

## **РТУТЬ У НАФТАХ РОДОВИЩ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ**

Метою роботи було встановлення геохімічних особливостей ртуті у нафтах діючих родовищ Дніпровсько-Донецької западини та створення їх класифікації за вмістом цього металу. Раніше в серії робіт [1-3] було розглянуто деякі особливості геохімії та розподілу металів у каустобіолітах родовищ Дніпровсько-Донецької западини.

У процесі досліджень для досягнення поставленої в роботі мети було здійснено кластеризацію родовищ нафти зваженим центроїдним методом, що реалізовано у професійних статистичних програмних платформах «STATISTICA» та «SPSS», вибір якого було раніше обґрунтовано в [4-6]; виконано аналіз результатів кластеризації що дозволило у генетичному сенсі інтерпретувати отриману геохімічну інформацію. У роботі використовувалися версії програм STATISTICA 13.3 та IBM SPSS Statistics 22. Фактологічною основою роботи були результати аналізів вмісту металів у нафтах з 36 родовищ: Бахмачського, Прилуцького, Краснозаярського, Качалівського, Кременівського, Карайкозівського, Коробочкинського, Куличихінського, Липоводолинського, Монастирщенського, Матлаховського, Малосорочинського, Ново-Миколаївського, Перекопівського, Прокопенківського, Радченківського, Розпашнівського, Софіївського, Суходолівського, Солонцівського, Солохівського, Талалаївського, Тростянецького, Турутинського, Харківцівського, Щуринського, Юр'ївського, Ярошівського, Хухрянського, Сагайдацького №1, Сагайдацького №13, Кибицівського №5, Кибицівського №51, Кибицівського №52, Кибицівського №56 та Кибицівського №1.

Середній вміст ртуті у нафті розглянутих родовищ становить  $0,437 \pm 0,133$  ppm при довірчому інтервалі 0,95, вибіркова дисперсія 0,639, стандартне відхилення 0,799, медіанне значення відповідає 0,97 ppm, ексцес дорівнює 6,964, асиметричність 2,616.

За результатами кореляційного та регресійного аналізу та з урахуванням шкали Чедока в пробах нафти з розглянутих родовищ встановлено наявність дуже слабкого зворотного кореляційного зв'язку вмісту ртуті та нікелю (коефіцієнт кореляції -0,05), заліза (коефіцієнт кореляції -0,1), середньої потужності продуктивного горизонту (коефіцієнт кореляції -0,11), асфальтенів (коефіцієнт кореляції -0,14); дуже слабкого прямого зв'язку вмісту ртуті і парафінів (коефіцієнт кореляції 0,12), значень в'язкості нафти (коефіцієнт кореляції 0,18); слабкого прямого кореляційного зв'язку між вмістом ртуті і смоли (коефіцієнт кореляції 0,3), сумарного вмісту металів Ni, V, Zn, Cr, Mn, Co, Fe, Hg, Al (коефіцієнт кореляції 0,42); середнього зворотного кореляційного зв'язку між вмістом ртуті і сучасної температури продуктивного горизонту (коефіцієнт кореляції -0,52), мінералізації пластової води з продуктивних горизонтів (коефіцієнт кореляції -0,62), сучасної глибини продуктивного горизонту (коефіцієнт кореляції -0,63), значень сучасного тиску в продуктивних горизонтах (коефіцієнт кореляції -0,64); середнього прямого кореляційного зв'язку між вмістом ртуті і цинку (коефіцієнт кореляції 0,51), значень щільності нафти (коефіцієнт кореляції 0,53), температурою початку кипіння (initial boiling point) (коефіцієнт кореляції 0,54), марганцю (коефіцієнт кореляції 0,64); високого зворотного кореляційного зв'язку вмісту ртуті та щільності пластової води з продуктивних горизонтів (коефіцієнт кореляції -0,78); високого прямого кореляційного зв'язку вмісту ртуті та сірки (коефіцієнт кореляції 0,72), хрому (коефіцієнт кореляції 0,74), кобальту (коефіцієнт кореляції 0,81), алюмінію (коефіцієнт кореляції 0,82), ванадію (коефіцієнт кореляції 0,85). Розраховані лінійні рівняння регресії (таблиця 1) вказані нижче.

Виконані дослідження дозволяють сформулювати наступні основні висновки:

- Вміст ртуті в пробах нафти з 36 родовищ найбільш значущої нафтогазової провінції України - Дніпровсько-Донецької западини, мають істотні варіації (відмінність значних середніх концентрацій за пробками із проаналізованих родовищ складає більше трьох порядків) при середньому значенні в  $0,437 \pm 0,133$  ppm. Враховуючи значення концентрації ртуті для фундаментальних наукових розробок в області походження нафти, отримані результати можуть опосередковано свідчити про реалізацію кількох генетичних моделей її формування в даному регіоні.

- Незважаючи на суттєву варіативність тісноти кореляційного зв'язку вмісту ртуті з іншими геохімічними та геолого-технологічними параметрами необхідно враховувати їх статистично значущий характер. Це в свою чергу дозволяє виділити з усіх параметрів, що розглядаються в роботі, групу генетично і/або парагенетично пов'язаних з накопиченням ртуті в нафті (концентрації ванадію, алюмінію, кобальту, хрому, сірки, марганцю, цинку; сумарного вмісту металів V, Zn, Cr, Mn, Co, Fe, Hg, Al; значення щільності і в'язкості нафти; температурою початку кипіння нафти (initial boiling point); вмісту смоли і парафінів.

## Лінійні рівняння регресії між вмістом ртуті та геохімічними й геолого-технологічними параметрами нафти

Рівняння регресії	Параметри регресії
$Hg = 0,1352 - 0,0402 \times Ni;$	між вмістом ртуті і нікелю у нафтах
$Hg = 0,1381 - 0,1309 \times Fe;$	між вмістом ртуті і заліза у нафтах
$Hg = 0,1423 - 0,1484 \times m;$	між вмістом ртуті і потужністю покладів
$Hg = 0,1544 - 0,1324 \times A;$	між вмістом ртуті і асфальтенів у нафтах
$Hg = 0,0872 + 0,1452 \times C;$	між вмістом ртуті і парафінів у нафтах
$Hg = 0,0726 + 0,1814 \times \eta_{oil};$	між вмістом ртуті і значеннями в'язкості нафти
$Hg = 0,0566 + 0,3525 \times Re_{oil};$	між вмістом ртуті і смоли у нафтах
$Hg = 0,0227 + 0,512 \times Me_{total};$	між вмістом ртуті і загальним вмістом металів у нафтах
$Hg = 0,3432 - 0,3988 \times T;$	між вмістом ртуті і сучасною температурою у горизонті
$Hg = 0,3869 - 0,5561 \times M_{layered\ water};$	між вмістом ртуті і мінералізацією пластової води
$Hg = 0,3724 - 0,4882 \times h;$	між вмістом ртуті і глибиною розробки
$Hg = 0,3955 - 0,5244 \times P;$	між вмістом ртуті і показниками тисків
$Hg = -0,0017 + 0,4528 \times Zn;$	між вмістом ртуті і цинку у нафтах
$Hg = -0,1026 + 0,5337 \times \rho_{oil};$	між вмістом ртуті і значеннями густини нафт
$Hg = -0,0563 + 0,6404 \times T_{init.\ boil.\ point};$	між вмістом ртуті і температурами початку кипіння нафти
$Hg = -0,0486 + 0,8026 \times Mn;$	між вмістом ртуті і марганцю у нафтах
$Hg = 0,5431 - 0,6513 \times \rho_{layered\ water};$	між вмістом ртуті і густиною пластової води
$Hg = -0,0274 + 0,6165 \times S;$	між вмістом ртуті і сірки у нафтах
$Hg = 0,0319 + 0,6221 \times Cr;$	між вмістом ртуті і хрому у нафтах
$Hg = 0,0332 + 0,6965 \times Co;$	між вмістом ртуті і кобальту у нафтах
$Hg = 0,0102 + 0,7178 \times Al;$	між вмістом ртуті і алюмінію у нафтах
$Hg = 0,0006 + 0,7025 \times V;$	між вмістом ртуті і ванадію у нафтах

- Встановлений дуже слабкий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і смол та парафінів з одного боку і тисний із вмістом сірки в нафтах розглянутих родовищ з іншого боку, свідчить про провідну роль як основних концентраторів ртуті більш низькомолекулярних сірковмісних компонентів нафтової системи (наприклад, тіофілсульфіди, тіоєфіри та діотіоєфіри) в родовищах регіону.

- Присутність досить значних концентрацій ртуті у нафтах родовищ Дніпровсько-Донецької западини свідчить про реалізацію його надходження у складну нафтову систему з абіогенних джерел.

## Література

1. Kozii, Ye.S. (2021). Toxic elements in the  $c_1$  coal seam of the Blahodatna mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of Donbas. *Geo-Technical Mechanics*, no. 158. pp.103-116. <https://doi.org/10.15407/geotm2021.158.103>
2. Kozii, Ye.S. (2021). Arsenic, mercury, fluorine and beryllium in the  $c_1$  coal seam of the Blahodatna mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of western Donbas. *Geo-Technical Mechanics*. no. 159. pp. 58-68. <https://doi.org/10.15407/geotm2021.159.058>
3. Козій Є.С. (2018). Миш'як, берилій, фтор і ртуть у вугіллі пласта  $c_8$  в шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. *Вісник Дніпропетровського університету. Геологія-Географія*. – № 26 (1). – С. 113 – 120. <https://doi.org/10.15421/111812>
4. Єрофеев А.М., Ішков В.В., Козій Є.С., Барташевський С.Є. (2021). Дослідження методів кластеризації родовищ нафти Дніпровсько-Донецької западини з метою створення їх класифікації за вмістом металів (на прикладі V). *Наук. пр. Дон. нац. техн. ун-ту. Сер. Гірн-геол.* 1(25)-2(26). С. 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)
5. Єрофеев А.М., Ішков В.В., Козій Є.С. (2021). Вплив основних геолого-технічних показників Качалівського, Куличинського, Матлаховського, Малосорочинського та Софіївського родовищ на вміст ванадію у нафті. *Український гірничий форум: Матеріали міжнар. наук.-техн. конф.* С. 177-185.
6. Ішков В.В., Козій Є.С. (2014). О классификации угольных пластов по содержанию токсичных элементов с помощью кластерного анализа. *36. наук. пр. Нац. гірн. ун-ту.* № 45. С. 209-221.