

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ГЕОЛОГІЯ
ГЕОХІМІЯ
ГОРЮЧИХ КОПАЛИН



2.2003

ISSN 0869-0774

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**Головний редактор** *М. І. Павлюк***Заст. головного редактора** *О. Й. Петриченко*

М. І. Галабуда, С. В. Гошовський, М. М. Деркач, Д. М. Дригант, І. В. Дудок, В. А. Капожний, В. М. Ковалевич, М. П. Ковалко, В. В. Колодій, Б. Л. Крупський, Ю. З. Крупський, І. М. Куровець, Ю. М. Ладигенський, С. О. Лизун, В. В. Лукінов, В. Ю. Максимчук, І. М. Наумко, В. Г. Осадчий, Ю. М. Сеньковський, Д. В. Сидор (відповідальний секретар), Ю. В. Стефаник, О. С. Ступка, В. І. Узіюк, В. О. Федчишин, І. І. Чебаненко

ІНОЗЕМНІ ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

В. П. Гаврилов (Росія), Р. Г. Гарецький (Білорусь), П. Карнковський (Польща), А. О. Махнач (Білорусь), Т. М. Перит (Польща), Й. П. Шонлауб (Австрія)

Редактор *М. С. Козак***Редактор англійського тексту** *Л. П. Петелько*

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації — серія КВ № 1967 від 23.04.1996 року.

Затверджено до друку Вченою радою Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України та НАК “Нафтогаз України”

Комп’ютерна верстка *С. П. Мельничук*
Оформлення обкладинки *В. І. Лахненко*

Адреса редколегії:
79053, Львів-53, вул. Наукова, 3-а
Інститут геології і геохімії
горючих копалин НАН України
та НАК “Нафтогаз України”
Тел. (0322) 63-25-41
Факс (0322) 63-22-09
E-mail igggk @ ah.ipm.lviv.ua

З М І С Т

Колонка головного редактора	
<i>Павлюк М. І.</i> Журнал “Геологія і геохімія горючих копалин”: історія і перспективи	5
Нафта, Газ	
<i>Гарасимчук В. Ю., Колодій В. В.</i> Геотермобаричні умовини осадової товщі південно-східної частини Передкарпатської нафтогазоносноної області.....	7
<i>Зінчук І. М., Наушко І. М., Калюжний В. А., Сахно Б. Е.</i> Леткі компоненти флюїдних включень у мінералах жильно-прожилкових утворень перспективно нафтогазоносних товщ Львівського палеозойського прогину	18
<i>Ольшанецька Н. С.</i> Історія вивчення геологічної будови зони Кросно Українських Карпат, як перспективної території нафтогазовидобутку.....	28
Тектоніка	
<i>Ступка О. С.</i> Гренвіліди в тектонічній структурі Європи в контексті проблеми байкальського тектогенезу.....	34
<i>Ляшкевич З. М., Альохіна М. О.</i> Про активність неогенового вулканізму Карпат.....	46
<i>Бойко Г. Ю., Лозиняк П. Ю., Заяць Х. Б., Анікеєв С. Г., Петрашкевич М. Й., Колодій В. В., Гайванович О. П.</i> Глибинна геологічна будова Карпатського регіону.....	52
<i>Гнилко О. М., Ващенко В. О.</i> Новий погляд на геологічну будову Бориславсько-Покутського та Самбірського покривів Українського Прикарпаття.....	63
Літологія	
<i>Радковець Н. Я., Манжар Н. І.</i> Літогенетичні особливості нижньокрейдової верстви “чорних глин” автохтона Покутсько-Буковинських Карпат.....	76
<i>Ясьоновський М., Побережський А. В., Студенцька Б., Перит Д., Хара У.</i> Сарматські серпулітово-мікробіалітові рифи пасма Медоборів (Волинсько-Подільська окраїна Східноєвропейської платформи).....	85
<i>Григорчук К. Г., Гнідець В. П., Баландюк Л. В.</i> Історія ранньокрейдової епіпелагічної седиментації в межах Карпато-Кримського сегмента океану Тетіс.....	97
<i>Гасвська Ю. П.</i> До літології еоценових відкладів Бориславо-Покутської зони Українських Карпат.....	111
Мінералогія	
<i>Хмелевська О. В.</i> Мінеральний склад домішок у тріасовій кам’яній солі Швейцарії.....	120
<i>Бучинська І. В.</i> Польові шпати пісковиків Донецького та Львівсько-Волинського басейнів – як можливі індикатори встановлення кагагенетичних перетворень вугленосних товщ.....	128
Охорона довкілля	
<i>Куровець І. М., Приходько О. А., Грицик І. І., Дригулич П. Г., Кіндерись А. І.</i> Геофізичний та геохімічний моніторинг об’єктів захоронення шкідливих відходів при пошуках та розвідці родовищ вуглеводнів.....	133
<i>Книш І. Б., Карабин В. В.</i> Мікроелементи порід терикону копальні Степова Львівсько-Волинського кам’яновугільного басейну (екологічні аспекти).....	141
Ювілеї	
<i>Ступка О. С.</i> До 100-річчя від дня народження академіка Олега Степановича Вялова.....	149

І. Б. КНИШ, В. В. КАРАБИН

**МІКРОЕЛЕМЕНТИ ПОРІД ТЕРИКОНУ КОПАЛЬНІ СТЕПОВА
ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ
(ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ)**

(Представлено доктором геолого-мінералогічних наук В. В. Колодієм)

I. B. Knysh, V. V. Karabyn

**MICROELEMENTS IN DUMP OF ROCKS OF COAL MINE STEPOVA
LVIV-VOLYN COAL BASIN**

To basic ecological problems of Chervonohrad coal district belong subsidence of territory, changes of geochemical fields, contamination of soil, water and air, formations of man-made landscape by dint of forming of coalheughs, settlers.

As research object we selected Stepova mine (till 2001 Velykomostyvaska No 10) but specifically its coalheugh which is found on distance of 400 m east of pit. It is fully disposed on alluvial rocks Solokia river. A coalheugh base area composes 165 300 m², average height 22 m. In coalheugh is heaped up 4.475 mln. m³ of coal culm unburnt rocks. At slopes coalheugh is reinstated.

By authors were explored lithological, mineral composition of coalheugh surface rocks storage and their radio-activity. By spectral analysis were expressed contents of Sr, Mn, Ni, Ba, Pb, I, Cu, Zr, Sn, Cr, Mo, Zn, Ge, Co in coalheugh rocks. The rocks of mine dump are known to be mainly argillite (78 %) and lesser aleurolite (7 %), sandstones (8 %) and coaly rocks (2 %). Straight dependence between amounts of coaly material and aleurolite (correlation coefficient $r=0.72$) and sandstones ($r=0.36$) in superficial coalheugh layer (0–0.2 m) was established. Amount of coaly material (Q_{am}) and argillite contents (Q_a) abide in reverse dependence, that is described by $Q_{am} = 11.0 - 0.1 \cdot Q_a$. Ash content of coalheugh rocks vacillates from 66.6 to 79.4 % and on a par is 79 %. Radio-activity of rocks at a distance of 0.2 m from surface ranges from 7.3 to 20.6 mR/h and on a par is 16.2 mR/h, that is not dangerous for living organisms. At a height of 1 m over surface radio-activity (R) ranges in boundary paths from 6.8 to 18.9 mR/h and on a par is 15.2 mR/h and its value is controlled by thickness of coalheugh layer (H_l): $R = 17.8 - 7.7 \cdot H_l$. Rocks of Stepova pit dump in generally have small content of Sr, Ni, Ba, I, Cu, Mo, Ge, Co in comparison with coal and argillite from coal leyers. In raised concentrations apre only Ti and Zr. Concentration of Sr, Mn, Ni, Ba, Pb, I, Cu, Zr, Sn, Cr, Mo, Zn, Ge, Co in coalheugh rocks does not exceed considerably their contents in soil. Information analysed by the authors does not denies possibility of pit coalheugh rocks use of Stepova pit dump as building or argichemical material. The same warning is brings on Ti content. For final safety estimation of to rock soil dump it is necessary to research Ti circulating in soils and to establish the its forms in pit rocks. It is necessary also to learn diffusion of Li, Be in rocks which in increased amounts are in ash of the Lviv - Volyn coal basin.

За останні 40–50 років різко погіршилися екологічні умови довкілля в Західному регіоні України, в якому розташована велика кількість рекреацій-

них зон. Особливо інтенсивні зміни відбулися в межах Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Одним з найбільш проблемних в екологічному аспекті є Червоноградський геолого-промисловий район, розташований в центральній частині басейну. Експлуатацію копалень в межах Червоноградського геолого-промислового району розпочато в 1957 році. Зараз 10 копалень району видобувають 3,5–4,5 млн. т вугілля в рік, яке для збагачення надходить на Червоноградську центральну фабрику (потужністю понад 9 млн. т вугілля в рік).

У геологічній будові басейну [1] бере участь складний комплекс порід: від архейських до четвертинних. Вугленосними є кам'яновугільні відклади турнейського, візейського, серпуховського ярусів нижнього карбону. Основну продуктивну вугленосну товщу має серпуховський ярус, особливо бужанська світа, складена теригенними породами (алевролітами, аргілітами, пісковиками) і містить вугільні пласти n_7 , n_7^1 , n_7^H , n_7^B , n_7^{B-1} , n_7^{B-2} , n_8 , n_8^H , n_8^B , n_8^5 , n_9 . Вище залягають юрські, крейдові і четвертинні відклади.

Четвертинні утворення складені, в основному, лесовим (5–6 м), флювіогляціальним і алювіальним комплексом порід, загальною потужністю від 0,5 до 36 м. У басейні виділено декілька антиклінальних зон північно-західного простягання. З північного сходу на південний захід простежуються Литовезька, Красноградська, Белз-Милятинська, Бутинська, Нестерівська та Зашківська зони або валоподібні підняття. Крім плікативної тектоніки, в межах Червоноградського геолого-промислового району розвинуті розривні порушення. Найкрупніші з них: Сокальський, Дібровський, Цебрівський, Жужелянський, Великомоствівський насуви та Забузький, Павлівський та Красносільський скиди.

У гідрогеологічному відношенні площа Червоноградського геолого-промислового району входить до складу Волино-Подільського артезіанського басейну. Тут виділяють: безнапірний водоносний горизонт у четвертинних відкладах, та напірні – сенонський водоносний комплекс, що слугує основним джерелом постачання питною водою, водоносний горизонт юрських та кам'яновугільних відкладів і водоносний комплекс девонських відкладів [1].

До основних екологічних проблем Червоноградського геолого-промислового району належать просідання території, зміни геохімічних полів та забруднення ґрунтів, утворення техногенних ландшафтів шляхом формування териконів, відстійників і “хвостосховищ”, забруднення ґрунтових, підземних, поверхневих вод та повітря.

Як об'єкт дослідження нами вибрана копальня Степова (до 2001 р. – Великомоствівська № 10) та зокрема її терикон. Ця копальня є найпотужнішою за видобутком вугілля на сьогодні. Площа поля копальні становить 42,70 км². Воно межує з полями копалень Червоноградська на сході, Відродження на південному сході та Лісова на півдні. З північного боку до поля Степової прилягає поле розвідане під копальню Червоноградська № 3.

Копальнею Степова видобуток вугілля розпочато у 1978 р. (наймолодша шахта району). Основними продуктивними тут є вугільні пласти – n_7 , n_7^B , n_8^B , n_9 з робочою потужністю 0,6–1,6 м, які залягають на глибинах 445–450 м від поверхні і складені газовим вугіллям.

Балансові запаси вугілля на 1.01.2002 за даними ДХК “Львіввугілля”

становлять 65,276 млн. т, забалансові – 33,684 млн. т. Виробнича потужність копальні (на 2002 р.) становить 1, 500 млн. т вугілля на рік. Із врахуванням приросту видобутку вугілля (0,560 млн. т – у 1999 р. і 0,685 млн. т – 2000 р. до 0,900 млн. т на рік – у 2005 р.) прогнозується вичерпання промислових запасів вугілля копальні і її закриття до 2044 року.

Видобуток вугілля супроводжується нагромадженням на поверхні значної кількості вуглевмісних порід. Вони складуються у терикон, який знаходиться на відстані 400 м східніше копальні. Він повністю розташований на алювіальних відкладах р. Солокії на позначці 195 м. Поверхневий стік опадів з відвалу потрапляє безпосередньо в р. Солокію.

Терикон є штучним нагромадженням порід ізометрично-втягнутої форми у плані і призматичної у вертикальному перетині. Площа основи відвалу становить 165 300 м², середня висота 22 м, кут відкосу порід – 37– 45°. У териконі (01.01.2000 р.) нагромаджено 4,475 млн. м³ вуглевмісних негорілих порід. На схилах терикон рекультивований (насипний шар піско-суглинків товщиною 0,5–0,7 м, які заросли травою і кущами).

У 2001 році Книшем І. Б. спільно з працівниками Великомоствівської геологорозвідувальної партії Державного підприємства “Західукргеологія” проведені еколого-геологічні дослідження відвалу копальні Степова. Досліджено літологічний, мінеральний склад порід та їх радіоактивність. Спектральним аналізом виявлено вміст P, Sr, Mn, Ni, Ba, Pb, V, Cu, Zr, Sn, Cr, Mo, Zn, Ge, Co у суміші порід (аргіліти, алевроліти, зрідка пісковики) терикону.

Встановлено, що породи відвалу копальні Степова представлені, головню аргілітами (78 %) і менше алевролітами (7 %), пісковиками (8 %) та вуглистими породами (2 %). Вуглистий матеріал, окрім цього, присутній як включення вугілля у алевролітах і аргілітах. Встановлено пряму залежність між кількостями вуглистої матеріалу і алевролітів (коефіцієнт кореляції $r = 0,72$) та пісковиків ($r = 0,36$) у поверхневому шарі (0–0,2 м) терикону (рис. 1).

Кількість вуглистої матеріалу ($Q_{вм}$) і вміст аргілітів (Q_a) перебувають у зворотній залежності, що описується рівнянням :

$$Q_{вм} = 11,0 - 0,1 \cdot Q_a \quad (1)$$

У пісковиках та алевролітах присутня значна кількість піриту і сидериту. Зольність суміші порід терикону коливається від 66,6 до 79,4 % і в середньому становить 79 %. На поверхні відвалу переважають негорілі породи.

Радіоактивність суміші порід на відстані 0,2 м від поверхні коливається від 7,3 до 20,6 mR/h і в середньому становить 16,2 mR/h , що є безпечним для живих організмів. Значення радіоактивності витримане на площі відвалу (дисперсія 13,5). На висоті 1 м над поверхнею радіоактивність (R) коливається в межах від 6,8 до 18,9 mR/h , в середньому становить 15,2 mR/h і її значення контролюється товщиною насипного шару терикону ($H_{ни}$):

$$R = 17,8 - 7,7 \cdot H_{ни} \quad (2)$$

Встановлення геохімічної спеціалізації відходів вуглевидобутку є надзвичайно важливим завданням, оскільки дає змогу оцінити відвал копальні як промислову або агрохімічну цінність, розробити заходи щодо запобігання

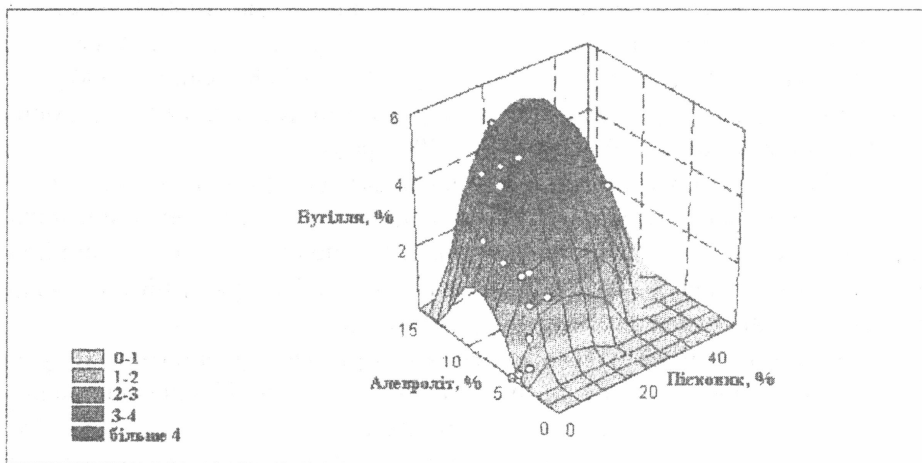


Рис. 1. Залежність вмісту вугільного матеріалу від кількості алевролітів і пісковиків.

можливого забруднення довкілля, оптимізувати експлуатаційні та рекультиваційні роботи.

Породи відвалу копальні Степова загалом збіднені хімічними елементами, порівнюючи з вугіллям та аргілітами вуглепродуктивних горизонтів (рис. 2). Зокрема, вміст Sr, Ni, Ba, V, Cu, Mo, Ge, Co встановлений нами у породах відвалу є значно нижчим, аніж у вугіллі, аргіліті з вугільних пластів [3] та у ґрунтах Червоноградського геолого-промислового району [4].

У підвищених концентраціях породи відвалу містять два елементи IV групи періодичної системи – Ti і Zr. Окремі аспекти геохімії цих елементів розглянуті далі.

Титан – двадцять другий елемент періодичної системи хімічних елементів, у сполуках може бути дво-, три- і чотиривалентним. Найстійкіші і найпоширеніші сполуки чотиривалентного титану, серед них мінерали – рутил (TiO_2), ільменіт ($FeTiO_3$). Кларк титану за О. П. Виноградовим 4500 г/т. Ґрунти містять 4600 г/т титану, жива речовина – 1 г/т [3]. У бурому вугіллі – 2600 г/т, у кам'яному – 4600 г/т [5].

Концентрація Ti у вуглистих аргілітах горизонту n_7 копальні Степова становить 960 г/т, у різних компонентах вугілля – від 67 до 3600 г/т. Збіднений титаном кларен, кларено-дюрен, кларен з піритом, збагачені дюрен і ультракларен (3600 г/т), кларен з глинистим матеріалом (3100 г/т), кларен з примазками фюзену (2700 г/т), дюрено-кларен та кларено-дюрен (1500 г/т). Середній вміст титану у вугіллі копальні Степова становить 1393 г/т [2].

У породах терикону, за нашими даними, вміст Ti коливається від 500 до 5000 г/т і в середньому становить 2690 г/т, при дисперсії понад 2 млн. Породи з високим вмістом титану (5000 г/т) розташовані на різних ділянках відвалу, проте спостерігається нечітка тенденція до зменшення вмісту цього елемента на схилах відвалу та збільшення концентрації зі збільшенням ступеня вивітрілості порід. Встановлено закономірне збільшення вмісту Ti зі зменшенням зольності порід, що вказує на значну присутність цього металу в органічних компонентах порід терикону (рис. 3). Здатність Ti до

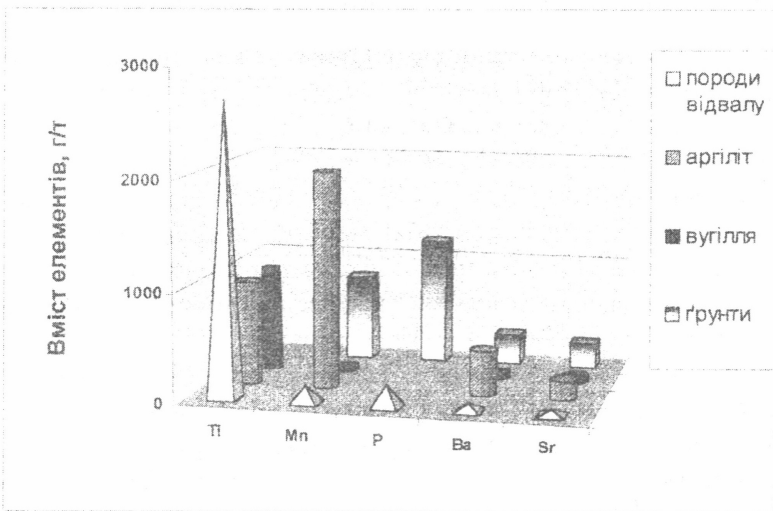
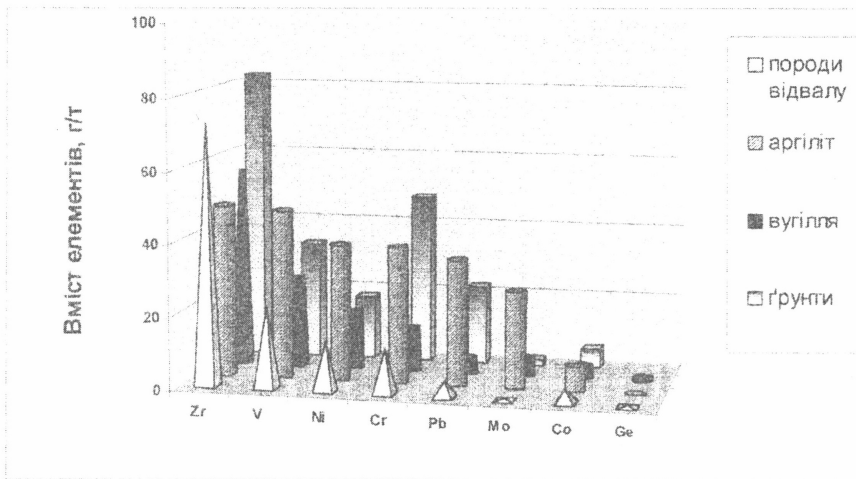


Рис. 2. Геохімічна характеристика порід відвалу копальні Степова.

нагромадження в органічній частині вугілля відома, зокрема за відношенням вмісту в органічній частині вугілля до його мінеральної частини – титан поступається лише германію і берилію [6].

У породах терикону, за даними авторів, Ті асоціює з Cu ($r = 0,71$), Pb ($r = 0,65$), Sr ($r = 0,57$) та V ($r = 0,55$). За даними [6] для Cu та V характерна акумуляція в органічній частині вугілля. Дж. Д. Саксбі вказує на здатність Cu і Pb утворювати стійкі сполуки з гуміновими кислотами [6]. У породах терикону Ті, Cu, Pb, Sr, V зворотно корелюють зі зольністю порід, що підтверджує їх концентрацію в органічних сполуках.

Даними щодо вмісту Ті у ґрунтах Червоноградського району автори не володіють, але порівняння з кларком у ґрунтах світу та регіональними кларками не свідчать про значне перевищення вмісту цього елемента у породах відвалу над його вмістом у ґрунтах.

Цирконій – сороковий елемент періодичної таблиці. Для нього характерний чотиривалентний стан у сполуках. Головними мінералами є циркон,

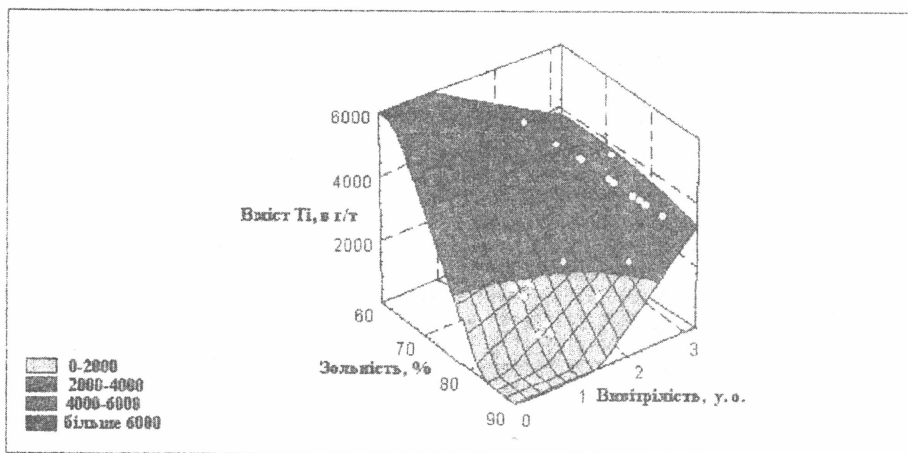


Рис. 3. Залежність вмісту Ti від ступеня вивітрілості та зольності порід.

бейделіт, евдіаліт. Характерні є комплекси цирконієвих мінералів з ThO_2 , CeO_2 , UO_2 [2]. Кларк цирконію за О. П. Виноградовим 170 г/т. У бурому вугіллі вміст Zr становить 160 г/т, у кам'яному – 250 г/т [5].

Концентрація Zr у вуглистих аргілітах горизонту n_7^H копальні Степова становить 48 г/т, у різних компонентах вугілля – від 12 до 160 г/т. Збіднений цирконієм кларен, кларено-дюрен; збагачений – кларен з примазками фюзену (160 г/т), дюрен і ультракларен (130 г/т), дюрено-кларен з F до 10 – 15 мм (72 г/т), що відібрані з пласту n_7^H та кларен з глинистим матеріалом (110 г/т) і кларен багатозольний (77 г/т) з горизонту n_8^E [3].

У суміші порід терикону копальні Степова, авторами встановлено, що вміст Zr коливається від 50 до 150 г/т і в середньому становить 73 г/т, при дисперсії 581. Підвищена концентрація характерна для бортів відвалу (від 80 до 100 г/т, в середньому 93 г/т) і для підніжжя відвалу (від 80 до 150 г/т, в середньому 103 г/т). Спостерігаємо пряму кореляцію між вмістом Zr у породах відвалу і присутністю аргілітів ($r = 0,39$), та зворотну кореляцію ($r = -0,46$) між концентрацією Zr і поширенням вуглистих компонентів (рис. 4).

У ґрунтах Червоноградського геолого-промислового району [4] середній вміст Zr становить 82 г/т, фоновий – 60 г/т. Незначне перевищення середньої концентрації Zr у породах відвалу над середнім вмістом у ґрунтах не є загрозливим, оскільки загалом ґрунти містять цей елемент у значно більшій кількості. Зокрема, кларк [2] цього елемента у ґрунтах складає 400 г/т, у ґрунтах Руської рівнини кількість Zr рівна 300 г/т [7].

І. Г. Побединцева вказує на біогенну акумуляцію Zr у дерновому і гумусовому горизонтах лучних ґрунтів [7]. Цирконій є біогенним елементом і надходження його у ґрунти району з порід відвалу копальні Степова, на думку авторів, не є небезпечним.

Проведені еколого-геохімічні дослідження свідчать про те, що породи відвалу копальні Степова містять P, Sr, Mn, Ni, Ba, Pb, V, Cu, Zr, Sn, Cr, Mo, Zn, Ge, Co у концентраціях, що не перевищують значно їх вміст у ґрунтах. Безпечним є й рівень радіоактивності порід. Проаналізована авторами інформація не заперечує можливості використання порід терикону копальні

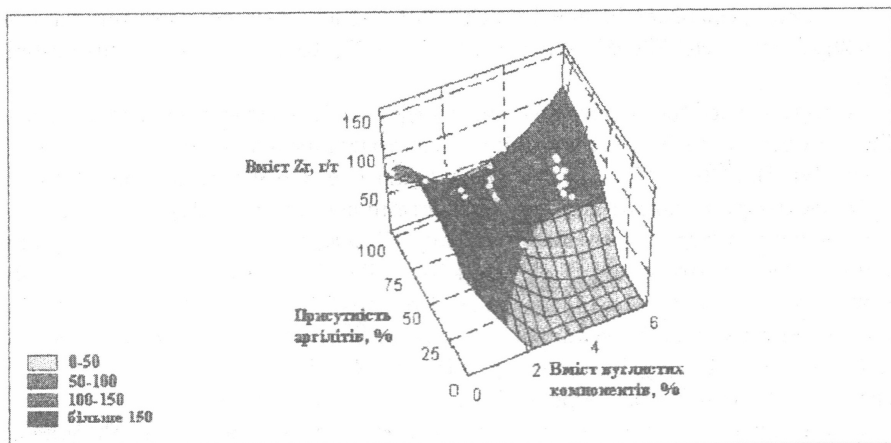


Рис. 4. Розподіл вмісту Zr залежно від присутності аргілітів та вмісту вугільних компонентів.

Степова як будівельного або агрохімічного матеріалу. Певне застереження викликає вміст Ті. Для остаточної оцінки безпечності внесення порід відвалу у ґрунти району потрібно провести дослідження поширення Ті у ґрунтах та встановити форми знаходження титану у породах копальні. Необхідно також вивчити поширення у породах відвалу літію, берилію, бору та срібла, які за даними [5] у підвищених кількостях містяться у золі вугілля Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. У випадку можливості застосування порід відвалу у будівельних або агрохімічних цілях заплановані дослідження окупляться з лихвою, оскільки звільняться значні площі земель та знизиться ризик забруднення повітря пилом з терикону.

1. Струев М. И., Саков В. И., Шпакова В. Б. Львовско-Волинский каменно-угольный бассейн // Геологопромышленный очерк. – К.: 1984. – 272 с.
2. Лукашев К. И. Геохимическое поведение элементов в гипергенном цикле миграций. – М.: Наука и техника, 1964. – 464 с.
3. Бик С. І., Узіюк В. І. Розподіл мікроелементів у вертикальному розрізі вугільних пластів Львівсько-Волинського басейну // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2000. – № 3. – С. 63–70.
4. Рудько Г. І., Скатинський Ю. П., Харкевич В. В. Екологічна оцінка стану геологічного середовища Червоноградського гірничо-промислового району у зв'язку з масовим захворюванням дітей флюорозом (геолого-медичні аспекти). – К.: Знання, 1996. – 76 с.
5. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
6. Войткевич Г. В., Кизильштейн Л. Я., Холодков Ю. И. Роль органического вещества в концентрации металлов в земной коре. – М.: Недра, 1983. – 160 с.
7. Побединцева И. П. Микроэлементы в почвах восточной части Оренбургской области // Микроэлементы в ландшафтах Советского Союза. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1969. – С. 25–46.

Об'єктом дослідження вибрана копальня Степова та її терикон. Площа основи терикону складає 165 300 м², де нагромаджено 4,475 млн. м³ вуглевмісних негорілих порід.

Авторами досліджено літологічний, мінеральний склад порід поверхні терикону копальні Степова та їх радіоактивність. Спектральним аналізом виявлено вміст Р, Sr, Mn, Ni, Ba, Pb, V, Cu, Zr, Sn, Cr, Mo, Zn, Ge, Co у суміші порід терикону. Встановлено пряму залежність між кількостями вуглистої матеріалу і алевролітів та пісковиків в поверхневому шарі терикону. Кількість вуглистої матеріалу і вміст аргілітів перебувають у зворотній залежності. Радіоактивність суміші порід коливається від 7,3 до 20,6 *mR/h* і її значення контролюється товщиною насипного шару терикону. Породи відвалу копальні Степова загалом збіднені Sr, Ni, Ba, V, Cu, Mo, Ge, Co порівняно з вугіллям та аргілітами вуглепродуктивних горизонтів. У підвищених концентраціях породи відвалу містять лише Ti і Zr.

Проаналізована авторами інформація не заперечує можливості використання порід терикону копальні Степова як будівельного або агрохімічного матеріалу.

Ключові слова: терикон, мікроелемент, концентрація, радіоактивність, титан, коефіцієнт кореляції, цирконій.

Львівський національний університет
ім. Івана Франка,
Львів

Стаття надійшла
15.07.2003