

В.В. Ішков, Є.С. Козій, М.Д. Кисельова

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м Дніпро, Україна

Ю.В. Стрельник

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

ПРО РОЗПОДІЛ БЕРИЛІУ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ K_5 ВП «ШАХТА «КАПІТАЛЬНА» ДП «МИРНОГРАДВУГІЛЛЯ»

Проведено аналіз результатів досліджень просторового розповсюдження берилію у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» й встановлено площинні варіації його концентрацій. Оцінено вплив мінливостей концентрацій берилію від основних технологічних параметрів вугілля. Виявлено, що основним концентратором цього елемента є органічна складова вугілля. Побудовані карти є фактологічною основою для довгострокового прогнозу концентрацій берилію у видобутій шахтою гірській масі. Розраховані рівняння регресії між вмістом берилію і технологічними параметрами вугілля дозволять прогнозувати його концентрацію у вугільному пласті. Ці рівняння можуть бути використані для короткострокового і середньострокового прогнозу вмісту берилію у гірській масі, що видобувається. В свою чергу, такий прогноз може слугувати основою для технологічних рішень, спрямованих на зниження вмісту берилію в продуктах та відходах вуглезбагачення.

Ключові слова: берилій, токсичні елементи, геолого-промисловий район, коефіцієнт кореляції, лінійне рівняння регресії, статистичний зв'язок

Згідно «Інструкції по вивченню токсичних компонентів при розвідці вугільних і сланцевих родовищ» [1] оцінка токсичних елементів (до яких відносять й берилій) у вугільних пластах проводиться на всіх стадіях геологорозвідувальних робіт, а отримані дані згідно «Інструкції про зміст, оформлення і порядок подання в ДКЗ України матеріалів з геолого-економічної оцінки запасів вугілля і горючих сланців» направляються до ДКЗ. Вивчення особливостей розподілу токсичних елементів у вугіллі пов'язані із зростанням вимог до охорони навколишнього середовища, які обумовлюють потребу в нових науково обґрунтованих методах прогнозу вмісту токсичних елементів в добуваємії шахтами гірській масі та відходах видобутку і вуглезбагачення. Особлива актуальність даної проблеми визначається Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 року №2059-VIII [2].

Розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів загалом і вмісту берилію зокрема, у вугільних пластах Донбасу, продуктах і відходах вуглезбагачення за останні роки присвячено роботи [3-18]. Але до теперішнього часу розподіл берилію у вугільному пласті k_5 поля шахти ВП «Шахта «Капітальна» не розглядався.

Особливість виконаних досліджень полягала в неможливості безпосереднього спостереження геологічних процесів. В таких випадках розгляд їх динаміки традиційно виконується шляхом порівняння

статистичних даних й аналізу картографічних матеріалів стосовно розподілу хімічних елементів в об'єктах які розглядаються. Далі одержані результати осмислюються з урахуванням фізико-хімічних й геологічних особливостей. Тобто, отримання інформації стосовно розподілу хімічних елементів в геологічних об'єктах є першим етапом дослідження, що йде від узагальнення фактичного матеріалу, через його теоретичне осмислення до перевірки виявлених закономірностей дослідним шляхом.

В межах поля ВП «Шахта «Капітальна» концентрація берилію по пласту k_5 змінюється в межах від 0,59 г/т до 1,37 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,98 г/т. На побудованій карті (рис. 1) виділяються дві значні зони підвищеного вмісту берилію. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №3438 в центральній частині шахтного поля, із вмістом берилію 1,37 г/т. На північному заході ділянки розташована свердловина №2222, де вміст берилію у вугільному пласті становить 1,35 г/т. Мінімальне значення вмісту берилію вугільного пласту відзначено в свердловині №1859, яка знаходиться на південному заході - 0,59 г/т.

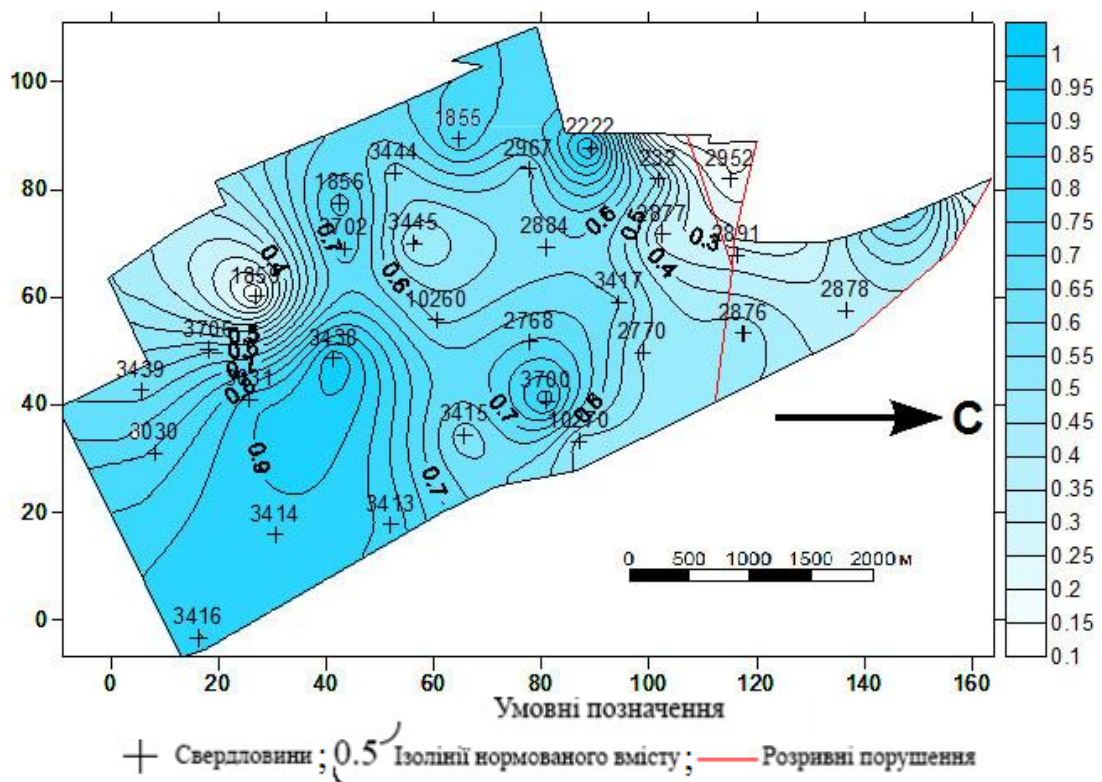


Рис. 1. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Ве у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» ДП «Мирноградвугілля»

У регіональному плані (рис. 2) концентрація берилію збільшується в південно-східному напрямку.

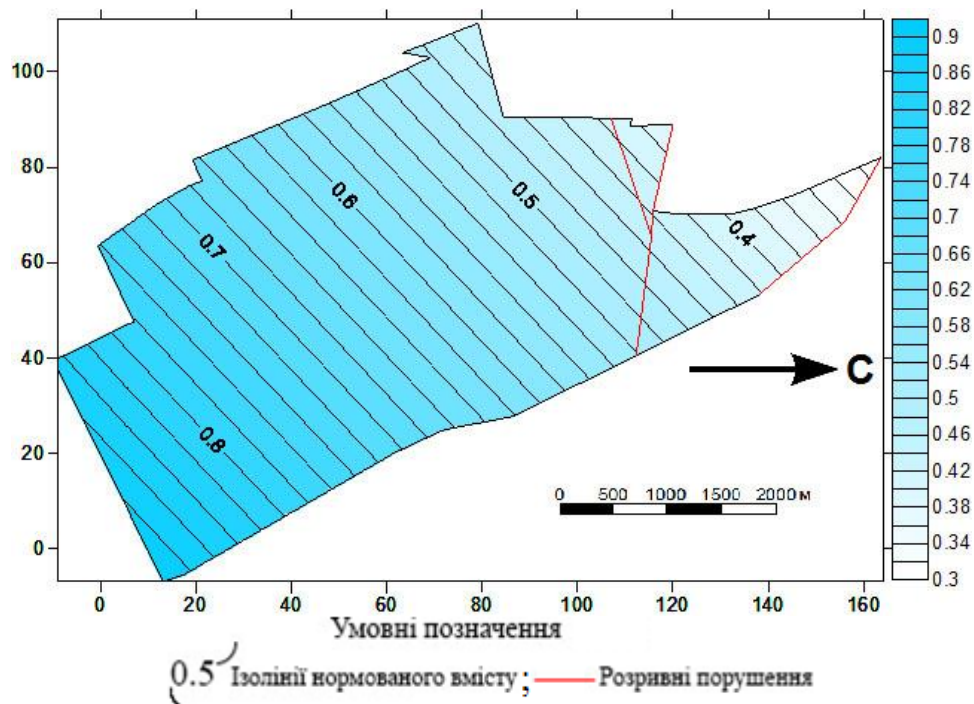


Рис. 2. Карта зміни регіональної складової нормованого вмісту Ве у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта «Капітальна» ДП «Мирноградвугілля»

Карта локальних відхилень вмісту берилію містить одну велику негативну аномалію в південно-західній частині шахтного поля. Вона приурочена до свердловини №1859 (значення -0,55). В північно-західній частині ділянки розташована велика позитивна аномалія, яка пов'язана із свердловиною №2222 (значення 0,5).

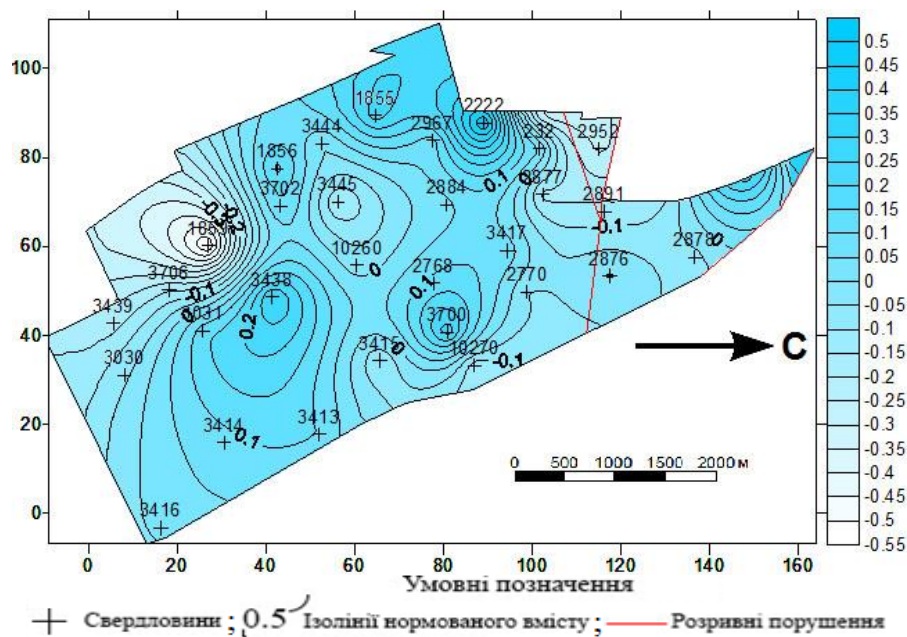


Рис. 3. Карта локальних структур нормованого вмісту Ве у вугільному пласті k_5 поля ВП «Шахта Капітальна» ДП «Мирноградвугілля»

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованим вмістом берилію і зольністю вугілля: $Be = 0,821 - 0,9662 \times A^d$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту берилію і зольності вугілля пласта k_5 дорівнює $-0,86$, що вказує на наявність високого зворотного кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між вмістом берилію і потужністю вугільного пласта k_5 : $Be = 0,775 - 0,3698 \times m$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту берилію і потужністю вугільного пласта k_5 дорівнює $-0,42$, що вказує на наявність слабого зворотного кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між вмістом берилію і вмістом сірки загальної вугільного пласта k_5 : $Be = 0,6666 - 0,4283 \times S_{\text{заг}}$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту берилію і вмістом сірки загальної дорівнює $-0,44$, що вказує на наявність слабого зворотного кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між вмістом берилію і глибиною залягання підшви вугільного пласта k_5 : $Be = 0,7358 - 0,3002 \times h$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту берилію і глибиною залягання підшви вугільного пласта k_5 дорівнює $-0,33$, що вказує на наявність слабого зворотного кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Аналіз побудованих карт (рис. 1 і рис. 3) і їх зіставлення з даними результатів геологорозвідувальних та експлуатаційних робіт виконаних по пласту k_5 свідчать про відсутність просторового зв'язку ділянок з підвищеною концентрацією досліджуваного елемента з тектонічними порушеннями і зонами підвищеної тріщинуватості. Це дає підставу припустити, що формування підвищених концентрацій берилію у вугіллі пласта носило сингенетичний характер.

Так як негативні аномалії на картах ізоконцентрат (рис. 1) і локальних структур (рис. 3) приурочені до зон підвищеної мінералізації пласта, що підтверджується результатами кореляційного і регресійного аналізу, то основним концентратом берилію у вугіллі пласта k_5 в межах шахтного поля є його органічна складова. Отже, процеси гравітаційного збагачення видобутої шахтою гірської маси закономірно приведуть до збільшення вмісту цього токсичного елемента в концентратах. Раніше при дослідженні розподілу берилію в продуктах і відходах збагачення вугілля Донбасу [4, 5, 10] були отримані аналогічні результати. Наскільки їх можна екстраполювати на інші шахтопласти Красноармійського геолого-промислового району - питання залишається дискусійним і потребує подальших досліджень.

Аналіз карти зміни регіональної складової нормованого вмісту берилію у вугіллі пласта k_5 (рис. 2) свідчить про надходження переважної частини цього елемента в басейн палеоторфяника з боку Українського

кристалічного щита - найближчої області знесення. Схожа закономірність спостерігається і для деяких інших родовищ світу. Наприклад, в провінції Великих Північних рівнин буре вугілля, яке розташоване ближче до джерел знесення багатше берилієм, ніж віддалені або Пенсільванського вугілля Аппалачів, яке збагачене берилієм з північного заходу на південний схід, у напрямку древньої області знесення. Таким чином, побудова серії подібних карт зміни регіональної складової нормованого вмісту берилію за площею і розрізом вугленосних відкладів Красноармійського геолого-промислового району може дати уявлення про мінливість положення і специфіки петрофону переважаючих джерел зносу в басейн палеоторфонакопичення у часі і в просторі.

На основі отриманих результатів статистичної обробки геохімічної інформації і аналізу побудованих карт ізоконцентрат берилію і карт регіональної складової його вмісту можна сформулювати наступні основні висновки:

1. В цілому вміст берилію суттєво не залежить від вмісту сірки загальної, глибини залягання й потужності вугільного пласта. Високий зворотний кореляційний зв'язок концентрації берилію із зольністю вугілля вказує на те, що із збільшенням мінеральних домішок у вугільних пластах концентрація берилію зменшується.

2. Берилій переважно пов'язаний з органічною складовою вугілля пласта, накопичення його основної частини, це перш за все кумуляція елемента органічною речовиною палеоторфяника.

3. Регіональна складова вмісту берилію збільшується в південно-східному напрямку, у бік Українського кристалічного щита, що вказує на напрямок розтушування переважаючого джерела зносу.

Список літератури

1. Инструкция по изучению токсичных компонентов при разведке угольных и сланцевых месторождений. Под редакцией В.Р. Клера. М.: Инст. литосферы АН СССР, 1982. 84 с.

2. Про оцінку впливу на довкілля [Електронний ресурс] : Закон України від 23.05.2017 року №2059-VIII / Верховна Рада України. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>

3. Козій Є.С., Ішков В.В. Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів. *Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка»*, 2017, № 136, С. 74-86.

4. Ишков В. В., Чернобук А.И., Дворецкий В.В. О распределении бериллия, фтора, ванадия, свинца и хрома в продуктах и отходах обогащения Краснолиманской ЦОФ. *Научный вестник НГАУ*. 2001, №5. С. 84-86.

5. Ишков В.В., Чернобук А.И., Михальчонок Д.Я. О распределении бериллия, фтора, ванадия, свинца и хрома в продуктах и отходах обогащения Добропольской ЦОФ. *Научный вестник НГАУ*. 2001. №4. С. 89-90.

6. Ишков В.В., Козий Є.С. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_7^H шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. *Вісник Київського національного університету. Геологія*. 2017. №79. С. 59 – 66. doi.org/10.17721/1728-2713.79.09

7. Ишков В.В., Козий Є.С. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_{10}^B шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. *Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка»*. 2017. № 133, С. 213-227.

8. Козий Є.С., Ишков В.В. Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів. *Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка»*. 2017. № 136, С. 74-86.

9. Козий Є.С., Ишков В.В. Особенности распределения токсичных и потенциально токсичных элементов в основных углевых пластах по разрезу Павлоградско-Петропавловского геолого-промислового района Донбаса. *Материалы международной конференции «Форум гірників»*. 2018. С. 194-203.

10. Ишков В.В., Чернобук А.И. Особенности распределения бериллия, фтора, ванадия, свинца и хрома в продуктах и отходах углеобогащения Красноармейской ЦОФ. *Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины*. №11. Т.3. Днепропетровск, 2001. С. 253-261.

11. Ишков В.В. Кобальт. Ванадий в угле основных рабочих пластов Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района Донбасса. *Научный вестник НГУ*. 2009. №10. С. 48-53.

12. Ишков В.В. Ванадий, хром и никель в угольных пластах Донецко-Макеевского геолого-промышленного района Донбасса. *Збірник наукових праць національного гірничого університету*. 2010. №35. С 17-31.

13. Ишков В.В. Некоторые особенности распределения свинца и хрома в угле основных рабочих пластов Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района. *Збірник наукових праць національного гірничого університету*. 2012. №37. С 321-332.

14. Ишков В.В., Козий Е.С. Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта c_6^H шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. *Збірник наукових праць НГУ*. 2013. № 41. С 201-208.

15. Ishkov V.V., Koziy E.S., Lozovoi A.L. Definite peculiarities of toxic and potentially toxic elements distribution in coal seams of Pavlograd-Petropavlovka region. *Збірник наукових праць НГУ*. 2013. № 42. С. 18-23.

16. Ишков В.В., Козий Е.С. О распределении токсичных и потенциально-токсичных элементов в угле пласта с₆^н шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. *Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників»*. 2-5 жовтня 2013 року. Дніпропетровськ. 2013. С. 49-55.

17. Ишков В.В., Козий Е.С. О распределении золы, серы, марганца в угле пласта с₄ шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. *Збірник наукових праць НГУ*. 2014. № 44. С. 178-186.

18. Ишков В.В., Козій Є.С. О распределении As, Hg, Be, F и Mn в угле пласта с₄ шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. *Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації»*. Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2016. С. 12-13.