

<https://doi.org/10.59911/conf.2023.5>

УДК 553.493.57

## **ГЕРМАНІЙ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ ТА ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ**

**Васильєва І.В.**

*Інститут геологічних наук НАН України, Київ,  
[vasilieva1982@ukr.net](mailto:vasilieva1982@ukr.net)*

Германій має велике значення в багатьох галузях промисловості і попит на нього постійно зростає. Цей елемент є стратегічно важливим матеріалом, який використовують для виготовлення оптичних приладів. Застосовують метал і в ядерній фізиці. В Україні германієносні вугільні пласти розповсюджені у відкладах Львівсько-Волинського та Донецького басейнів.

*Ключові слова:* германій, вугільний пласт, породний відвал, геофізичні дослідження.

## **GERMANIUM IN COAL SEAMS AND ROCK DUMPS OF WESTERN DONBAS**

**Vasilieva I.V.**

*Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of  
Ukraine, Kiev,  
[vasilieva1982@ukr.net](mailto:vasilieva1982@ukr.net)*

Germanium is of great importance in many industries and the demand for it is constantly increasing. This element is a strategically important material for the manufacture of optical devices. It is of great importance in nuclear physics. In Ukraine, germanium-bearing coal seams are in the deposits of the Lviv-Volyn and Donetsk basins.

*Keywords:* germanium, coal seam, rock dump, geophysical research.

Германій має велике значення в багатьох галузях промисловості і попит на нього постійно зростає [6]. Область застосування металу досить широка, його застосовують в техніці та електроніці. У радарних установках використовують тонкі германієві плівки, які попередньо наносяться на скляну основу. Як елемент сплавів германій використовують у виробництві детекторів і радарів.

Цей елемент є стратегічно важливим матеріалом, який використовують для виготовлення оптичних приладів, які пропускають інфрачервоне світло. Оптоволоконні системи, інфрачервона оптика і напівпровідникові діоди, виготовлені з германію, повсюдно використовуються в комп'ютерній техніці, в приладах нічного бачення, навколоземних супутниках і системах наведення ракет. Застосовують метал і в ядерній фізиці, з нього виробляють детектори, що вловлюють гамма-випромінювання.

Германій внаслідок незначного вмісту в земній корі і геохімічної спорідненості з деякими широко поширеними елементами виявляє обмежену здатність до утворення власних мінералів, проникаючи в кристалічні решітки інших мінералів. Власні мінерали германію зустрічаються виключно рідко [5].

Починаючи з 1954 року широкого розповсюдження досягли пошуково-розвідувальні роботи на германій. Роботи проводилися на різних родовищах корисних копалин з метою виявлення сировинних джерел для супутнього вилучення германію [7]. В результаті виконаних ревізійних робіт встановлено, що джерелом промислового виробництва германію може стати енергетичне вугілля, сировинна база якого досить перспективна.

В Україні германієносні вугільні пласти розповсюджені у відкладах Львівсько-Волинського та Донецького басейнів. Ступінь вивченості і промислове освоєння цих районів неоднакові. Вміст германію у вугіллі різних пластів змінюється у широкому діапазоні. В різні часи на етапах розвідувальних робіт та на стадії освоєння родовищ вугілля проводились дослідження вмісту германію у вугіллі з метою його подальшого вилучення.

**Вміст германію у вугільних пластах Західного Донбасу.** Західний Донбас – це промислово розвинений вугленосний район. Площа його охоплює широку смугу розвитку продуктивних відкладів нижнього і середнього карбону, що простягається від промислового Донбасу на північний захід більш ніж на 250 км.

Розвідані родовища нижнього карбону, особливо в Павлоградсько-Петропавлівському геолого-промисловому районі, до недавнього часу інтенсивно освоювалися промисловістю [5].

В геологічній будові Павлоградсько-Петропавлівського району бере участь потужний комплекс осадових утворень девонського, кам'яновугільного, пермського, тріасового, юрського, палеогенового і четвертинного віку, що лежать на породах докембрійського кристалічного фундаменту.

Кам'яновугільні відклади в районі представлені всіма свитами нижнього і середнього відділів. Основною продуктивною товщею нижнього карбону є самарська свита  $C_1^3$ , яка поділяється на дві підсвіти. Нижня містить 60 вугільних пластів і прошарків, з яких 21 пласт має промислове значення. Середня потужність нижньої підсвіти становить близько 400 м. Верхня підсвіта має потужність 70–80 м і характеризується майже повною відсутністю вугілля.

Відклади середнього карбону мають широкий розвиток в північній частині району, де їх потужність досягає 1800 м [3]. Всі свити середнього карбону містять вугільні пласти робочої потужності, але найбільш продуктивними є свити  $C_2^6$  і  $C_2^7$ .

Вміщуючі породи карбонових відкладів представлені перемежованими між собою шарами аргілітів, алевролітів, пісковиків і вапняків.

Потужність пластів аргілітів коливається від декількох сантиметрів до 20–30 м, алевролітів – до 40–50 м. Пласти пісковиків мають потужність до 45 м, вапняків – до 10 м. Процентне співвідношення порід карбонових відкладів в розрізі, за даними пробурених при дослідженні свердловин, наступне: аргіліти – 40,3 %, алевроліти – 29,7 %, пісковики – 27,0 %, вугілля – 1,5 %, вапняки – 1,5 %.

Вугленосна карбонова товща перекрита мезозойськими відкладами потужністю від 50 до 300 і більше метрів, представленими в основному, піщано-глинистими породами.

Вивчення германієносності кам'яного вугілля Західного Донбасу систематично розпочато з 1955 р. На першому етапі дослідження проводились методом спектрального напівкількісного аналізу. Роботи проводились трестом «Дніпрогеологія», Львівською та Дніпропетровською геологічними експедиціями та трестом «Артемгеологія».

Протягом 1951–1959 років було досліджено 18189 проб. З них по родовищам Західного Донбасу – 12097 проб, по Львівсько-

Волинському району – 3322 проби, по Дніпробасу – 2770 проб. В результаті проведених досліджень, в кам'яному вугіллі Західного Донбасу встановлено промисловий вміст германію 0,18 % у золі. Зіставляючи дані, що отримані по іншим вугільним басейнам, встановлено, що вугленосна площа родовищ Донбасу належить до родовищ з найбільш багатим рудопроявом германію. Германієносним є вугілля нижнього та середнього карбону.

На другому етапі в 1956 р. була складена карта розповсюдження та вмісту германію масштабу 1:25000. Відібрані із розвідувальних свердловин проби піддавались наступним дослідженням: напівкількісний спектральний аналіз, кількісний спектральний аналіз, хімічний аналіз, вуглепетрографічні дослідження. Вміст германію по деяким вугільним пластам Західного Донбасу представлений в таблиці 1.

На підставі проведених досліджень германієносності вугілля Західного Донбасу зроблені наступні висновки:

1. Всі випробувані пласти вугілля у більшій чи меншій мірі є германієносними.
2. Просторове розповсюдження германію у кожному пласті окремо та по стратиграфічному розрізу в цілому нерівномірно; закономірності не встановлені.
3. Найбільш германієносними пластами є  $c^1_4$ ,  $c^3_4$ ,  $c^3_6$ ,  $c^B_7$ ,  $c_9$ . До пластів з найменшим вмістом германію належать  $c_1$ ,  $c^{1_2}$ ,  $c_6$ ,  $c^c_{10}$ ,  $c^B_{10}$  ( $< 9$  г/т).
4. Найбільше зруденіння знаходиться у центральній та західній частинах району, на ділянках Димитріївській, Таранівській, Алефірівській, Благодатненській, Павлоградській.
5. Збагачені германієм ділянки та лінзи мають звивисті контури та розташовуються, як на виходах пластів, так і на їх середньому та глибокому заляганні.
6. Вміст германію зменшується від кларенів до ультрадюренив та знаходиться в прямій залежності від вмісту мікрокомпонентів групи вітриніту та в зворотній залежності від вмісту мікрокомпонентів групи фюзеніту та лейптиніту.
7. Основним концентратором германію є геліфіцирована речовина незалежно від типу вугілля.

Таблиця 1. Вміст германію у деяких вугільних пластах Західного Донбасу

Синоніміка пласта	Потужність, м/будова вугільного пласта	Загальна площа германіє-носного вугілля, км <sup>2</sup>	Середньо-зважений вміст германію, г/т
v <sub>8</sub>	0,45-0,60 / складна	26,7	11,6
c <sub>3</sub>	0,45-0,75 / проста	142,4	10,1
c <sup>1</sup> <sub>4</sub>	0,45-0,75 / проста	278,6	11,0
c <sup>3</sup> <sub>4</sub>	0,45-0,95 / невитриманий	137,1	12,1
c <sup>4</sup> <sub>4</sub>	0,50-0,60 / проста	86,3	11,7
c <sup>1</sup> <sub>5</sub>	0,10-0,45) / проста	63,6	9,35
c <sup>3</sup> <sub>6</sub>	0,45-0,75 / стійкий	186,2	10,1
c <sup>B</sup> <sub>7</sub>	до 0,75 / проста	247,9	11,35
c <sub>9</sub>	0,45-1,20 / проста	91,8	10,7
c <sup>H</sup> <sub>10</sub>	до 30/ складна	38,3	9,35
c <sup>2</sup> <sub>10<sup>B</sup></sub>	невитримана / складна	33,3	10,6
c <sub>11</sub>	0,40-0,50 / стійкий	27,7	11,1
c <sub>12</sub>	0,45-0,70 / проста	41,6	11,0

**Вміст германію у породних відвалах вугільних шахт.** Вугілля Донецького басейну характеризується досить високим вмістом германію [4]. Під час видобутку германій не вилучається. Але попередні дослідження вказують на те, що в продуктах збагачення та шахтних водах також зустрічаються його промислові концентрації. У 2013 році співробітниками УкрДГРІ були досліджені породи відвалу ш. «Київська» [1]. Випробуванню підлягали верхні шари породного відвалу. Результати атомно-емісійного спектрального аналізу свідчать про зменшення концентрації германію у вугільно-породному матеріалі відвалу порівняно з концентрацією германію у вугільних пластах шахти. Це може відбуватись через його леткість. Результати атомно-емісійного спектрального аналізу наведені в таблиці 2.

Основним джерелом отримання германію в Україні є вугілля. Супутнє вилучення германію – це один із шляхів поліпшення економічних показників вугільної галузі. Згідно із сучасними

вимогами вміст германію в енергетичному вугіллі повинен перевищувати 10 г/т, в коксівному – 3 г/т. Для отримання германію також придатні вміщуючі породи та шахтні води.

Таблиця 2. Результати атомно-емісійного спектрального аналізу вугільно-породного матеріалу відвалу ш. «Київська»

№ проби	Масова частка Ge %, повітряно-суху навіску	Вміст Ge, г/т	Примітки
1	$2 \cdot 10^{-4}$	2,0	проба з осередку нагрівання порід, глибина 25 см, t 109°C
2	$2 \cdot 10^{-4}$	2,0	проба з осередку нагрівання порід, глибина 25 см, t 90°C
3	$2 \cdot 10^{-4}$	2,0	проба з осередку нагрівання порід, глибина 25 см, t 60°C
4	$1,5 \cdot 10^{-4}$	1,5	проба з осередку нагрівання порід, глибина 25 см, t 60°C
5	$3 \cdot 10^{-4}$	3,0	проба з осередку нагрівання порід, глибина 25 см, t 50°C
6	$3 \cdot 10^{-4}$	3,0	проба відібрана з ділянки перегорілої породи
7	$<1 \cdot 10^{-4}$	-	проба відібрана з ділянки перегорілої породи
8	$1,5 \cdot 10^{-4}$	1,5	проба відібрана з ділянки перегорілої породи
9	$2 \cdot 10^{-4}$	2,0	проба відібрана з ділянки свіжо відсипаної породи

Для отримання більш детальної інформації про вміст германію у вугільних пластах, характер його поширення по вугільній товщі крім лабораторних методів дослідження керну можливо також використання методів спектрометричного каротажу [2].

Спектрометрія гамма-випромінювання не пружного розсіяння нейтронів заснована на ефекті взаємодії швидких нейтронів, що випускаються зовнішнім джерелом, з ядрами елементів, що становлять гірські породи. Швидкі нейтрони в процесі не пружних зіткнень породжують жорстке гамма-випромінювання,

вимірювання спектру якого дозволяє виявити присутність багатьох елементів в породі, в тому числі вуглецю, кремнію, германію і т.д. [8]. Цей метод каротажу рекомендовано включити до складу комплексу ГДС вугільних родовищ для того, щоб на стадії розвідки та освоєння родовища визначити присутність германію у вугільних пластах та його ймовірну кількість.

Залежно від складу вихідної сировини застосовують різні способи первинної обробки матеріалу з метою отримання більш багатих за змістом германію продуктів – германієвих концентратах. Це може бути вилуговування сірчаною кислотою, або витяг германію методами екстракції та сорбції. Супутнє вилучення германію з вугілля, продуктів їх переробки і шахтних вод Донбасу в даний час цілком реально і може сприяти підвищенню рентабельності роботи вугільних підприємств.

#### Перелік використаної літератури

1. Васильева И.В. Актуальные вопросы мониторинга породных отвалов угольных шахт и охраны окружающей среды // Мінеральні ресурси України. № 03. 2015. С. 39–45.
2. Дьяконов Д. И. Общий курс геофизических исследований скважин / Д. И. Дьяконов, Е.И. Леонтьев, Г.С. Кузнецов // Москва: Недра, 1984. 432 с.
3. Ископаемый уголь / Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ископаемый\\_уголь](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ископаемый_уголь).
4. КД 12.06204-99. Геологические работы на угледобывающих предприятиях Украины. Инструкция, 2000. 187 с.