

ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ШАХТНИХ ВОД ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ТЕКТОНІЧНОЮ БУДОВОЮ ВУГІЛЬНОГО МАСИВУ (КРАСНОАРМІЙСЬКА МОНОКЛІНАЛЬ)

В. В. Вергельська

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН
України»

Н. О. Дяченко

к. геол. н., зав. лаб.

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН
України»,

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»

Досліджено зв'язок геохімічних особливостей шахтних вод (ШВ) Покровського району зі складною тектонічною будовою Красноармійської монокліналі (КМ) та можливість використання ШВ за для потреб промислового водопостачання. Встановлено, що тектонічна будова КМ умовно розділена на дві «зони» (північну та південну,) які відрізняються умовами переважання тектонічних напруг стиску та розтягу. Геохімічні особливості ПВ КМ мають деякі відмінності в залежності від належності до тектонічних «зон». Виявлена зональність поширення ШВ. Води ш. «Піонер» можна використовувати для технічних та побутових потреб за умови очищення.

Ключові слова: Красноармійська монокліналь, шахтні води, геохімічні особливості, тектонічна будова.

GEOCHEMICAL FEATURES OF MINE WATERS AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE TECTONIC STRUCTURE OF THE COAL MASSIFS (KRASNOARMIYSK MONOCLINE)

V. V. Vergelska

SI "Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the NAS
of Ukraine"

N. O. Dyachenko

Candidate of Geology, Head of Lab.

SI "Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the NAS
of Ukraine", SI "Institute of Environmental Geochemistry of the NAS of Ukraine"

The paper investigates the relationship between the geochemical features of mine water (MW) in the Pokrovskii district and the complex tectonic structure of the Krasnoarmeyskaya monocline (KM) and the possibility of using MW for industrial water supply. It has been established that the tectonic structure of the KM is conditionally divided into two 'zones' (northern and southern), which differ in the conditions of predominance of tectonic compressive and tensile stresses. The geochemical features of the CBM have some differences depending on the tectonic 'zones'. The

zonal distribution of the CMM has been revealed. The waters of the Pioneer drainage can be used for technical and domestic needs, subject to treatment.

Keywords: Krasnoarmiyskaya monocline, mine waters, geochemical features, tectonic structure.

Необхідність вивчення шахтних вод (ШВ) Покровського району Донбасу обумовлена проблемою відсутності водного резерву господарсько-питного водопостачання на територіях, що зазнають впливу військової агресії проти України. ШВ, які утворюються внаслідок змішування підземних вод різних вугільних горизонтів через наявність гірничих виробок, є значним джерелом забруднення навколишнього середовища. Тим не менш, існує можливість використання ШВ для потреб промислового водопостачання, яка визначається їх належністю до класифікаційної групи за показниками якості, а також типом джерела водопостачання (діюча або ліквідована шахта). Формування припливів шахтних вод та їх хімічний склад визначаються низкою факторів, серед яких геолого-структурні, геодинамічні, гідрогеологічні умови, гірничотехнічні чинники розробки вугільного родовища [6]. Але питання зв'язку геохімічних особливостей ШВ Красноармійського геолого-промислового району зі складною тектонічною будовою Красноармійської монокліналі (КМ) та можливість їх використання за рахунок очищення, залишилось поза зоною уваги.

Саме тому, метою дослідження є визначення зв'язку геохімічних особливостей шахтних вод та їх мінералізації з тектонічною будовою вугільного масиву у межах КМ та можливість використання ШВ для потреб промислового водопостачання.

В геоструктурному відношенні досліджувана територія КМ розташована в південно-західній частині Кальміус-Торецькій улоговини. Структура витягнута в ПнЗ напрямі на 100 км по простягання, ширина смуги вугленосних відкладів (ВВ) 18-20 км. Геологічна будова КМ характеризується розвиненими осадовими породами середнього і верхнього карбону, що перекриті кайнозойськими, тріасовими, юрськими осадовими породами, сумарна потужність яких збільшується з півдня на північ. Кам'яновугільні відклади предсталенні чергуванням різних за складом та потужністю шарів вугілля, вапняків, пісковиків, аргілітів і алевролітів. Відносно спокійне залягання порід порушено тектонічними розривами різного орієнтування і морфології. Перша група розривів (рис. 1), морфологічно представлена насувами близькомеридіонального Пн-ПнЗ простягання (Красноармійський, Мерцаловський, північна частина Добропільського) і діагонального ПнС орієнтування (Селідовський, Центральний, південна частина Добропільського, серія Ново-Іверських розривів).

Друга – численні субпаралельні диз'юнктиви скидової морфології близькоширотного Пн-ПнЗ простягання (Червонолиманський, Глибокоярський, Карпівський, Грушівський, Федорівський, Самойлівський, Гнілушинський) і діагонального ПнС орієнтування - скид № 5, скид «В» (рис. 1, б, в, г, д).

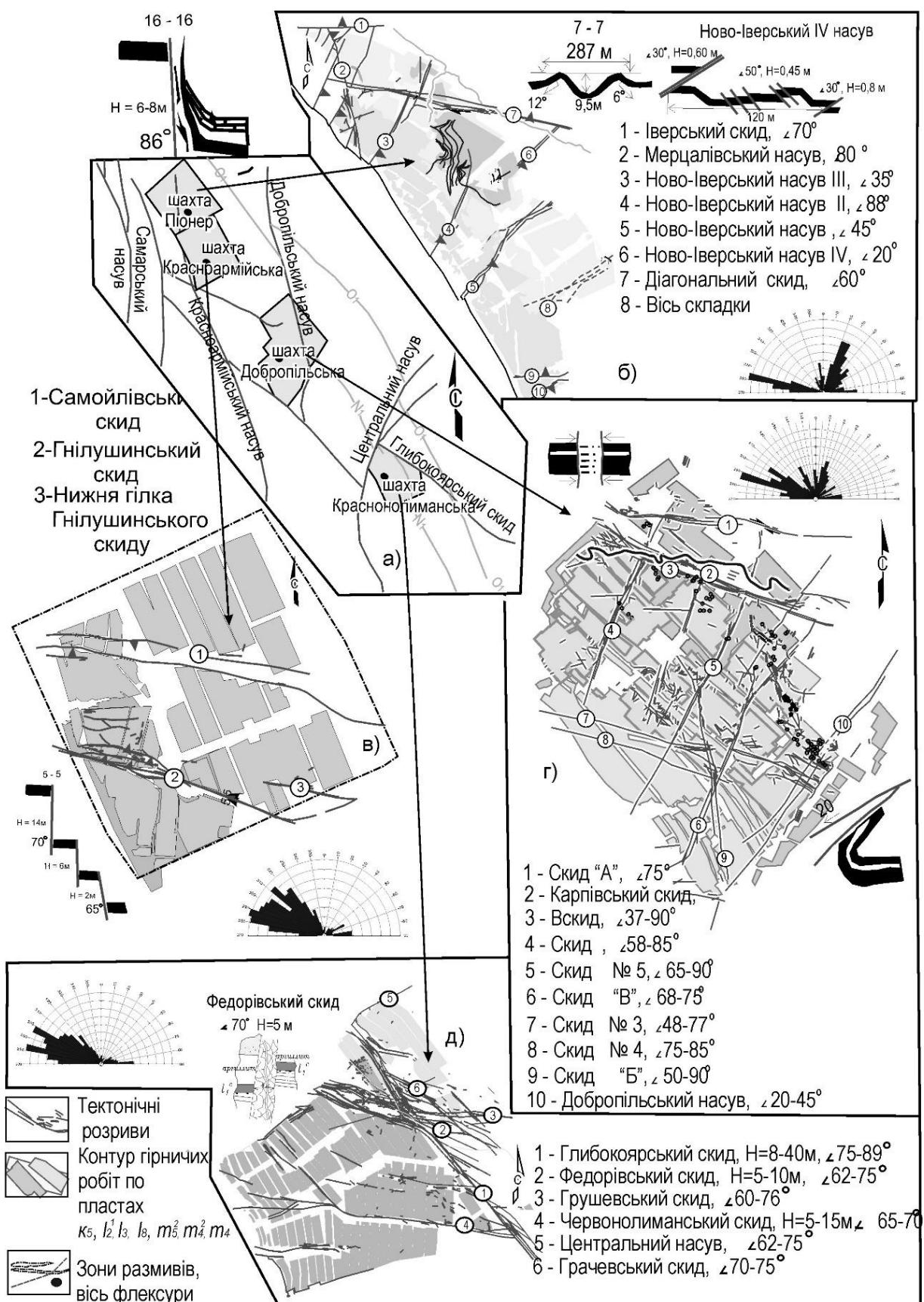


Рисунок 1. Схема шахт Красноармійського геолого-промислового району (а). Цифрові гірничо-геометричні моделі тектонічної порушеності вугільних пластів в межах гірничих відведень шахт: Піонер (б), Свято-Покровська («Красноармійська») (в), Добропільська (г), Красноноліманська (д) з деталізацією роз-діаграм

Аналіз структурного малюнка середньоамплітудної тектонічної порушеності вугільних пластів (рис. 1, б, в, г, д) в межах гірничих відведень шахт: «Піонер», «Красноармійська», «Добропільська» та «Краснонолиманська» дозволяє констатувати, що:

- субпаралельні середньоамплітудні диз'юнктиви переважно ПнС орієнтування (азимут $15-30^\circ$) незалежно від морфології (скиди або насуви) співвісні азимутальному орієнтуванню Центрального й південній частині Добропільського насувів та служать межами паралелограмоподібних блоків, утворюючи або лускаті пакети, або пакети скидових уступів (залежно від морфології розриву), що обмежені за простяганням скидовими зміщувачами Пн-ПнС і Пд-ПдЗ падіння. У разі лускатих пакетів в орієнтуванні падіння зміщувачив домінує С-ПдС напрямом, розриви, що обмежують скидови уступи, характеризуються зустрічним З-ПнЗ напрямом падіння;

- середньоамплітудні розриви різної морфології представлені не єдиним зміщувачем, а серією порушень на всіх стратиграфічних горизонтах, що формують вертикальні тектоносмуги (рис. 1, б, в, г, д);

- середньоамплітудні розриви ПнС орієнтування локалізуються у зонах, що примикають до великоамплітудних насувів Пн-ПнС простягання (Красноармійський, північна частина Добропільського). При цьому, середньоамплітудні насуви вищезгаданого орієнтування характерні виключно для найбільш північної ділянки аналізованої площі (шахта «Піонер»). У міру віддалення в південно-східному напрямку, в центральній частині блоку, замкненого між великоамплітудними насувами Пн-ПнЗ простягання, середньоамплітудні насувні структури зникають (шахта «Красноармійська») і поступаються місцем скидовим (шахта «Добропільська»). Відсутність розривів ПнС орієнтування фіксується в південно-східній частині аналізованої території (гірничі відведення шахти «Краснолиманська»);

- розриви ПнС орієнтування, морфологічно представлені зсуво-насувами, з глибиною змінюють не лише кут падіння (з 35° до 85° , тобто виположуються при наближенні до поверхні у бік опущеного крила), але і азимут простягання (з $20-25^\circ$ до 50°), утворюючи в плані віялове оперення основного розриву, азимутне орієнтування яких відповідає орієнтуванню широкій (до 270 м) зоні плікативних дислокацій на східному крилі гірничого відведення шахти «Піонер» (рис. 1, 7-7);

- у найбільш північній частині аналізованої ділянки (шахта Піонер) значний розвиток отримали прирозривні антиклінальні структури ПнС орієнтування в лежачих крилах, що виположуються до поверхні насувів (рис. 1, 1-1, 2-2, 3-3, 4-4);

- середньоамплітудні субпаралельні розриви близькоширотного З-ПнЗ орієнтування (азимут $270-290^\circ$) скидової морфології переважно крутого падіння (кут падіння $65-90^\circ$) фіксуються на всіх планах тектонічної порушеності аналізованих шахт (рис. 1).

- особливий інтерес представляють крутопадаючі розриви скидової морфології Пн-ПнЗ орієнтування (Мерцалівський, Глибокоярський скиди),

азимут простягання яких становить $330-350^\circ$, які мають велику зону дроблення, часто заміщені пісковиком і, за сутністю, представлені розсувом (рис. 1);

- на загальному фоні розривоутворення малоамплітудна тектоніка розвинена достатньо локально, сконцентрована в тектоносмугах, що орієнтовані співвісно середньоамплітудним розривам різної морфології, при цьому, вона розміщена в об'ємах скидових або чешуйчато-насувних пакетів, межами яких служать розриви ПнС орієнтування;

- у ПдС частині гірничого відведення шахти «Піонер» сформований дуплекс стиснення (режим транспресії), виражений складчастою системою, шириною до 287 м і фрагментами пологих, змінюючих простягання, Новоіверських насувів (рис. 1, б);

Підсумовуючи вищенаведене та виходячи з загальноприйнятої концепції утворення насувних та скидових структур: перші формуються в обстановці локального стиснення, другі – в обстановці локального розтягу - системи розривів повинні були сформуватися в різних геодинамічних умовах, що, вочевидь, не відповідає дійсності [8]. На думку [5] «Просторові взаємини всіх виділених систем розривів свідчать про те, що вони одновікові або близько одновікові». В результаті використання кінематичного аналізу тріщино-розривних структур, автори прийшли до висновку, що структури «могли закладатися як зсуви». В роботі [8] автори прийшли до висновку, що розриви сформувалися в обстановці зсувного поля напружень, вісь укорочення простору (σ_1) внаслідок горизонтального зсуву орієнтована по азимуту $160-170^\circ$ ($340-350^\circ$), вісь подовження (σ_3) - $70-80^\circ$ ($250-260^\circ$). З огляду на вищевикладене, вищеописані системи розривних дислокацій відносяться до зсувної асоціації структур з певними системами зсувних деформацій і внутрішньою структурою зсувних дуплексів. За даними авторів [8], горизонтальне зміщення розривів опіріння уздовж Мерцаловського насуву в межах вугільного пласта l_8 шахти «Піонер» склало майже 150 м. На прояв тектонічних процесів в режимі горизонтального зсуву вказує і ряд літологічних ознак. Це, перш за все, зони заміщення вугілля, що контролюються зонами згущення тріщинуватості, та свідчить про те, що русла древніх водотоків дренавали зони порушень. Виявлена закономірність підтверджується фактичним орієнтуванням штрихів ковзання на площинах зміщувачей, які були зафіксовані під час картування розривів в гірничих виробках, тобто поряд зі скидовими і скидово-зсувними зміщеннями задокументовані правозсувні зміщення по субширотним і лівозсувні зміщення по субмеридіональним розривам [5]. Автори досліджень [4] вказують на значну динамічність тектоно-седиментаційного режиму формування вугільних покладів в межах гірничого відведення шахти «Краснолиманська», що підтверджується багаторазовими розщепленнями вугільних пластів, мінливістю їх потужності, численними розмивами та виклінюваннями. Вчені стверджують, що скиди утворилися в зонах розтягу на межі блоків кристалічного фундаменту. Але, на думку дослідників, насуви утворилися внаслідок стиснення під дією сугоризонтальних напруг. У роботі підкреслюється, що ряд скидів ш. «Краснолиманська» розривають палеоген-

неогенові та четвертинні відклади. Тобто, сучасний погляд на цей факт свідчить про те, що тектонічні розриви мають відношення до неотектонічної активності, яка мала стискаючи та розтягуючи напруги в субгоризонтальній площині.

На наш погляд, на півночі КМ превалювали стискаючи напруги, в південній частині КМ – напруги розтягу, що підтверджується тектонічною будовою окремих шахтних полів (рис.1). В цьому сенсі, тектонічна будова ш. «Піонер» яка має велику кількість насуві, відрізняється від тектонічної будови ш. «Краснолиманська» де вони відсутні (окрім Центрального). Існуюча геодинамічна обстановка вочевидь, вплинула на зональність підземних вод КМ.

Аналіз результатів хімічного складу, жорсткості та рН вод середнього карбону, які складають водоносний комплекс кам'янської, алмазної і горлівської світ та є найбільш поширеними в межах Красноармійського вуглепромислового району (табл. 1) показав, що геохімічні особливості підземних вод КМ також мають деякі відмінності в залежності від приуроченості до південної, центральної або північної частини досліджуваної території. Найнижчий показник зафіксовано на ш. «Піонер», найвищий - ш. «Краснолиманська» пласт І₃. Водоносний комплекс представлений переважно середньо- та високо мінералізованими водами (мінералізація 1371,6-25443,5 мг/дм³). При цьому, показники мінералізації шахтних вод ш. «Краснолиманська» досягають значень 7225,7 – 25443,5 мг/дм³. При цьому, водневий показник рН варіює в межах 6,8 - 8,05, що відповідає ГОСТу.

Таблиця 1.

Данні хімічного аналізу вод на шахтах Красноармійського вуглепромислового району

№ п/п	Назва підприємства, місце відбору проби	Загальна мінералізація, мг/дм ³	рН
1.	«Курахівська Гірняк», пласт h	4763,2	8,05
2.	Ш. «Краснолиманська» пласт І ₃ (заскидова зона)	25443,5	6,95
3.	Ш. «Краснолиманська» пласт І ₃ ПК 23	14236,9	7,7
4.	Ш. «Краснолиманська» пласт m ₄ ² ПК 33+8	7225,7	6,8
5.	Ш. «Піонер», пласт m ₄ ²	1371,6	7,4
6.	Ш. «Свято-Покровська», пласт m ₄ ²	2587,4	6,8

За даними [7] на західній частині аналізованої площі (ділянка Красноармійська-Західна 2-3 та Терешковська № 3, рис. 2) раніше зустрічалася майже ропа (мінералізація 150 г/л). Автори наполягають на тому, що у Покровському районі збільшення мінералізації підземних вод пов'язано з глибиною (з глибин 500 м – 3 г/л).

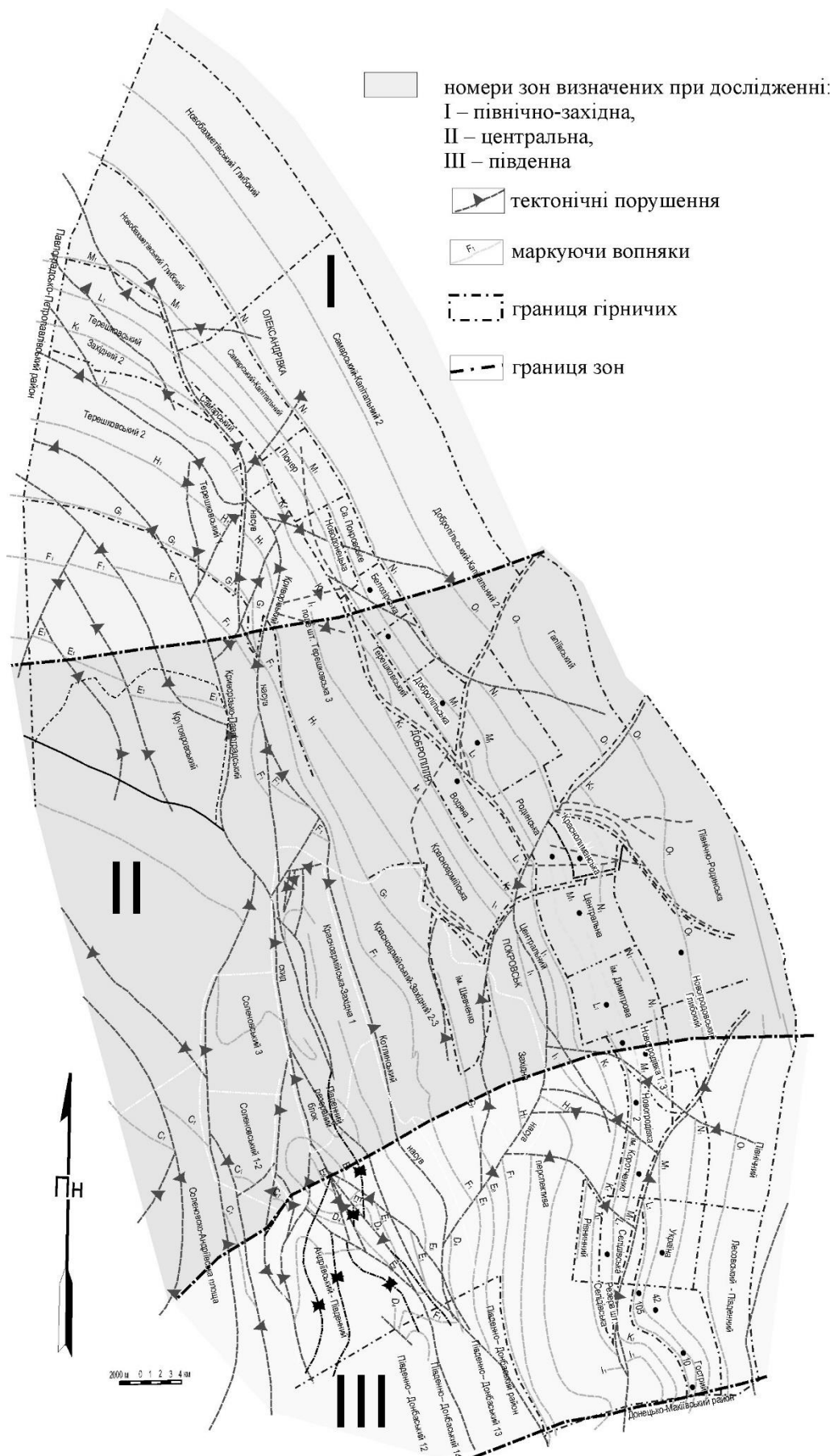


Рисунок 2. Карта-схема зон поширення шахтних вод, межі яких встановлені за хімічним складом та якісними характеристиками

Умовно, за хімічним складом та якісними характеристиками води Красноармійського вуглепромислового району (рис. 2) можливо поділити на три зони: південну, центральну та північно-західну. Води південної зони не значні за кількістю та мають наступні характеристики: рН 8,05 та мінералізація 4763,2 мг/дм³. Тобто, вочевидь, що у Красноармійському вуглепромисловому районі, існує закономірність зниження показника загальної мінералізації з центральної частини на північ. 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 світа). Головною особливістю вод даного горизонту є їх агресивність до залізних та, на окремих ділянках, до залізо-бетонних конструкцій. ШВ північно-західної зони характеризуються такими показниками: рН 6,8 – 7,4 та загальна жорсткість шахтних вод 2,5 – 5 мг-екв/дм³, мінералізація 1371,6 – 2587,4 мг/дм³.

Більш того, у водах алмазної світи, вугільного пласта l₃, ш. «Краснолиманська» в межах заскидової зони (рис. 1, д) зафіксовано та визначено дві особливості: підвищена температура води та вміст нафтопродуктів [2] (табл. 1). У суфлярах ш. «Білицька» (КМ) [1] виявлено високий вміст бутану C₄H₁₀ (24,5%) та гелію (He) - 2,2%. Високий вміст важких вуглеводнів (C₂H₆, C₃H₈,) та He було виявлено в двох районах західного борту КМ: ділянки «Добропільська-Капітальна» та ділянка «Північно-Родинська». На цих же площах у пісковиках світ C₂⁷, C₂⁶, C₂⁵ встановлено наявність бітумів, а при бурінні свердловини була розкрита локальна ділянка покладів газу з характерним для газових родовищ незатухаючим в часі припливом вільного газу.

Висновок.

Всі ці дані вказують на можливий процес підтікання глибинних флюїдів з подальшим перерозподілом вуглеводневих газів в масиві гірських порід в результаті дії тектонічного поля напружень (у режимі транстенсії та транспресії). Саме тому, води ш. «Свято-Покровська» за період її закриття мокрою консервацією, трансформувалися у водо-газоносний горизонт [3]. Більш того, окремі хімічні елементи шахтних вод змінюються відповідно до особливостей геологічної та тектонічної будови шахтного поля, глибини розробки вугілля та, виявленої під час досліджень, зональності поширення шахтних вод (рис. 2). Тим не менш, згідно проведених досліджень, при незначному очищенні ШВ ш. «Піонер» можна використовувати для технічних та побутових потреб.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анциферов А. В., Канін В. А., Голубев А. А., Галемський П. В. Дані про глибинні підтоки флюїдів, що формують сучасну газоносність порід Донбасу. *Наукові праці УкрНДМІ НАН України*. 2014. № 14. С. 384-398.
2. Вергельська В. В., Верховцев В. Г. Аналіз гідрохімічного складу шахтних вод красноармійського вуглепромислового району Донбасу. *Геохімія техногенезу*. 2023. № 9 (37). С. 26-30. <https://doi.org/10.32782/geotech2023.37.04>

3. Вергельська Н. В., Правоторова О. В. Особливості геологічної будови окремих вугільних пластів Красноармійського вуглепромислового району (на прикладі шахти «Краснолиманська»). *Тектоніка і стратиграфія*. 2009. Вип. 36. С. 54-59.
4. 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, 05-06 листопада 2014 р. С. 15–16.
5. Павлов І. О. Корчемагін В.О., Сухініна О. В. Поля напруг та особливості розривної тектоніки шахтних полів Красноармійського району Донбасу. *Наукові праці УкрНДМІ НАН України*. 2009. № 5 (частина II). С. 181-188.
6. Улицький О. А. Гідрогеологічні та геомеханічні фактори екологічної безпеки геологічного середовища в умовах зняття вугільних шахт з експлуатації. автореф. дис. д. геол. н.: 21.06.01; НАН України, ДУ "Ін-т геохімії навколиш. середовища НАН України". Київ, 2014. 40 с.
7. Шевченко О. А., Осіпенко А. Б. Геохімія підземних вод кам'яновугільних відкладів Донбасу (на прикладі Красноармійського району). *Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна»*. 2002. № 2 (10). С. 20-26.
8. Bezruchko K., Diachenko N. Structural-kinematic relationships at the development of shear dislocations and their impact on localization of gas-dynamic phenomena on the example of Krasnoarmiiska monocline at Donbas. *Geodynamics*. 2020. V 2(29). P. 66-78. <https://doi.org/10.23939/jgd2020.02.066>.