

спорудженні видобувних свердловин, якісних спеціальних технологічних рідин із належними показниками фізико-хімічних властивостей.

Список літератури

1. Pavlychenko, A., Ihnatov, A. & Askerov, I. (2023). Issues of improving well construction processes and their environmental component. *Collection of Research Papers of the National Mining University*, 74, 192-203.
2. Pavlychenko, A., Ihnatov, A. & Askerov, I. (2022). Designing filters for water wells. Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources. *Universitas Publishing*, 169-172.
3. Pavlychenko, A., Ihnatov, A., Koroviaka, Ye., et al. (2021). Fundamentals of organizing a hydraulic well cleaning system. *Collection of research papers of the NMU*, 4(67), 136-152.
4. Institution of Civil Engineers (Great Britain) Staff & Laloui, L. (2014). Bio- and Chemo- Mechanical Processes in Geotechnical Engineering: Géotechnique Symposium in Print 2013. ICE Publishing.

РТУТЬ У НАФТАХ ДЕЯКИХ РОДОВИЩ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

^{1,2}Ішков В.В., ^{2,3}Козій Є.С., ²Дрешняк О.С., ¹Пащенко П.С., ²Коваль С.О.,
³Бражник М.Є.

¹Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпро, Україна, ²Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна, ³Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

Анотація. У статі представлені результати розробки природної класифікації родовищ нафти Дніпровсько-Донецької западини за вмістом концентрацій ртуті на основі кластерного аналізу. Приведена класифікація дозволить встановлювати першочерговість до розробки родовищ нафти з метою подальшої реалізації ртуті, як супутньої сировини, а також можливість визначати екологічні ризики використання цих нафт як сировини для виробництва нафтопродуктів і, в першу чергу, бензину та дизельного палива.

Вступ. Визначення вмісту ртуті у сирій нафті є особливо важливим процесом з точки зору охорони довкілля, здоров'я та безпеки. Ртуть є токсичним хімічним елементом, який може мати шкідливий вплив на людей, тварин та навколишнє середовище. У сирій нафті ртуть присутня в незначних кількостях в результаті її природного походження або через контакт з ртуттю під час видобутку, транспортування та переробки нафти. Ртуть може бути також використана в процесі видобування нафти для покращення видатності свердловин. Визначення вмісту ртуті у сирій нафті дозволяє контролювати рівень забруднення та вживати необхідні заходи для його усунення. Це важливо для запобігання забрудненню повітря, водних джерел та ґрунту при переробці нафти. Крім того, контроль рівня ртуті у нафті допомагає забезпечити безпеку робітників, які займаються добуванням та переробкою нафти.

Останні досягнення. Раніше вже були розглянуті деякі геохімічні особливості металів у нафтах з родовищ Дніпровсько-Донецької западини та обґрунтовано створення за допомогою методів кластеризації природної класифікації цих нафтових родовищ за вмістом металів [1-7]. Дослідження металів, зокрема ртуті у нафтах з різних родовищ України, що надає

можливість визначення їх генетичних особливостей та екологічних наслідків використання – є актуальною проблемою, вирішення якої сприятиме напрацюванню комплексу прогностичних критеріїв скупчень вуглеводнів та науково-обґрунтованої геолого-економічної та екологічної оцінки їх використання.

Мета роботи. За результатами кластерного аналізу значень концентрацій ртуті розробити природну класифікацію родовищ Дніпровсько-Донецької западини за її вмістом.

Результати роботи. Фактологічною основою роботи були результати аналізів вмісту ртуті і інших металів у нафтах з 36 родовищ: Бахмачського, Прилуцького, Краснозаярського, Качалівського, Кременівського, Карайкозовського, Коробочкинського, Куличихінського, Ліповодолинського, Монастирщенського, Матлаховського, Малосорочинського, Ново-Миколаєвського, Перекопівського, Прокопенківського, Радченковського, Распашновського, Софіївського, Суходолівського, Солонцівського, Солохівського, Талалаївського, Тростянецького, Турутинського, Західно-Харьковцівського, Щуринського, Юр'ївського, Ярошівського, Хухрянського, Сагайдацького № 1, Сагайдацького № 13, Кибицівського № 5, Кибицівського № 51, Кибицівського № 52, Кибицівського № 56, Кибицівського № 1.

На основі застосування методу зваженого центроїдного кластерного аналізу, як найбільш оптимального для розробки класифікації родовищ нафти Дніпровсько-Донецької западини за вмістом металів, авторами роботи була побудована дендрограма (рис. 1), яка відбиває взаємну природну ієрархію аналізованих родовищ за концентрацією ртуті.

Аналіз дендрограми кластеризації родовищ за вмістом ртуті дозволяє візуально виділити сім груп кластерів: 1.1.1.1.1, 1.1.1.1.2, 1.1.1.1.2, 1.1.1.2, 1.1.2, 1.2 і 2.

Кластер 1.1.1.1.1 сформований Талалаївським, Качалівським, Солохівським, Куличихінським, Прилуцьким, Ліповодолинським, Малосорочинським, Софіївським і Суходолівським родовищами з аномально низькими значеннями вмісту ртуті у нафтах від 0,0007 ppm (Талалаївське родовище) до 0,01 ppm (Суходолівське, Софіївське, Малосорочинське, Ліповодолинське та Прилуцьке родовища), при середньому вмісту по кластеру 0,007.

Низькі значення вмісту від 0,02 ppm (Бахмачське родовище) до 0,035 ppm (Щуринське родовище) у нафтах пов'язані з родовищами Бахмачським, Тростянецьким, Ярошівським, Перекопівським, Солонцівським, Щуринським та Карайкозовським кластера 1.1.1.1.2, з середнім вмістом цього елемента по кластеру 0,026 ppm.

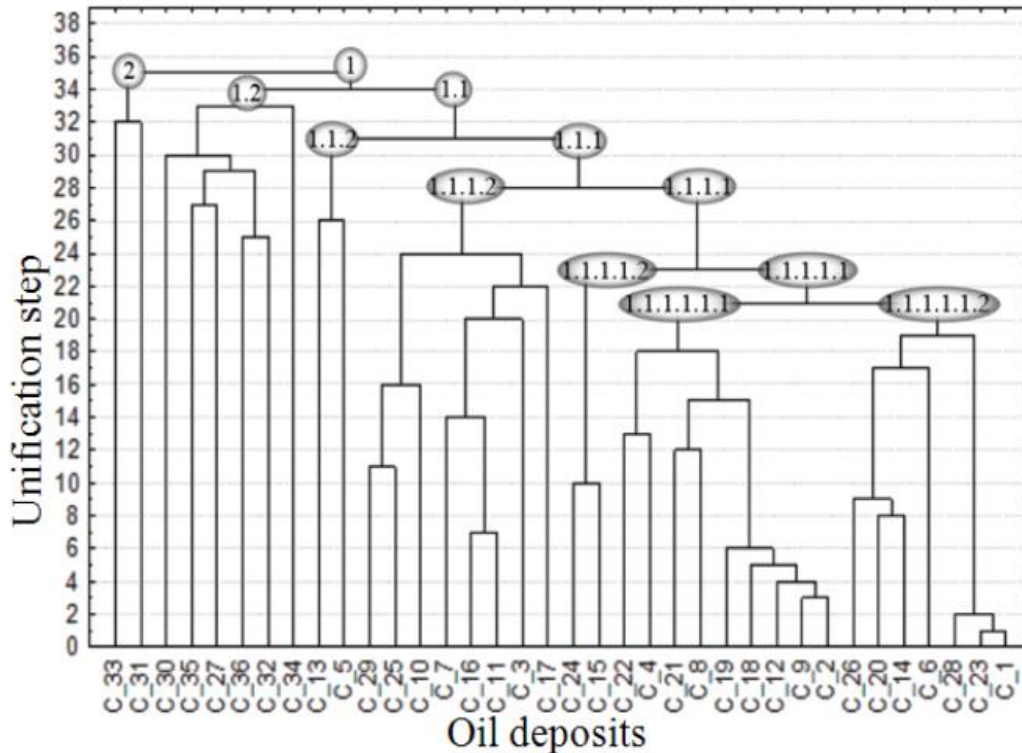
Кластер 1.1.1.1.2 складений родовищами Прокопенківським і Турутинським із вмістом ртуті нижче середнього – 0,05 ppm.

Кластер 1.1.1.2 представлений родовищами Распашновським, Краснозаярським, Матлаховським, Радченковським, Коробочкинським, Монастирщенським, Західно-Харьковцівським та Хухрянським з вмістами

ртуті у нафтах від 0,14 ppm (Распашновське родовище) до 0,2 (Західно-Харьковцівське і Хухрянське родовища), із середнім значенням вмісту по кластеру – 0,18 ppm.

Кластер 1.1.2 представлений родовищами Кременівським та Новомиколаєвським з відповідними вмістами ртуті у нафтах 0,323 ppm – 0,39 ppm, із середніми концентраціями по кластеру вище середнього по загальній вибірці родовищ – 0,36 ppm.

Кластер 1.2 сформований родовищами Кибицівським № 52, Сагайдацьким № 1, Кибицівським № 56, Юр'ївським, Кибицівським № 5 і Кибицівським № 1 у яких вміст ртуті у нафтах коливається з 0,7 ppm (родовище Кибицівське № 52) до 1,4 ppm (родовище Кибицівське № 1) та загальним високим середнім вмістом по кластеру – 1,14 ppm.



Умовні позначення:

- 1, 2, 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3 – кластери; перелік родовищ: C_1 – Бахмачське, C_2 – Прилуцьке, C_3 – Краснозаярське, C_4 – Качалівське, C_5 – Кременівське, C_6 – Карайкозовське, C_7 – Коробочкинське, C_8 – Куличихінське, C_9 – Ліповодолинське, C_10 – Монастиріщенське, C_11 – Матлаховське, C_12 – Малосорочинське, C_13 – Новомиколаєвське, C_14 – Перекопівське, C_15 – Прокопенківське, C_16 – Радченковське, C_17 – Распашновське, C_18 – Софіївське, C_19 – Суходолівське, C_20 – Солонцівське, C_21 – Солохівське, C_22 – Талалаївське, C_23 – Тростянецьке, C_24 – Турутинське, C_25 – Харьковцівське, C_26 – Щуринське, C_27 – Юр'ївське, C_28 – Ярошівське, C_29 – Хухрянське, C_30 – Сагайдацьке № 1, C_31 – Сагайдацьке № 13, C_32 – Кибицівське № 5, C_33 – Кибицівське № 51, C_34 – Кибицівське № 52, C_35 – Кибицівське № 56, C_36 – Кибицівське № 1

Рисунок 1 – Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом родовищ по вмісту ртуті у нафтах

Два родовища Сагайдацьке № 13 і Кибицівське № 51 з аномально високим вмістом ртуті у нафтах відповідно від 3,0 ppm до 3,4 ppm формують кластер 2 із середнім значенням 3,2 ppm.

За результатами кластерного аналізу вибіркові середні значення концентрацій ртуті, що значимо відрізняються між окремими родовищами чи групами родовищ в установлених рядах можна інтерпретувати в термінології якісної оцінки, як: аномально низькі; низькі; нижче середніх; середні; вище середніх; високі; аномально високі. Реалізація такого підходу, у свою чергу, дає можливість запропонувати природну класифікацію родовищ Дніпровсько-Донецької западини за вмістом ртуті, яку наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Природна класифікація родовищ нафти Дніпровсько-Донецької западини за вмістом ртуті

№ з.п.	Вміст ртуті (якісна оцінка вмісту; вміст від/до у ppm; середній вміст у ppm)	Назва родовища
1	2	3
1	аномально низькі значення; 0,0007/0,01; 0,0074	Талалаївське, Качалівське, Солохівське, Куличихінське, Прилуцьке, Ліповодолинське, Малосорочинське, Софіївське, Суходолівське
2	низькі значення; 0,02/0,035; 0,026	Бахмачське, Тростянецьке, Ярошівське, Перекопівське, Солонцівське, Щуринське, Карайкозовське
3	значення нижче середніх; 0,05/0,05; 0,05	Прокопенківське, Турутинське
4	середнє значення; 0,144/0,2; 0,177	Распашновське, Краснозаярське, Матлаховське, Радченковське, Коробочкинське, Монастиріщенське, Західно-Харьковцівське, Хухрянське
5	значення вище за середнє; 0,323/0,39; 0,356	Кременівське, Новомиколаєвське
6	високе значення; 0,7/1,4; 0,141	Кибицівське № 52, Сагайдацьке № 1, Кибицівське № 56, Юр'ївське, Кибицівське № 5
7	аномально високі значення; 3,0/3,40; 3,20	Сагайдацьке № 13, Кибицівське № 51

Приведена класифікація дозволить встановлювати першочерговість до розробки родовищ нафти з метою подальшої реалізації ртуті, як супутньої сировини, а також можливість визначати екологічні ризики використання цих нафт як сировини для виробництва нафтопродуктів і, в першу чергу, бензину та дизельного палива.

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 вибірками 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.

За результатами кластерного аналізу вибіркові середні значення концентрацій ртуті, що значимо відрізняються між окремими родовищами чи групами родовищ в установлених рядах можна інтерпретувати в термінології якісної оцінки, як: аномально низькі; низькі; нижче середніх; середні; вище середніх; високі; аномально високі. Реалізація такого підходу, у свою чергу, дає можливість запропонувати природну класифікацію родовищ Дніпровсько-Донецької западини за вмістом ртуті.

На основі проведених досліджень розроблено першу природну класифікацію родовищ Східного нафтогазоносного регіону України за вмістом ртуті від вмісту хімічних елементів та речовин, загальним вмістом металів та гірничо-геологічних умов залягання нафтових родовищ та фізичних властивостей нафти, що дозволяє встановлювати першочерговість до розробки родовища нафти з метою подальшої реалізації ртуті, як супутньої сировини, а також можливість визначати екологічні ризики використання цих нафт як сировини для виробництва нафтопродуктів і, в першу чергу, бензину та дизельного палива.

Список літератури

1. Ішков, В.В., Козій, Є.С., Козар, М.А. (2023). Розробка класифікацій родовищ нафти за вмістом металів (на прикладі Дніпровсько-Донецької западини). *Мінеральні ресурси України*, 1, 23-34. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.1.23-34>
2. Ішков, В.В., Козій, Є.С., Козар, М.О., Єрофєєв, А.М., Барташевський, С.Є., Дрешпак, О.С. (2023). Особливості загального вмісту металів у нафтах родовищ Дніпровсько-Донецької Западини. *Збірник наукових праць НГУ*, 72, 98-114. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/72.098>
3. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S. & Kozar, M.A. (2022). Features of vanadium geochemistry in oils from the oil and gas fields of Eastern region of Ukraine. Collection of scientific works "Geo-Technical Mechanics", 162, 85-96.
4. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S. & Kozar, M.A. (2023). Geochemistry features of aluminum in oils and classification of the deposits of the Dnipro-Donetsk depth according to its content. *Odesa National University Herald. Geography and Geology*, 28, 1(42), 131-147. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2023.1\(42\).282244](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2023.1(42).282244)
5. 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. Collection of scientific works "Geo-Technical Mechanics", 160, 17-28.
6. 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"*, 1(25)-2(26), 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)
7. Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S. & Kozar, M.A. (2023). Development of classifications of oil deposits by the content of metals (on the example of the Dnipro-Donetsk depression). *Mineral resources of Ukraine*. 1, 23-34. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.1.23-34>