

УДК 556+622(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/geotech2023.37.04>**Вергельська В.В., Верховцев В.Г.****Вергельська В.В.**, аспірантка, Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», ORCID: 0000-0002-6206-710X, vvika10@meta.ua**Верховцев В.Г.**, доктор геологічних наук, завідувач відділу, Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», ORCID: 0000-0002-1015-6725, Verkhovtsev@ukr.net

АНАЛІЗ ГІДРОХІМІЧНОГО СКЛАДУ ШАХТНИХ ВОД КРАСНОАРМІЙСЬКОГО ВУГЛЕПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ ДОНБАСУ

Красноармійський геолого-промисловий район розташований у південно-західній частині Донецького басейну. Гідрогеологічні умови регіону досліджень складні, що пов'язано з його тектонічними особливостями та літологічним складом водовмісних порід. Водонасні горизонти вугленосних районів є здебільшого системами складних басейнів тріщинно-пластових вод, які ускладнюють відпрацювання гірничих виробок. Мінливість геологічної, гідрогеологічної обстановки та інтенсивність водообміну визначають різницю в хімічному складі підземних вод, що формуються в кам'яновугільних відкладах на різних глибинах у різних районах Донбасу. Водонасні горизонти пов'язані з пісковиками, вапняками, рідше з алевролітами. Живлення водонасних горизонтів і комплексів, що залягають поблизу земної поверхні, відбувається здебільшого завдяки атмосферним опадам і перетоку води з горизонтів, що залягають вище. Однак зі збільшенням глибин залягання в живленні зростає роль напірних вод глибоких горизонтів, розвантаження яких відбувається зонами глибинних розломів. Основним фактором формування хімічного складу шахтних вод є штучно створена в гірничих виробках різко окислювальна обстановка, у яку потрапляють підземні води, що циркулювали у водонасних горизонтах. Води кам'яньської, алмазної та горлівської світ з'являються з тектонічною будовою шахтного поля та вуглепородного масиву загалом. Хімічні характеристики шахтних вод кожного горизонту, в тому числі й кожної виробки, мають особливості, що контролюються геолого-структурними чинниками вуглепородних масивів. Окремі хімічні елементи вод змінюються відповідно до особливостей геологічної будови шахтного поля й окремих його виробок. Водонасні горизонти Красноармійського вуглепромислового району внаслідок розробки вугільних пластів і закриття шахт «мокрою консервацією» впливають на зміну еколого-гідрогеологічного режиму регіону.

Ключові слова: Донецький басейн, водонасні горизонти вуглепородних масивів, шахтні води.

Вступ. Розробку вугільних покладів у межах Донбасу розпочато близько 300 років тому. За цей час вугільними виробками в Донецькому басейні розкрито горизонти середнього та верхнього карбону до глибини 1800 м, зокрема у Красноармійському вуглепромисловому районі – до 900 м. Більшість водонасних горизонтів, розкритих у Красноармійському вуглепромисловому районі, пов'язані з відкладами середнього карбону ($C_2^1-C_2^7$). Максимальна кількість притоку води у вугільні виробки зафіксована в північно-західній і центральній частинах району, що визначається гіпсометрією поверхні порід середнього карбону.

Дослідженнями шахтних вод Донецького басейну займалися С. Г. Ізмайлова та В. І. Оніщенко, Н. О. Дяченко, С. П. Войтович, В. Г. Суярко та І. В. Удалов, у роботах яких розкрито питання хімічного складу шахтних вод окремих вуглевидобувних районів, вплив шахтних вод на навколишнє середовище та розглянуто можливість використання цих вод для технічних і побутових потреб [3, 4, 6–11].

Метою роботи є визначення зміни хімічного складу шахтних вод ДП ВК «Краснолиманська» на різних горизонтах.

Матеріали дослідження: відбір проб води проведено на шахті «Піонер», ДП ВК «Краснолиманська»

та «Курахівська – Гірник» Красноармійського вуглепромислового району у 2017–2021 рр.

Методи дослідження: узагальнення геологічних матеріалів проведено за даними шахтної служби, звітів геологічної розвідки, опублікованих даних і даних, отриманих авторами під час польових робіт; визначено хімічні характеристики шахтних вод із відібраних проб у Красноармійському вуглепромисловому районі (рис. 1). Аналіз шахтних вод проведено в гідрохімічній лабораторії ДП «Укрнаукагеоцентр» і лабораторії нафтохімічних досліджень геологічного середовища ІГН НАН України. Побудова моделі зміни загальної мінералізації в межах 1-ї, 2-ї та 3-ї західних лав виконані у програмі Surfer [4], карту-схема району досліджень виконано у програмі MapInfo.

Результати досліджень. Красноармійський геолого-промисловий район розташований у південно-західній частині Донецького басейну. У районі поширені осадові породи середнього (світи $C_2^1-C_2^7$) та верхнього (світи C_3^1, C_3^2) карбону, які перекриті більш молодими покладами (переважно палеогенового, неогенового і четвертинного віку). Осадові породи карбону представлені перешаруванням пластів пісковиків, аргілітів та алевролітів з включенням відносно тонких пластів вугілля і вапняку [3].

Осадова товща порід району залягає на докембрійських утвореннях, що є найбільш древнім структурним поверхом. Подібно до Українського щита, за даними сейсмічних досліджень, він має блокову будову, що чинить великий вплив на формування структури осадової товщі. Кам'яновугільні відклади поширені на всій території району дослідження, їх простягання північно-західне, а падіння – північно-східне [1, 2, 6, 9].

Водоносні горизонту вугленосних районів Донецького басейну є здебільшого системами складних басейнів тріщинно-пластових вод, які ускладнюють відпрацювання гірничих виробок. Водоносні горизонти пов'язані з пісковиками, вапняками, рідше з алевролітами.

Мінливість геологічної, гідрогеологічної обстановки та інтенсивність водообміну визначають різницю в хімічному складі підземних вод, що формуються в кам'яновугільних відкладах на різних глибинах у різних районах Донбасу. Фільтраційні властивості кам'яновугільних порід змінюються дуже істотно навіть на незначних відстанях залежно від тріщинуватості порід.

Через водоносний горизонт полтавського часу відбувається поповнення та регулювання кількості підземних вод у кам'яновугільних відкладах. Унаслідок цих особливостей шахти Красноармійського вуглепромислового району обводнені значно більше, ніж шахти інших районів Складчастого Донбасу [2].

Гідрогеологічні умови регіону досліджень складні, що пов'язано з його тектонічними особливостями та літологічним складом водовмісних порід. Живлення водоносних горизонтів і комплексів, що залягають поблизу земної поверхні, відбувається здебільшого завдяки атмосферним опадам і перетоку води з горизонтів, що залягають вище. Однак зі збільшенням глибин залягання в живленні зростає роль напірних вод глибоких горизонтів, розвантаження яких відбувається зонами глибинних розломів. Потужний покрив слабопроникних суглинків і глин ускладнює водообмін та сприяє доволі високій мінералізації підземних вод кам'яновугільних відкладів і перекриваючих їх осадків. Основним фактором формування хімічного складу шахтних вод є штучно створена в гірничих виробках різко окислювальна обстановка, у яку потрапляють підземні води, що циркулювали у водоносних горизонтах.

Під час дослідження шахтних вод визначено хімічний склад, жорсткість і рН вод середнього карбону, які належать до кам'яньської, алмазної і горлівської світ та є найбільш поширеними в межах Красноармійського вуглепромислового району (табл. 1).

Умовно за хімічним складом та якісними характеристиками води Красноармійського вуглепромислового

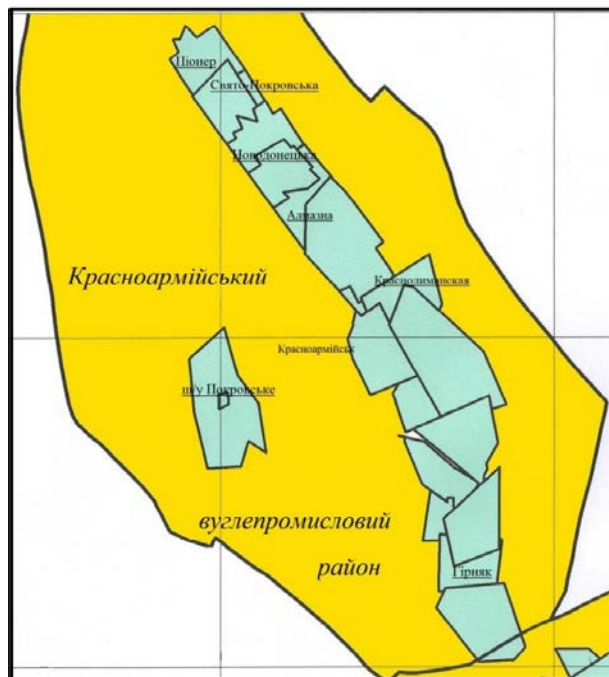


Рис. 1. Карта-схема району дослідження. Красноармійський вуглепромисловий район Донецького басейну

Fig. 1. Map-scheme research area. Krasnoarmiysk coal mining district of the Donetsk Basin

Умовні позначення: 1 – межі вуглепромислового району; 2 – межі шахтних полів; 3 – шахти, де проведені дослідження 2017–2021 рр.

району (рис. 2) можна поділити на три зони: південну, центральну та північно-західну.

У північно-західній зоні геологічною службою шахт зафіксовано найбільший притік вод у вугільні виробки та відносно найменша їх глибина, переважно це пласти групи m (горлівська світ).

Води шахти «Піонер», за проведеними дослідженнями, після незначного очищення можна використовувати для технічних і побутових потреб. Води шахти «Свято-Покровська» за період її закриття мокрою консервацією трансформувалися у водо-газоносний горизонт [2]. Шахтні води північно-західної зони характеризуються такими показниками: рН 6,8–7,4, загальна жорсткість шахтних вод 2,5–5 мг-екв/дм³, мінералізація 1371,6–2587,4 мг/дм³.

Води південної зони незначні за кількістю. Для їх відведення створюють підземні водозбірники (шахти групи «Курахівська – Гірник»). Шахтні води південної

Таблиця 1. Дані хімічного аналізу вод на шахтах Красноармійського вуглепромислового району

Table 1. Data of chemical analysis of waters at the mines of the Krasnoarmiysk coal industry district

№ з/п	Назва підприємства, місце відбору проби	Сума катіонів, мг-екв/дм ³	Сума аніонів, мг-екв/дм ³	Загальна мінералізація, мг/дм ³	рН
1.	«Курахівська – Гірник», пласт h	75,31	75,31	4763,2	8,05
2.	ДП ВК «Краснолиманська», пласт l ₃ заскидова зона	435,27	435,27	25 443,5	6,95
3.	ДП ВК «Краснолиманська», пласт l ₃ ПК 23	239,08	239,08	14 236,9	7,7
4.	ДП ВК «Краснолиманська», пласт m ₄ ² ПК 33+8	108,78	107,76	7225,7	6,8
5.	«Піонер», пласт m ₄ ²	18,86	18,86	1371,6	7,4
6.	«Свято-Покровська», пласт m ₄ ²	38,8	38,8	2587,4	6,8

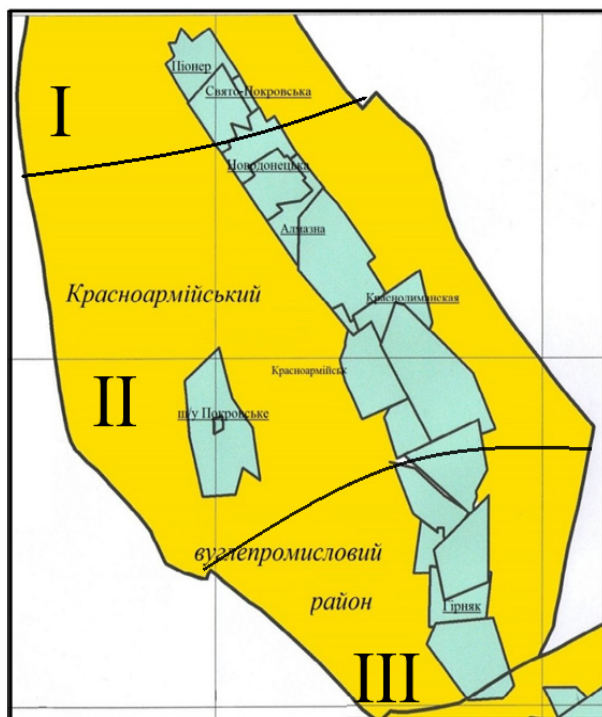


Рис. 2. Карта-схема зон поширення шахтних вод, межі яких встановлені за хімічним складом та якісними характеристиками

Fig. 2. Map-scheme of mine water distribution zones, the boundaries of which are established by chemical composition and quality characteristics

Умовні позначення: 1 2 3 4 5

1 – межі вуглепромислового району; 2 – межі шахтних полів; 3 – шахти, де проведені дослідження 2017–2021 рр., 4 – межі, встановлені за хімічним складом та якісними характеристиками за результатами дослідження; 5 – номери зон, визначених під час дослідження: I – північно-західна, II – центральна, III – південна

зони мають такі характеристики: рН 8,05 та мінералізація 4763,2 мг/дм³.

Центральна частина району має шахти зі значними глибинами та тривалим терміном експлуатації. За гіпсометричним рівнем ці шахти мають найнижчі місця в районі відносно сусідніх шахт, що значно ускладнює їх дослідження. Загалом у Красноармійському вуглепромисловому районі через гіпсометрію поверхні шахти поблизу м. Мирноград і ДП ВК «Краснолиманська» розташовані в найнижчих місцях. Відповідно до геологічної будови регіону із закриттям сусідніх шахт у виробках вугільного пласта l_3 ДП ВК «Краснолиманська» значно збільшується притік вод, тому основна частина досліджень пов'язана із цим вуглевидобувним підприємством.

У водах алмазної світи, вугільного пласта l_3 , ДП ВК «Краснолиманська» в межах заскидової зони зафіксовано та визначено дві особливості: води з підвищеною температурою та води зі вмістом нафтопродуктів (табл. 1). Головною особливістю вод цього горизонту є їх агресивність до залізних і на окремих

ділянках до залізобетонних конструкцій. На такі характеристики вказують рН 6,8–7,7, загальна жорсткість шахтних вод 6,75–33,75 мг-екв/дм³, мінералізація 7225,7–25443,5 мг/дм³ (рис. 3, 4, 5).



Рис. 3. Діаграма рН у вугільних виробках Красноармійського вуглепромислового району
Fig. 3. The pH diagram in the coal workings of the Krasnoarmiysk coal mining district

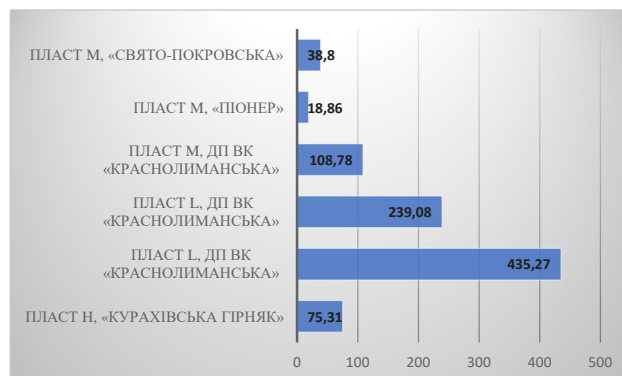


Рис. 4. Діаграма суми катіонів мг-екв/дм³ у вугільних виробках Красноармійського вуглепромислового району
Fig. 4. Diagram of cations mg-eq/dm³ in coal workings of the Krasnoarmiysk coal mining district

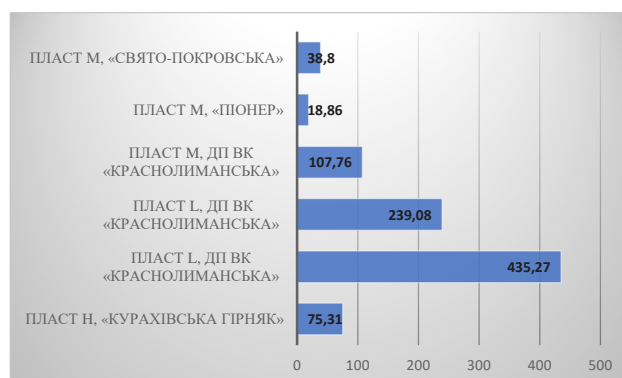


Рис. 5. Діаграма суми аніонів мг-екв/дм³ у вугільних виробках Красноармійського вуглепромислового району
Fig. 5. Diagram of the amount of anions mg-eq/dm³ in coal workings of the Krasnoarmiysk coal mining district

Хімічні характеристики шахтних вод карбону (світи $C_2^1-C_2^7$) пов'язані з тектонічною будовою шахтних виробок, що не суперечить дослідженням інших авторів [4, 6, 7, 9]. Окремі хімічні елементи вод змінюються

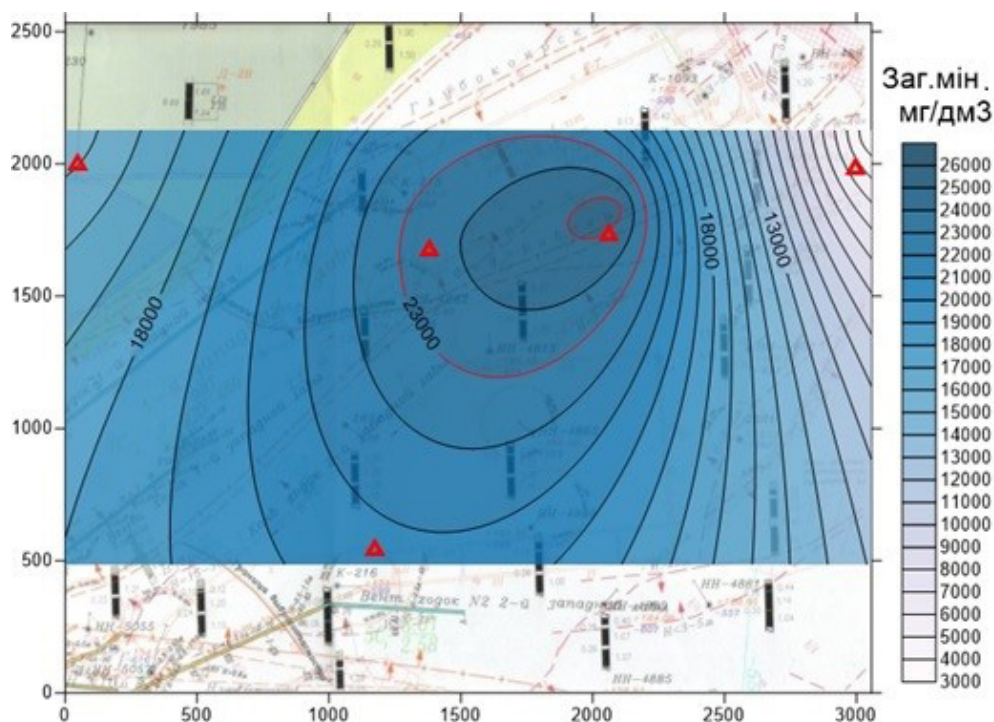


Рис. 6. Зміна загальної мінералізації на рівні 1-ї, 2-ї та 3-ї західних лав заскидової зони пласта I_3 ДП ВК Краснолиманська

Fig. 6. Change in total mineralization at the level of the 1st, 2nd, and 3rd Western benches of the dumping zone of the layer I_3 of the SE CC Krasnolymanska

Умовні позначення: 1 2 3

1 – фрагмент шахтного поля, де проведено дослідження; 2 – місця відбору проб; 3 – зміна показників загальної мінералізації, градація позначена кольором і цифрами

відповідно до особливостей геологічної будови шахтного поля й окремих вугільних виробок, що відображається на їх загальній мінералізації (табл. 1, рис. 6) і рН (рис. 3).

Висновки. За результатами досліджень на ДП ВК «Краснолиманська» встановлено, що хімічні характеристики шахтних вод кожного горизонту, у тому числі й кожної виробки (табл. 1), мають особливості, що контролюються геолого-структурними умовами вуглепородного масиву. Водоносні горизонти Красноармійського вуглепромислового району впливають на розробку вугільних пластів на різних глибинах у зв'язку зі зміною гідрогеологічного режиму внаслідок техногенного навантаження. Відповідно до аналізованих показників і вмісту кількості окремих хімічних елементів, виведення вод ДП ВК «Краснолиманська» на денну поверхню без очищення матиме негативний вплив на навколишнє середовище, а води шахти «Піонер» придатні для технічних потреб, а після незначного очищення – для побутового використання.

Література

1. Вергельська В. В., Вергельська Н. В. Гідрогеологічні особливості вуглепородних масивів Складчастого Донбасу. Збірник матеріалів молодіжної наукової конференції «Сучасні напрями геологічних досліджень в Україні». Київ, 25–26 листопада 2015 р. С. 15–16.
2. Вергельська Н. В., Вергельська В. В., Соболев М. Ю. Гідрогеологічні особливості Красноармійського вуглепромислового

району Донецького басейну. *Матеріали науково-практичної конференції «Проблеми гідрогеології на сучасному етапі» пам'яті І. К. Решетова*. м. Харків, 5–6 листопада 2014 р. С. 15–16.

3. Вергельська Н. В., Правоторова О. В. Особливості геологічної будови окремих вугільних пластів Красноармійського вугленосного району (на прикладі шахти «Краснолиманська»). *Тектоніка і стратиграфія*. Вип. 36. 2009. С. 54–59.

4. Д'яченко Н. Еколого-гідро-геомеханічні наслідки перетворення фільтраційної структури масиву гірських порід Західного Донбасу. *Гірнична геологія та геоecologia*. 2022. № 1(2). С. 5–20. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2021.1\(2\).251839](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2021.1(2).251839).

5. https://kpfu.ru/docs/F721877372/malcev_surfer7_53.pdf.

6. Кононенко А. В. Про зв'язок водовідбору та змін мінералізації в зоні впливу регіонального тектонічного порушення (на прикладі Житлівського водозабору в Луганській області). *V Наукова конференція з міжнародною участю «Гідрогеологія: наука, освіта, практика»*. м. Харків, 14–15 листопада 2018 р. С. 26–28.

7. Лунова О. В., Костенко В. К., Матлак Е. С. До питання про можливу зміну регіональних норм якості шахтних вод, що скидають, та особливості їх використання. *Проблеми екології: загальнодержавний науково-технічний журнал*. № 1. 2010. С. 46–50.

8. Рубан С. А., Шинкаревський М. А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України. Київ : УкрД-ГРІ, 2005. 572 с.

9. Суярко О. В. Про зв'язок зон розвантаження вод глибоких горизонтів палеозою з глибинною тектонікою Донбасу. *Доп. АН УРСР*. 1970. Сер. Б. № 5. С. 403–406.

10. Суярко В. Г., Безрук К. О. Гідрогеохімія (геохімія підземних вод). Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2010. 112 с.

11. Удалов І. В., Кононенко А. В. Еколого-гідрогеохімічні особливості формування підземних вод мергельно-крейдового водоносного горизонту та прогноз їх якості (на прикладі Житлівського

водозабору в Луганській області). *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. 28, 2018. С. 74–85.

References

1. Vergelska V.V., Vergelska N.V. (2015). *Proceedings of the youth scientific conference «Modern directions of geological research in Ukraine»*. Kyiv. November 25-26. pp. 15-16. – in Ukrainian
2. Vergelska N.V., Vergelska V.V., Sobolev M.Yu. (2014). *Materials of the scientific and practical conference «Problems of hydrogeology at the modern stage» in memory of I.K. Reshetova*. Kharkiv. November 5-6. pp. 15–16. – in Ukrainian
3. Vergelska N.V., Pravotorova O.V. (2009). Peculiarities of the geological structure of individual coal beds of the Krasnoarmiisk coal-bearing district (on the example of the «Krasnolymanska» mine). *Tectonics and stratigraphy*. Vol. 36. pp. 54–59. – in Ukrainian
4. Diachenko N. (2022). *Mining geology and geoecology*. No. 1(2). P. 5–20. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2021.1\(2\).251839](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2021.1(2).251839).
5. https://kpfu.ru/docs/F721877372/malcev_surfer7_53.pdf
6. Kononenko A.V. (2018). *V Scientific conference with international participation "Hydrogeology: science, education, practice"*. Kharkiv, November 14-15. pp. 26–28. – in Ukrainian
7. Luneva O.V., Kostenko V.K., Matlak E.S. (2010). *Problems of ecology: a national scientific and technical journal*. №. 1. С. 46-50. – in Ukrainian
8. Ruban S.A., Shynkarevskiyi M.A. (2005). Hydrogeological assessments and forecasts of the underground water regime of Ukraine. Kyiv: UkrDGRI. 572 p. – in Ukrainian
9. Suiarko, O.V. (1970). *Dopovid akademiyi nauk USSR*, Ser. B, 5, Kyiv, UA pp. 403–406. – in Ukrainian
10. Suyarko V.G., Bezruk K.O. (2010). Hydrogeochemistry (geochemistry of groundwater). Kharkiv: KhNU named after V. N. Karazin, 112 p. – in Ukrainian
11. Udalov I.V., Kononenko A.V. (2018). *Collection of scientific works of the Institute of Environmental Geochemistry*. 28. pp. 74–85. – in Ukrainian

ANALYSIS OF THE HYDROCHEMICAL COMPOSITION OF MINE WATERS OF THE KRASNOARMIYSK COALMINING DISTRICT OF DONBAS

Vergelska V.V., Verkhovtsev V.G.

Vergelska V.V., Postgraduate, State Institution “The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine”, ORCID: 0000-0002-6206-710X, vvika10@meta.ua

Verkhovtsev V.G., D. Sc. (Geology), Head of the Department, State Institution “The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine”, ORCID: 0000-0002-1015-6725, Verkhovtsev@ukr.net

The Krasnoarmiisk geological and industrial district is located in the southwestern part of the Donets basin. The hydrogeological conditions of the research region are complex, which is related to its tectonic features and lithological composition of water-bearing rocks. Aquifers of coal-bearing regions are, in most cases, systems of complex basins of fractured and stratified waters, which complicate the working out of mine workings. The variability of the geological and hydrogeological conditions and the intensity of water exchange determine the difference in the chemical composition of groundwater formed in coal deposits at different depths in different areas of Donbas. Aquifers are associated with sandstones, limestones, less often, siltstones. The feeding of aquifers and complexes located near the earth's surface occurs mainly due to atmospheric precipitation and the flow of water from the layers located above. However, with an increase in the depth of occurrence, the role of pressure waters of deep horizons, the discharge of which occurs through zones of deep faults, increases in feeding. The main factor in the formation of the chemical composition of mine waters is the artificially created sharply oxidizing environment in mining operations, into which groundwater circulating in aquifers enters. The world of Kamianska, Almazna and Horlivska waters is correlated with the tectonic structure of the mine field and the coal-rock massif as a whole. The chemical characteristics of mine waters of each layers, including each production, have features that are controlled by the geological and structural factors of the coal massifs. Certain chemical elements of water change according to the features of the geological structure of the mine field and its individual workings. The aquifers of the Krasnoarmiisk coal mining district due to the development of coal seams and the closure of mines by "wet conservation" affect the change in the ecological and hydrogeological regime of the region.

Key words: Donets basin, aquifers of coal-bearing massifs, mine waters.