

УДК 550.42:553.98

АНАЛІЗ ЗВ'ЯЗКУ ГЕРМАНІЮ І ВАНАДІЮ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ C₁₀^B ПОЛЯ ШАХТИ «ДНІПРОВСЬКА»

В.В. Ішков

кандидат геолого-мінералогічних наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 49005, м. Дніпро, пр. Д.
Яворницького, 19

Є.С. Козій

кандидат геологічних наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 49005, м. Дніпро, пр. Д.
Яворницького, 19

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 49600, м. Дніпро, вул. Сергія
Єфремова, 25, Україна

О.І. Чернобук

Департамент стратегічного планування виробництва «Грузинський марганець», м. Тбілісі,
Грузія

В роботі досліджено зв'язок між германієм і ванадієм у вугільному пласті c₁₀^B шахти Дніпровська. Побудовані та проаналізовані карти ізоконцентрат цих елементів та графік рівняння регресії між їх нормованими концентраціями. Встановлена дуже висока тіснота кореляційного лінійного зв'язку між елементами, що дозволяє використовувати розраховане рівняння регресії для прогнозу концентрацій германію в межах шахтопласта.

Ключові слова: германій, ванадій, шахти Дніпровська.

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP OF GERMANIUM AND VANADIUM IN THE COAL SEAM C10B OF DNIPROVSKA MINE FIELD

V.V. Ishkov

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences

Ye.S. Kozii

Candidate of Geological Sciences

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

Dnipro State Agrarian and Economic University, 49600, Dnipro, S. Efremov str., 25

O.I. Chernobuk

Department of Strategic Production Planning, Georgian Manganese, Tbilisi, Georgia

The relationship between germanium and vanadium in the coal seam c₁₀^B of the Dniprovskia mine is investigated. The isoconcentrate maps of these elements and the graph of the regression equation between their normalized concentrations were constructed and analyzed. A very high density of the

linear correlation between the elements was established, which allows using the calculated regression equation to forecast germanium concentrations within the mine field.

Key words: germanium, vanadium, Dniprovsk mine.

Вугілля є зараз основним оціненим джерелом германію в Україні, Китаї, Узбекистані, Росії, також Ge-вугільні родовища розробляються в Англії, Канаді і США. Цікавий факт, що має безпосереднє відношення до питання актуальності дослідження геохімії германію: у часи СРСР в 80-х рр. отримували біля 4,5 т/рік Ge виключно на коксохімічних заводах України. Це у середніх цінах на 2021 рік становить $1200\$ \text{ США} \cdot 4500 \text{ кг} = 5\,400\,000 \$ \text{ США}$.

Використання германію у різних галузях досить різноманітне. Як компонент для отримання скла в оптоволоконної техніки використовується GeCl_4 . Оксид германію з чистотою до 99.999% застосовується в каталізаторах для полімеризації PET-пластмас (Poly Ethylene Terephalate, або поліетіленфтолатної смоли), а особливо чистий - у виробництві кристалів ВГО ($\text{Bi}_{14}\text{Ge}_3\text{O}_{12}$) для сцинтиляційних датчиків фотонів високих енергій. Напівпровідникові властивості германію сьогодні знову затребувані в електронних приладах і сонячних перетворювачах, а також в Si-Ge з'єднаннях. У приладах нічного бачення в ІК-діапазоні застосовуються полі- і монокристалічні вікна і лінзи, виготовлені з монокристалів германію. Останнім часом германій починає набувати застосування і в біогеохімії та медицині. Було встановлено його підвищений вміст в багатьох лікарських рослинах та здатність надавати протипухлинну і антисептичну дію.

Раніше у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району переважно досліджувалися токсичні та потенційно токсичні елементи [1-6].

Мета роботи полягає у дослідженні зв'язку між Ge і V у вугільному пласті c_{10}^B шахти «Дніпровська».

Слід зазначити, що такі дослідження раніше не виконувалися. Фактологічною основою роботи були результати 378 аналізів Ge та інших елементів-домішок виконаних після 1983р. в центральних сертифікованих лабораторіях виробничих геологорозвідувальних організацій України з матеріалу пластових проб отриманих виробничими і науково-дослідницькими підприємствами і організаціями. У ряді випадків вони доповнювались аналізами пластових проб відібраних борозновим методом із дублікатів керна і гірничих виробок за участю авторів та співробітників геологічної служби вугледобувного підприємства і виробничих геологорозвідувальних організацій в період з 1983 по 2021 рік. Концентрація Ge визначалася згідно [7]. Вміст V визначався кількісним емісійним спектральним аналізом [8]. Вихідні дані для приведення до одного

масштабу були нормовані. Обґрунтування процедури нормування для аналізу різномасштабних геохімічних даних та її алгоритм наведено в роботах [9-13].

На полі шахти «Дніпровська» концентрація Ge у вугіллі пласта c_{10}^B за даними 378 аналізів варіює в межах від 0,14 г/т до 35,71 г/т, при середньому значенні $10,21 \pm 0,34$ г/т, медіані 9,01 г/т, моді 1,3 г/т, стандартному відхиленні 7,17, дисперсії вибірки 51,36, ексцесу вибірки -0,22, асиметричності вибірки 0,59.

Аналіз збудованої карти ізоконцентрат нормованих значень вмісту Ge (рис. 1) дає можливість встановити основні особливості просторового розподілу цього елемента в межах розглянутого пласта.

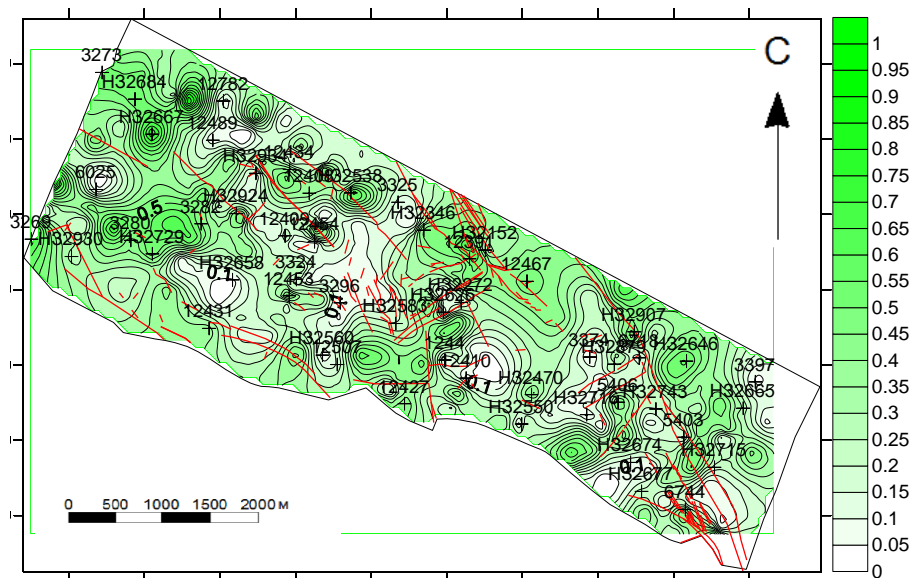


Рис.1 Карта ізоконцентрат нормованого вмісту германію у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

За концентрацією Ge майже все шахтне поле має показники зі значеннями від 0,25 та більше, лише в декількох місцях помічено аномально низькі та осередки високих показників, причому ділянок з низькими значеннями значно менше ніж з високими. Основні зони з найбільш високими показниками (більше 0,5) знаходяться у західній частині поля біля свердловин №H32667, північніше свердловини №12782, між свердловинами №3280, №H32729 та №3282, біля свердловин №32538, №12454, та №12391. Ділянки з низькими показниками розташовані біля свердловин №6025, №12782, №12489, №H32658, №H32626, №H32272, №3371, №3397 та між свердловинами №3296, №32560, №3325, на північному сході від свердловини №12410, та на півдні від №32674, №32734, №32715.

По пласту c_{10}^B вміст ванадію змінюється в інтервалі від 6,08 г/т до 47,84 г/т, при середньому значенні 21,03 г/т. Ділянка з найбільшою локацією V знаходиться на півночі шахтного поля (рис. 2) і пов'язана із свердловиною

№3326. Вміст V суттєво не залежить від глибини, концентрації загальної сірки та зольності вугілля.

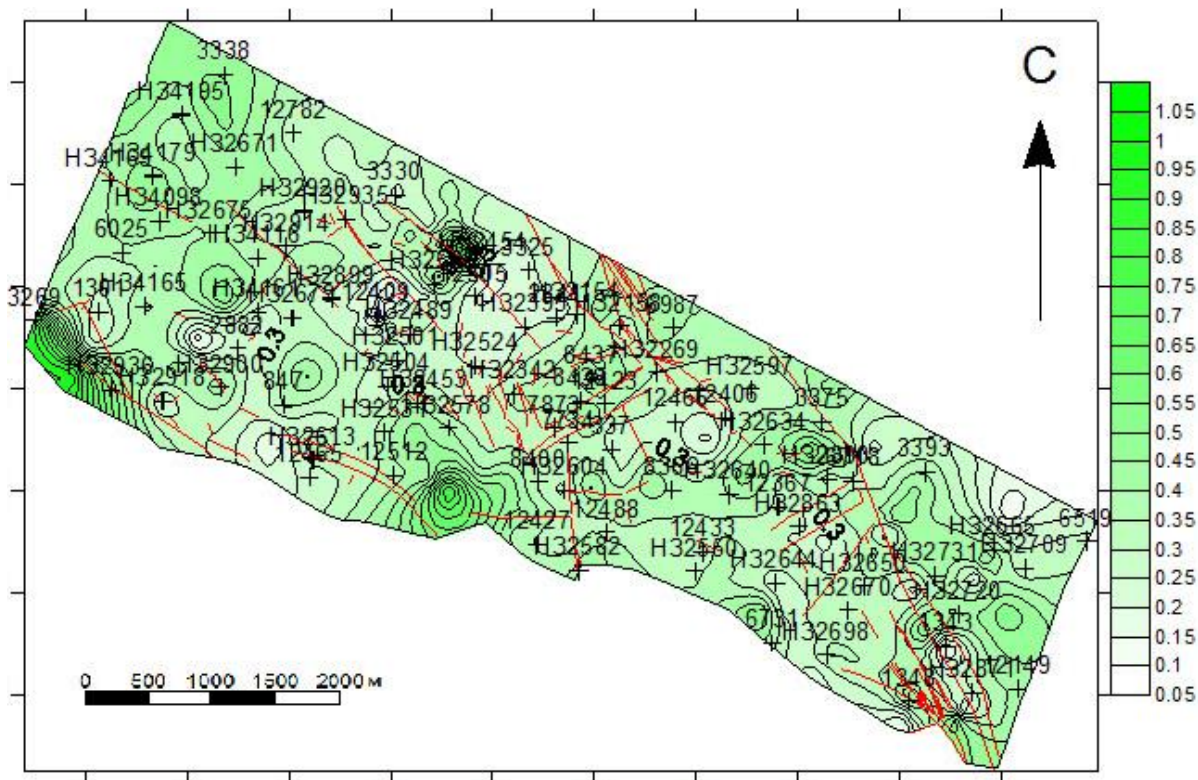


Рис. 2 Карта ізоконцентрат нормованого вмісту ванадію у вугіллі пласта s_{10}^B (ш. Дніпровська)

Коефіцієнт кореляції Пірсона між концентраціями Ge і Co складає 0,92, а розраховане рівняння лінійної регресії: $Ge = 0,0687 + 0,9219 \cdot V$. Графік рівняння наведено на рис. 3.

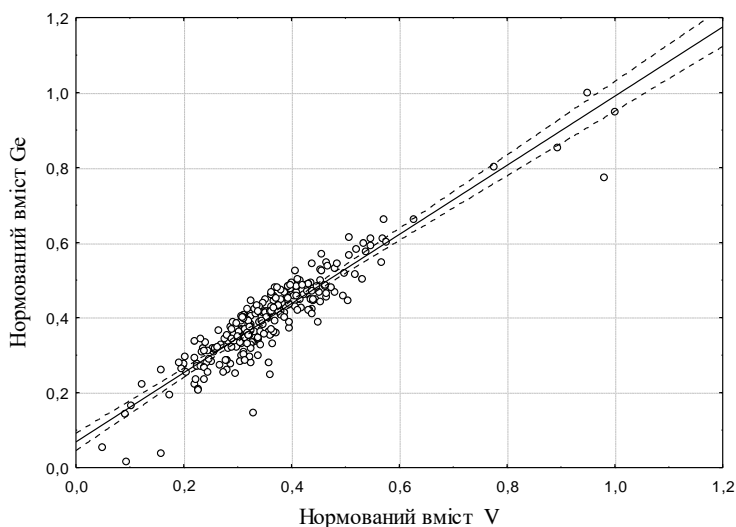


Рис. 3 Графік рівняння регресії між нормованими вмістами германію і ванадію у вугіллі пласта s_{10}^B (ш. Дніпровська)

Аналіз виконаних досліджень дозволяє сформулювати слідуєчи основні висновки:

1) Загальні чинники, які обумовили кумуляцію германію і ванадію у вугіллі пласта с₈^Н в межах шахтного поля майже ідентичні. У свою чергу, це дає підставу вважати ці елементи парагенетичними, що утворюють геохімічну асоціацію у вугіллі пласта с₁₀^В (ш. Дніпровська).

2) Встановлена дуже висока тіснота кореляційного лінійного зв'язку (відповідно до градацій коефіцієнта Чедока) між елементами, що розглядаються, дозволяє використовувати розраховане рівняння регресії для прогнозу вмістів германію в межах шахтопласта.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ishkov V.V., Koziy E.S., Lozovoi A.L. (2013). Definite peculiarities of toxic and potentially toxic elements distribution in coal seams of Pavlograd-Petropavlovka region. Collection of scientific works of NMU, no. 42, pp. 18-23.
2. Ишков В.В., Козий Е.С. (2013). Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта с₈^Н шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. Збірник наукових праць НГУ. № 41, С. 201-208.
3. Kozii Ye.S., Ishkov V.V. (2017). Coal classification of main working seams of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial district on content of toxic and potentially toxic elements. Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics". No. 136, pp. 74-86.
4. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. (2014). About classification of coal seams on the content of toxic elements using cluster analysis. Collection of scientific works of NMU. No. 45. pp. 209-221.
5. Nesterovskiy V., Ishkov V., Kozii Ye. (2020). Toxic and potentially toxic elements in the coal of the seam с₈^Н of the "Blagodatna" mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area. Visnyk Of Taras Shevchenko National University Of Kyiv: Geology, 88(1), 17-24. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.88.03>
6. Ишков В.В., Козий Е.С. (2017). Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с₁₀^В шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». No. 133, С. 213-227.
7. ГОСТ 10175-75. (1975). Угли бурые, каменные, антрациты, аргиллиты и алевролиты. Методы определения содержания германия. М: Изд-во стандартов. 14 с.
8. ГОСТ 28974-91. (1991). Угли бурые, каменные и антрациты. Методы определения бериллия, бора, марганца, бария, хром, никеля, кобальта, свинца, галлия, ванадия, меди, цинка, молибдена, иттрия и лантана. М: Изд-во стандартов. 8 с.
9. Yerofieiev, A.M., Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Bartashevskiy, S.Ye. (2021). Research of clusterization methods of oil deposits in the Dnipro-Donetsk depression with the purpose of creating their classification by metal content (on the vanadium example). Scientific Papers of Donntu Series: "The Mining and Geology". pp. 83-93. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1\(25\)-2\(26\)-83-93](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1(25)-2(26)-83-93)
10. Yerofieiev A.M., Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Bartashevskiy S.Ye. (2022). Geochemical features of nickel in the oils of the Dnipro-Donetsk basin. Geo-Technical Mechanics. No. 160. pp. 17-28.
11. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. (2019). Analysis of the distribution of chrome and mercury in the main coals of the Krasnoarmiiskyi geological and industrial area. Tectonics and Stratigraphy. No. 46, pp. 96-104. <https://doi.org/10.30836/igs.0375-7773.2019.208881>

12. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. (2020). Some features of beryllium distribution in the k₅ coal seam of the "Kapitalna" mine of the Krasnoarmiiskyi geological and industrial district of Donbas. Odesa National University Herald. Geography and Geology. Vol. 25. No. 1(36), pp. 214-227. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2020.1\(36\).205180](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2020.1(36).205180)
13. Kozar, M.A., Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Pashchenko P.S. (2020). New data about the distribution of nickel, lead and chromium in the coal seams of the Donetsk- Makiivka geological and industrial district of the Donbas. Journ. Geol. Geograph. Geoecology. No. 29(4), pp. 722-730. <http://doi:10.15421/112065>