

УДК 553.93:622.7-17.004.82(477.82)

## ШАХТНІ ВОДИ ЯК ОДИН ІЗ ЧИННИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ

**С. Войтович**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Грушевського, 4, 79005 Львів, Україна  
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Досліджено компонентний склад шахтних вод Червоноградського гірничопромислового району за літо 2012 р. Проаналізовано вміст у них катіонів ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ), аніонів ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ), нітратної групи, загального заліза, твердість води.

*Ключові слова:* шахтні води, катіони, аніони, твердість води, забруднення, граничнодопустима концентрація, Червоноградський гірничопромисловий район, Західна Україна.

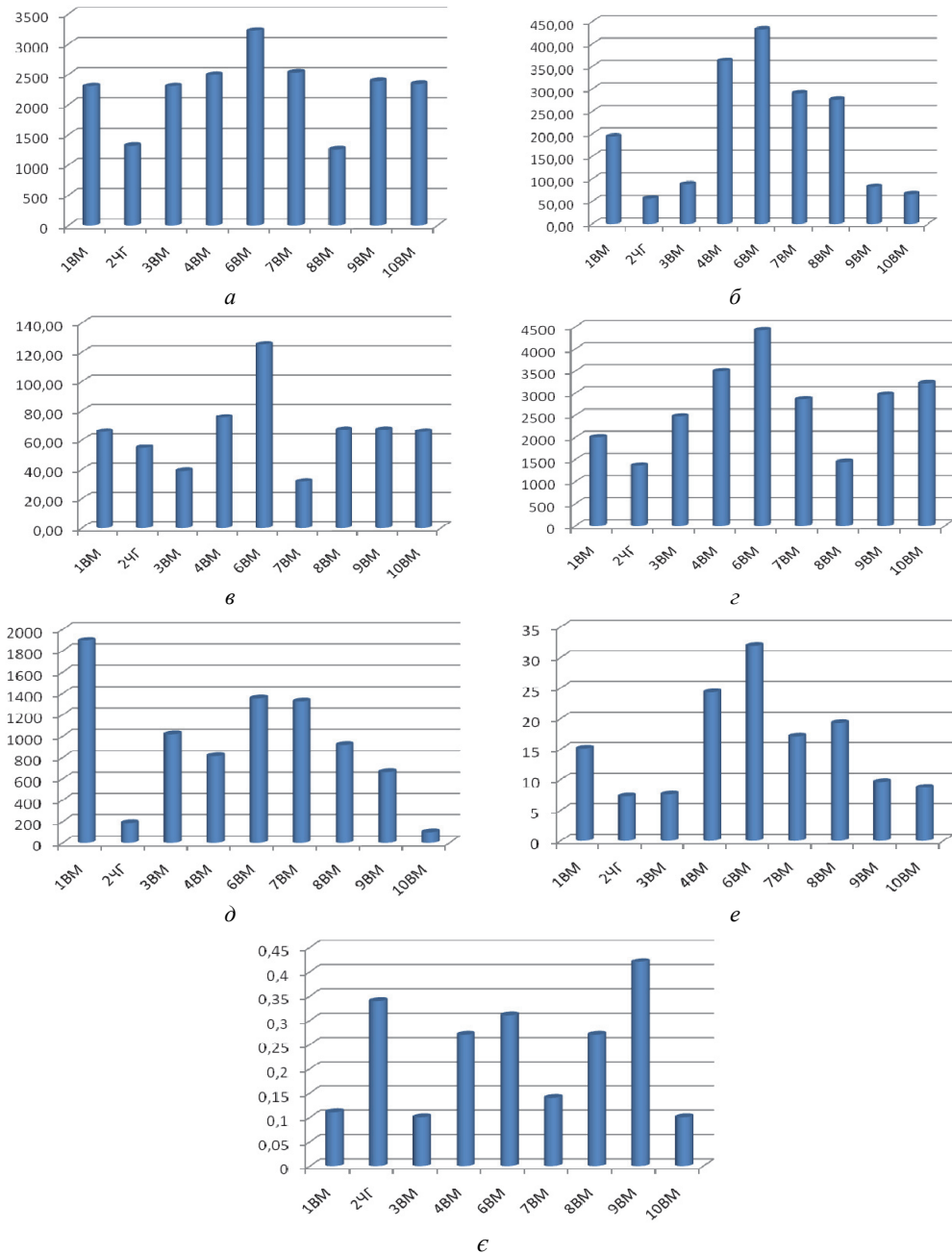
Володимир Іванович Вернадський, один із основоположників геохімії, особливу увагу приділяв воді. Вчений наголошував, що вода посідає окреме місце в історії нашої планети, оскільки немає жодного утворення, яке би могло зрівнятися з нею щодо впливу на перебіг основних геологічних процесів. Природна вода, уважає Володимир Іванович, охоплює і створює все життя людини [1].

Як прискіпливий дослідник, В. Вернадський не міг не помітити корективи, що вносить у природні геохімічні аномалії господарська діяльність людини. Унаслідок техногенної діяльності всі сфери Землі докорінно перетворюються. Одним із наслідків таких перетворень є шахтні води – чи не найголовніше джерело забруднення поверхневих і пов'язаних з ними підземних вод у Червоноградському гірничопромисловому районі.

*Шахтні води* – це підземні води, які проникають у гірничі виробки в процесі розкриття й експлуатації родовищ. Шахтні води становлять головну частину (74–76 %) стічних вод вугільної промисловості району [2]. Під час гірських робіт і видобутку вугілля розкривають водоносні горизонти, унаслідок чого виникає необхідність організації системи водовідливу для відкачування шахтної води на поверхню та її очищення перед скиданням у поверхневі водойми [4].

Досліджено хімічний склад шахтних вод Червоноградського гірничопромислового району. За отриманими результатами побудовано графічні діаграми вмісту компонентів у шахтних водах. Виявилось, що в усіх шахтних водах вміст деяких компонентів перевищує граничнодопустиму концентрацію (ГДК), згідно з ДСТ 2874-82 “Вода питна”.

Для  $K^+Na^+$  характерне максимальне перевищення в шахтній воді шахти Лісової – 3 220 мг/дм<sup>3</sup> (за ГДК 220 мг/дм<sup>3</sup>). Мінімальні значення зафіксовано для шахт Червоноградська (1 315 мг/дм<sup>3</sup>) і Візейська (1 258 мг/дм<sup>3</sup>). У воді решти шахт вміст  $K^+Na^+$  середній (див. рисунок, а).



Діаграми вмісту компонентів у шахтних водах, мг/дм<sup>3</sup>:

*a* – вміст  $K^+Na^+$ ; *b* –  $Ca^{2+}$ ; *в* –  $Mg^{2+}$ ; *г* – Cl; *д* –  $SO_4^{2-}$ ; *е* – твердість води, мг-екв/дм<sup>3</sup>; *є* – вміст  $Fe_{заг}$ ; шахти: 1BM – Великомоствівська, 2ЧГ – Червоноградська, 3BM – Межирічанська, 4BM – Відродження, 6BM – Лісова, 7BM – Зарічна, 8BM – Візейська, 9BM – Надія, 10BM – Степова.

Перевищення вмісту кальцію в шахтних водах (за ГДК 200 мг/дм<sup>3</sup>) характерне тільки для чотирьох шахт: максимальні значення – на шахтах Лісова (432 мг/дм<sup>3</sup>) і Відродження (362 мг/дм<sup>3</sup>). Незначне перевищення виявлено на шахтах Зарічна і Візейська, на інших показники Ca<sup>2+</sup> нижчі щодо ГДК (див. рисунок, б).

Вміст магнію в шахтній воді всіх шахт щодо ГДК (150 мг/дм<sup>3</sup>) нижчий. Максимальне значення вмісту Mg<sup>2+</sup> характерне для шахти Лісова – 125 мг/дм<sup>3</sup> (див. рисунок, в).

Вміст аніона хлору в шахтних водах усіх шахт перевищує значення ГДК (див. рисунок, г), яке становить 350 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальне значення Cl<sup>-</sup> зафіксоване на шахті Лісова (4 420 мг/дм<sup>3</sup>), а мінімальне – на Червоноградській (1 358 мг/дм<sup>3</sup>).

Перевищення вмісту сульфат-іона SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> характерне для таких шахт (ГДК становить 500 мг/дм<sup>3</sup>): Великомоствівська – 1 894 мг/дм<sup>3</sup>, Лісова – 1 354, Зарічна – 1 327, Межирічанська – 1 017, Візейська – 916, Відродження – 812, Надія – 664 мг/дм<sup>3</sup>. У шахтних водах шахт Степова і Червоноградська перевищення не зафіксовано (див. рисунок, д).

Відомо, що наявність у воді солей кальцію й магнію зумовлює її твердість. У разі значної кількості цих солей вода не придатна для багатьох технічних цілей. На всіх досліджуваних шахтах твердість шахтних вод перевищує значення ГДК (7 мг-екв/дм<sup>3</sup>). Більші значення зареєстровано на таких шахтах, мг-екв/дм<sup>3</sup>: Лісова – 31,9, Відродження – 24,3, Візейська – 19,3, Зарічна – 17,1, Великомоствівська – 15,1. На інших шахтах значення твердості шахтних вод близьке до ГДК (див. рисунок, е).

Щодо заліза Fe<sub>заг</sub>, то незначне перевищення його вмісту характерне тільки для трьох шахт (див. рисунок, є): Надія – 0,42 мг/дм<sup>3</sup>, Червоноградська – 0,34, Лісова – 0,31 мг/дм<sup>3</sup>. У воді всіх інших шахт показники вмісту заліза нижчі щодо ГДК (0,3 мг/дм<sup>3</sup>).

На всіх шахтах вміст NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> не перевищує значень ГДК (відповідно, 1, 45 та 3 мг/дм<sup>3</sup>).

Джерелами надходження зазначених компонентів у шахтні води є, головню, природні геологічні утворення (мінерали, гірські породи тощо). У зоні активного водообміну певний вплив на збагачення шахтних вод переліченими компонентами мають процеси антропогенного забруднення підземної гідросфери.

Наведені результати досліджень шахтних вод чітко відображають їхній негативний вплив на довкілля. Наявність високих концентрацій деяких компонентів у шахтних водах – це потенційно небезпечний чинник впливу на геологічне середовище в разі ліквідації й затоплення вугільних шахт [5].

Результати виконаних досліджень можна використати на вугільних підприємствах для прогнозування хімічного складу шахтних вод, а також для вибору оптимального способу їхнього очищення.

Зазначимо, що шахтні стічні води та домішки, що в них містяться, різноманітні. Тому нема єдиного способу очищення вод, а вибір оптимального методу значно ускладнений. Розрізняють методи механічного, хімічного, фізико-хімічного та біологічного очищення виробничих стічних вод. На наш погляд, для очищення шахтних вод Червоноградського гірничопромислового району потрібно застосовувати різні методи очищення шахтних вод: для добування завислих суспензійних та емульгованих домішок – коагуляцію та флокуляцію, гравітаційне й відцентрове осадження, фільтрування, флотацію, центрифугування (для грубодисперсних часток), електричні методи осадження (для дрібнодисперсних і колоїдних часток); для очищення від мінеральних (неорганічних) розчинених сполук найефективніший метод – зворотний осмос. Йдеться про здатність

води проникати від слабкого розчину солі до концентрованого крізь напівнепроникну мембрану. В процесі зворотного осмосу вода під тиском проникає від найбільш концентрованого до слабшого розчину солі крізь напівпроникну мембрану. Молекули солі мають більший розмір, ніж молекули води, тому мембрана їх затримує. Так з води повністю виходять кальцій, магній, залізо, сіль. Шляхом зворотного осмосу також видаляють з води деякі шкідливі хімічні речовини. Унаслідок застосування цих методів можна обрати найефективніший, який забезпечить стабільну екологічну ситуацію в регіоні.

Отже, у ході дослідження виявлено особливості хімічного складу шахтних вод, які проілюстровано графічними діаграмами. Запропоновано схеми очищення шахтних вод, що передбачають у кінцевому підсумку отримати воду, якість якої відповідатиме якості технічної води (це дасть змогу використати її повторно). Шахтні води перестануть забруднювати довкілля і будуть придатними для подальшого використання.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вернадский В. И. Биосфера / В. И. Вернадский. – М. : Мысль, 1967.
2. Екологічна енциклопедія. Т. 1. – К., 2006.
3. ДСТУ 2874-82. Вода питна. Гігієнічні вимоги і контроль за якістю.
4. Матлак Е. С. Снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях / Е. С. Матлак, В. Б. Малеев. – Киев : Техника, 1991.
5. Львовско-Волынский бассейн: Геолого-промышленный очерк / [М. И. Струев, В. И. Исаков, В. Б. Шпакова и др.]. – Киев, 1984.
6. Щеголев Д. И. Рудничные воды / Д. И. Щеголев. – М. : Углетехиздат, 1948.
7. Ярош Ю. Хімізм шахтних вод Червоноградського гірничопромислового району як один із чинників негативного впливу на геологічне середовище / Ю. Ярош, В. Харкевич // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. – 2003. – Вип. 17. – С. 137–147.

*Стаття: надійшла до редакції 10.05.2013  
прийнята до друку 19.06.2013*

## **MINE WATERS AS THE FACTOR OF ENVIRONMENT POLLUTION IN CHERVONOHRAH MINING-INDUSTRIAL AREA**

**S. Voitovych**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
4, Hrushevskiy St., 79005 Lviv, Ukraine  
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Component composition of mine waters in Chervonohrad mining-industrial area in summer, 2012 has been studied. The content of  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ , nitrate groups, total Fe, and hardness of water have been analyzed.

*Key words:* mine waters, cations, anions, hardness of water, pollution, the maximum allowable concentration, Chervonohrad mining-industrial area, Western Ukraine.

**ШАХТНЫЕ ВОДЫ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ЧЕРВОНОГРАДСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА**

**С. Войтович**

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко,  
ул. Грушевского, 4, 79005 Львов, Украина  
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Исследовано компонентный состав шахтных вод Червоноградского горнопромышленного района за лето 2012 г. Проанализировано содержание в шахтных водах катионов ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ), анионов ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ), азотной группы, общую жесткость воды.

*Ключевые слова:* шахтные воды, катионы, анионы, жесткость воды, загрязнение, предельно допустимая концентрация, Червоноградский горнопромышленный район, Западная Украина.