УДК 577.4 (477.8)

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ГІДРОЛОГІЧНИХ УМОВ ЯЗІВСЬКОГО СІРЧАНОГО РУДНИКА ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В. Снітинський, д. б. н.

ORCID ID: 0000-0001-9633-1004

О. Зеліско, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0003-1713-4243

П. Хірівський, к. б. н.

ORCID ID: 0000-0001-7246-9260

Ю. Корінець, к. б. н.

ORCID ID: 0000-0001-8920-3186

Б. Кректун, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-0224-8144

Львівський національний аграрний університет
<https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.019>

Снітинський В., Зеліско О., Хірівський П., Корінець Ю., Кректун Б. Екологічний моніторинг гідрологічних умов Язівського сірчаного рудника Львівської області

Проведеними у 2014–2018 роках екологічними дослідженнями стану поверхневих вод Язівського сірчаного рудника Яворівському ДГХП «Сірка» Львівської області встановлено, що скид дренажної води кар'єру і пластових вод рудника підземної виплавки сірки в річкову систему річки Шкло призвів до забруднення її вод сульфатами, фосфатами, завислими речовинами, залізом, сполуками азоту, кальцію, магнію та нітритами. Зокрема, у транскордонному пункті відбору проб (с. Краківець) у воді річки Шкло виявлене перевищення у воді вмісту: сульфатів – 1,2 ГДК; завислих речовин – 1,42 ГДК; азоту амонійного – 1,38 ГДК; заліза загального – 8,53 ГДК; фосфатів – 1,76 ГДК; кальцію – 1,16 ГДК; нітритів – 3,38 ГДК; магнію – 3,4 ГДК; сухого залишку – 1,04 ГДК; мінералізації – 1,11 ГДК. На територіях, де відбувалася відкрита розробка сірки, спостерігали зниження рівня ґрунтових вод через утворення лійкоподібних западин (впадин), що призводять до втрат джерельних вод, пониження рівня або втрати води в колодязях населених пунктів. На площах, де вели підземну виплавку сірки, на місці сірчаної руди утворилися високопроникні зони, складені роздавленим вапняковим скелетом. Покривні неосірковані вапняки стали тріщинуватими внаслідок нерівномірного осідання над виробленим простором. На цих територіях відпрацьовані зони заповнені гарячою техногенною водою, яка сформувалася внаслідок насичення прісного теплоносія розчинними сполуками з руди. Ґрунтові води на ділянках підземної виплавки забруднені сульфатами внаслідок самовиливу пластових вод зі свердловин. Крім того, окиснення сірки призводить до створення сірчаної кислоти, тому водневий показник у ґрунті знижується до 3–4. У періоди інтенсивних опадів спостерігається забруднення річок кислими водами. Поверхневі води надходять у водонесімі горизонти в місцях відсутності глиняного водопору і, просуваючись водоносними горизонтами, вилуговують з породи органічні речовини, завдяки чому окисно-відновний потенціал у воді знижується. У міру фільтрації води в карстових утвореннях з'являється достатня кількість сульфатів і одразу починається процес мікробіологічного утворення сірководню.

Ключові слова: екологічна оцінка, сірка, антропогенно порушені землі, підземна виплавка, поверхневі води.

Snitynskyi V., Zelisko O., Khirivskyi P., Korinets' Yu., Krektun B. Ecological monitoring of hydrological conditions of Yazivsky sulfur deposit in Lviv region

The conducted investigations of the ecological state of surface waters of the Yavorivsky Sulfur Deposit in the Yavorivskyi SMHE «Sirka» of the Lviv region evidenced the excess of the amount of sulphates, suspended solids, ammonium nitrogen, total iron, phosphates, calcium, nitrites, magnesium and mineralization in the river Shklo on the border with Poland. In particular, in the waters of the Shklo river at the transboundary point of sampling (in Krakivets village) the excess of sulfates was 1,2 TLV (threshold limit value), suspended matter – 1,42 TLV, ammonium nitrogen – 1,38 TLV, iron total – 8,53 TLV, phosphates – 1,76 TLV, calcium – 1,16 TLV, nitrites – 3,38 TLV, magnesium – 3,4 TLV, dry residue – 1,04 TLV, mineralization – 1,11 TLV. In the areas of sulfur open mining, the reduction of ground water level due to the formation of alkaline reservoirs (depressions) has taken place. It causes of losses of spring waters and decrease in the level or loss of water in the wells of settlements. In the areas where the underground smelting of sulfur was taken place, the high permeable zones, which comprised of crushed limestone skeleton have been formed instead of sulfur ore stratum.

Covering non-sulfured limestones were cracked due to uneven subsidence over the exhausted space. Exhausted zones are filled with the hot technogenic water, which appeared as a result of saturation of fresh water (heat carrier) with soluble ore compounds. Groundwater in underground smelting areas is polluted by sulfates as a result of stratum water drifting from wells. The oxidation of sulfur leads to the formation of sulfuric acid, so the hydrogen index of the soil often decreases to 3–4. During periods of intense precipitation the contamination of rivers with acidic waters is observed.

Surface waters set into the aquifers in places without clay water resistant layer and move along aquifers, leaching organic materials from the rock and reducing the oxidation-reducing potential of water. As the result of water filtration in gypsum karst formations, the sufficient amount of sulfates in water have appeared. Such situation facilitate the process of microbiological generation of hydrogen sulfide.

Key words: sulphur, environmental assessment, anthropogenic-disturbed land, surface waters, underground smelting.

Постановка проблеми. Внаслідок розробки Язівського родовища сірки (Яворівське ДГХП «Сірка») сформувався техногенний ландшафт з порушеними гідрологічними умовами. Закарстованість рудовмісного водоносного комплексу і його гідравлічний зв'язок з поверхневими водами зумовили особливо великий водоприток у кар'єр, який на початку розробки родовища сягав 65 тис. м³/добу і поступово збільшився до 110–150 тис.м³/добу [4].

Осушення кар'єру призвело до інверсії потоку підземних вод, місця водного розвантаження перетворилися на місця водного живлення. Через інтенсивну деформацію поверхні в долинах річок виникли численні карстові провали, що призвело до зникнення джерел води [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У процесі промислового добування сірки порушується земна поверхня. Ці порушення можна розділити на ландшафтні та екологічні. Ландшафтні порушення – це руйнування земної поверхні в процесі добування сірки відкритим способом, у результаті чого змінюється рельєф місцевості, рослинний і ґрунтовий покрив, а екологічні порушення – це руйнування умов життя в межах відведених площ і на прилеглих до них землях зі зниженням їхньої біологічної продуктивності і різким падінням комфортності середовища [2; 3].

Гірничі розробки порушують гідрогеологію довкілля, призводять до збільшення обсягу стоку рудних і шахтних вод, які несуть значні кількості забруднювачів: хлористі сполуки, сірчану кислоту, розчинні солі заліза, марганцю, міді, цинку, нікелю та ін. Особливо небезпечні важкі метали: кадмій, молібден, нікель, цинк, ванадій, телур, берилій, ртуть, селен, миш'як, свинець [1].

Постановка завдання. Метою проведених у 2014–2018 роках екологічних досліджень поверхневих вод території Яворівському ДГХП «Сірка» Львівської області є комплексне вивчення хімічного складу води річки Шкло та наукове обґрунтування заходів і напрямів відновлення екологічного й водного балансу антропогенно порушених земель Язівського сірчаного рудника.

Виклад основного матеріалу. Встановлено, що річний стік у р. Шкло біля м. Яворова коливається від 4,9 до 10,3 л/с на 1 км², норма стоку – 5,5 л/с на 1 км². Річна сума опадів становила: в маловодний рік – 447 мм, велиководний – 889 мм. Найбільшу кількість опадів спостерігали у липні – 200 мм. Випаровування води з поверхні ріки трималося на рівні 85 % від кількості опадів. У результаті цього водний басейн ріки має позитивний баланс: живлення більше за випаровування.

Хімічний склад води у басейні річки Шкло показано у табл. 1 і 2.

Таблиця 1

Хімічний склад води у басейні річки Шкло

Вміст у воді, мг/л	Номер проби							ГДК, мг/л
	1	2	3	4	5	6	7	
NH ₄	0,62	0,72	3,0	3,5	1,3	0,9	0,03	2,0
K+Na	11,5	55,7	5,08	23,0	10,0	58,9	55	-
Ca	36	48	60	48	56	56	56	180
Mg	26	22	60	24	28	10	19	40
Fe	0,094	0,2	17,0	0,1	0,1	0,009	0,003	0,3
Cl	19,5	57,0	42,5	28,4	21,3	14,2	21,3	350
SO ₄	55	49	49	67	69	46	39	400
HCO ₃	171	244	292	195	219	293	329	400
NO ₃	0,01	0,003	0,004	0,02	0,03	0,02	0,01	45
NO ₂	0,5	0,34	0,92	0,2	0,6	0,001	0,008	3,3
P ₂ O ₅	0,2	8,0	10,7	2,5	1,3	0,2	0,2	3,5
O ₂	7,0	6,0	6,1	6,7	6,1	3,0	2,5	6,0
pH	6,5	7,0	6,4	7,0	6,7	7,3	6,4	6,5-9
Сухий залишок	250	281	382	282	304	312	308	1000

Таблиця 2

Хімічний склад води у басейні річки Шкло

Вміст у воді, мг/л	Номер проби							ГДК, мг/л
	8	9	10	11	12	13	14	
NH ₄	0,2	0,2	1,0	2,5	1,5	2,11	2,7	2,0
K+Na	21,0	21,0	194	4,1	13,5	23	103	-
Ca	64	52	472	64	68	48	312	180
Mg	19	24	77	14	14	12	45	40
Fe	0,5	0,2	0,1	0,1	0,16	0,36	0,92	0,3
Cl	28	21	21	28	35	35	35	350
SO ₄	16	7	1709	28	37	49	917	400
HCO ₃	280	292	110	195	37	170	231	400
NO ₃	0,03	0,03	0,03	0,002	0,02	0,02	0,02	45
NO ₂	0,9	0,14	0,13	0,22	0,5	0,004	4,3	3,3
P ₂ O ₅	0,1	0,1	0,1	1,2	1,1	1,0	5,55	3,5
O ₂	2,1	2,3	3,1	3,6	2,9	2,6	3,0	6,0
pH	7,1	7,3	6,5	7,6	7,3	7,5	7,75	6,5-9
Сухий залишок	341	328	2596	238	290	316	1606	1000

Встановлено, що скид дренажної води кар'єру і пластових вод рудника підземної виплавки сірки в річкову систему річки Шкло призвів до забруднення поверхневих і ґрунтових вод сульфатами, фосфатами, завислими речовинами, залізом, сполуками азоту, кальцію, магнію, нітритами.

Зокрема, у транскордонному пункті відбору проб (с. Краківець) у воді річки Шкло виявлене перевищення: вмісту сульфатів – 1,2 ГДК; завислих речовин – 1,42 ГДК; азоту амонійного – 1,38 ГДК; заліза загального – 8,53 ГДК; фосфатів – 1,76 ГДК; кальцію – 1,16 ГДК; нітритів – 3,38 ГДК; магнію – 3,4 ГДК; сухого залишку – 1,04 ГДК; мінералізації – 1,11 ГДК.

На площах, де вели підземну виплавку сірки, на місці сірчаної руди утворилися високопроникні зони, складені роздавленим вапняковим скелетом. Покривні неосірковані вапняки стали тріщинуватими внаслідок нерівномірного осідання над виробленим простором. У нижній частині рудного покладу утворилася водоупорна зона сірконасичення. Відпрацьовані зони заповнені гарячою техногенною водою, яка сформувалася внаслідок насичення прісного теплоносія розчинними сполуками з руди.

Ґрунтові води на ділянках підземної виплавки забруднені сульфатами внаслідок самовиливу пластових вод зі свердловин. Крім того, окиснення сірки призводить до створення сірчаної кислоти, тому водневий показник у ґрунті нерідко знижується до 3–4. У періоди інтенсивних опадів спостерігали забруднення річок кислими водами.

Поверхневі води надходять у водоносні горизонти в місцях відсутності глиняного водоупору і, просуваючись водоносними горизонтами, вилугуюють з породи органічні речовини, завдяки чому окисно-відновний потенціал у воді знижується.

У міру фільтрації води в карстових утвореннях у гіпсах з'являється достатня кількість сульфатів й одразу починається процес мікробіологічного утворення сірководню.

Висновки. Проведені дослідження екологічного стану поверхневих вод Язівського сірчаного рудника Яворівському ДГХП «Сірка» Львівської області показують перевищення у воді річки Шкло на кордоні з Польщею кількості сульфатів, завислих речовин, азоту амонійного, заліза загального, фосфатів, кальцію, нітритів, магнію і мінералізації.

Ґрунтові води на ділянках підземної виплавки забруднені сульфатами внаслідок самовиливу пластових вод зі свердловин. На територіях, де відбувалася відкрита розробка сірки, знижений рівень ґрунтових вод через утворення лійкоподібних западин (впадин), що призводять до втрат джерельних вод, пониження рівня або втрати води в колодязях населених пунктів. На площах, де вели підземну виплавку сірки, відпрацьовані зони заповнені гарячою техногенною водою, яка сформувалася внаслідок насичення прісного теплоносія розчинними сполуками з руди.

Бібліографічний список

1. Глуховский И. В., Овруцкий В. М., Шумейко В. Н. Современные методы обезвреживания, утилизации и захоронения токсичных отходов промышленности. Киев: ГИПК Минэкобезопасности Украины, 1996. 100 с.
2. Сметанин В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. Москва: Колос, 2000. 232 с.
3. Снітинський В. В., Баб'як Н. М. Забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів території, прилеглої до законсервованого Луцького звалища твердих побутових відходів. *Вісник ЛДАУ: агрономія*. 2003. № 7. С. 3–5.
4. Хільчевський В. К. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2007. 152 с.
5. Шидула М. К., Гнатенко О. Ф., Петренко Л. Р., Капштик М. В. Охорона ґрунтів. Київ: Знання, 2004. 398 с.

Стаття надійшла 6.05.2019.