахунок прогнозних ресурсів за цим елементом не виконували.

**Висновки.** У результаті робіт проведено обстеження промислових підприємств Алмазно-Мар'ївського ГПР Північно-Східного Донбасу на наяв-

Таблиця 2. Оцінка прогнозних ресурсів кольорових та рідкісних металів у відходах промислових підприємств Алмазно-Мар'їнського ГПР

Об'єкт	Кількість проб	Об'єм, тис. м <sup>3</sup>	Щільність, т/м <sup>3</sup>	Ресурси руди, млн т	Ресурси металу (Р тис. т) (Вміст металу від-до (г/т) / Середній вміст металу (г/т) )															
					Mn	Pb	Zn	Ti	Gr	Ni	Sn	Cu	Sb	Ge	Cd	Ag	As			
Стаханівський завод феросплавів	14	1000	2,3	2,30	–	1,9 (135– 2179/ 823)	8,1 (538– 7000/ 3508)	–	–	–	–	1,6 (150– 1000/ 682)	0,5 (66– 500/ 198)	0,2 (20– 200/ 83)	0,1 (17– 150/ 49)	0,02 (1– 17/ 7)	0,01 (1– 8/ 4)	0,2 (10– 148/ 66)		
<b>АМК:</b> - шламонакопичувач № 1	12	5600	3,1	17,40	165 (5000– 18641/ 9531)	16,4 (300– 2000/ 944)	14,6 (200– 3096/ 840)	–	–	–	–	–	–	–	–	0,3 (9– 36/ 18)	–	–	–	
- шламонакопичувач № 2	4	600	3,1	1,90	6,8 (3000– 5429/ 3660)	0,4 (70– 429/ 195)	0,3 (84– 200/ 146)	–	–	–	–	–	–	–	–	0,02 (7– 27/ 11)	–	–	–	
- мулонагромаджувач № 3	2	100	3,1	0,30	1,8 (1615– 10000/ 5808)	–	–	3,1 (10000/ 10000)	2,3 (5000– 10000/ 7500)	1,1 (300– 6956/ 3628)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Разом:	18	6300	3,1	19,60	174	16,8	14,9	3,1	2,3	1,1	–	–	–	–	–	0,3	–	–	–	
Доменний цех № 2 філія АМК	4	50	3,1	0,20	0,8 (3000– 7000/ 5000)	–	–	–	0,3 (1000– 2000/ 1625)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Відвал АМК	2	6240	1,7	10,60	185 (12568– 22320/ 17444)	0,4 (32– 34/33)	–	–	32 (1000– 5000/ 3000)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Відвал заводу металовиробів	1	10	2,3	0,02	–	0,01 (243/ 243)	0,7 (30615– 30615)	–	0,1 (3000/ 3000)	0,2(10 /556/10 556)	0,1 (2387/ 2387)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Разом	39	136000		32,70	360	19,1	23,7	3,1	34,7	1,3	1,6	0,6	0,2	0,1	0,3	0,01	0,2			

ність у відходах підприємств чорних, кольорових і рідкісних металів. Дослідження відходів виконано в Стаханівській та Алчевській територіально-промислових агломераціях на Алчевському металургійному комбінаті, Стаханівському заводі феросплавів та заводі металовиробів. Виявлено місця скупчення потенційно цінних відходів та вивчено їхній склад. Зафіксовано відходи, вміст металів в яких перевищує фонові концентрації у сотні разів.

Вперше у відходах на території промислових підприємств, що знаходяться в Алмазно-Мар'ївському ГПР, виконано підрахунок прогнозних ресурсів (категорія Р2) цінних компонентів. За результатами досліджень виявлено, що основними хімічними елементами, які мають аномальну кон-

центрацію у шламонакопичувачі № 1, 2 АМК є Mn, Pb, Zn і Cd, прогнозні ресурси металів становлять (тут і далі, у тис. т): Mn – 171,8, Pb – 16,8, Zn – 14,9, Cd – 0,32; мулонагромаджувачі № 3 АМК – Ti, Mn, Cr і Ni, прогнозні ресурси становлять: Ti – 3,1, Mn – 1,8, Cr – 2,3, Ni – 1,1; відстійнику доменного цеху № 2 – Mn і Cr, ресурси металів відповідно 0,8 та 0,3; відвал АМК – Mn, Cr і Pb, ресурси металів Mn – 185,0, Cr – 32,0, Pb – 0,4; мулонагромаджувач Стаханівського заводу феросплавів – Zn, Pb, Sn, Ge, Ag, ресурси металів становлять: Zn – 8,1, Pb – 1,9, Sn – 1,6, Cu – 0,5, Sb – 0,2, Ge – 0,1, As – 0,2, Ag – 10 тон; відвал заводу металовиробів – Zn, Ni, Cr і Cu, вміст металів Zn – 0,7, Ni – 0,2, Cr і Cu по 0,1.

#### Література

1. *Проблеми сталого розвитку України*. – К. : БМТ, 1998. – 400 с.
2. *Кодекс України про надра* // Відомості Верховної Ради, 1994. – № 36. – С. 340.
3. *Нетрадиционные ресурсы минерального сырья* / А.А. Арбатов, А.С. Астахов, Н.П. Лаверов, М.В. Толкачев. – М.: Недра, 1988. – 253 с.
4. *Клер В.Р., Волкова Г.А., Гуревич Е.М. и др.* Металлогения и геохимия угленосных и сланцесодержащих толщ СССР: геохимия элементов. – М.: Наука, 1987. – 239 с.
5. *Галецький Л.С., Науменко У.З., Пилипчик А.Д., Польской Р.Ф.* Техногенні родовища – нове нетрадиційне джерело мінеральної сировини в Україні // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2002. – № 5–6. – С. 77–81.
6. *Юдович Я.Э., Кетрис М.П.* Неорганическое вещество углей. – Екатеринбург, 2002. – 422 с.
7. *Коробицкий И.А., Шницрт М.Я.* Генезис и свойства минеральных компонентов углей. – Новосибирск : Наука (Сиб. отд-ние), 1988. – 227 с.
8. *Юровский А.З.* Минеральные компоненты твердых горючих ископаемых. – М. : Недра, 1986. – 214 с.
9. *Капинус Е.И., Шпильный С.А. и др.* Зола и шлаки каменных углей Донбасса как источник извлечения цветных металлов. // Экологические и ресурсосбережение. – 1996. – № 5-6. – С. 85–91.
10. *Finkelman R.B.* Modes of occurrence of trace elements in coal // U.S. Geological Survey OpenFile Report. – University of Maryland, 1980. – No. OFR-81-99. – 301 p.

#### Удалов И.В.

**Рудные элементы в отходах промышленных предприятий Алмазно-Марьевского горно-промышленного района Донбасса.** Приведены данные по анализу состава техногенных отходов промышленных предприятий Украины. Описаны факторы формирования значительного количества техногенных отходов промышленных предприятий. Приведены характеристики отдельных техногенных месторождений, возникших в результате работы промышленных предприятий Донбасса. Исследованы: шламонакопитель и илонакопители Алчевского металлургического комбината, Стахановского завода ферросплавов, отвалы АМК и Стахановского завода металлоконструкций. Приведены данные о содержании в перечисленных объектах широкого спектра химических элементов с высокой концентрацией. По результатам обследования установлены основные химические элементы, имеющие аномальные концентрации: Mn, Ti, Cr, Pb, Ni, Zn, Sn, Ge, Ag и Cd. Кроме перечисленных элементов, в отвале завода металлоконструкций отмечено повышенное содержание Mo, Sb, W. Впервые для предприятий, находящихся в Стахановской и Алчевской территориально-промышленных агломерациях, выполнен подсчет прогнозных ресурсов полезных компонентов в техногенных отходах. *Ключевые слова:* техногенные отходы, редкоземельные элементы, цветные металлы, техногенные месторождения.

#### Udalov I.V.

#### **Ore elements in the waste industry Almazno-Mar'yivskoho mining and industrial region of Donbass.**

The article presents data on the analysis of technological waste industrial enterprises. The factors that led to the formation of a significant amount of man-made industrial wastes. Data on specific contaminated areas of Ukraine industrial waste. The characteristics of individual technological fields that have arisen as a result of the industrial enterprises of Ukraine and the Donbass. Shows the complex factors influencing the accumulation of industrial waste. The characteristics of existing man-made deposits in Ukraine. In the paper: slurry tank and sludge pit Alchevsk Iron, Stakhanov Ferroalloy Plant, dumps Alchevsk Iron and steel plant Stakhanov. The data on the content of sites listed in a wide range of chemical elements with high concentrations. Based on test results set main chemical elements having abnormal concentrations: Mn, Ti, Cr, Pb, Ni, Zn, Sn, Ge, Ag and Cd. In addition to these elements in the heap steel plant with elevated Mo, Sb, W. For the first time enterprises in Stakhanov and Alchevsk territorial and industrial agglomerations is made counting forecast resources useful components in man-made waste. *Key words:* industrial waste, rare earths, non-ferrous metals, technological field.

Надійшла 02.04.2015.