

УДК 504.4:504.06

Чонка І.І., к.б.н., доц.; Галла-Бобик С.В., к.х.н., доц.

ВПЛИВ ДП «СОЛОТВИНСЬКИЙ СОЛЕРУДНИК» НА СТАН ПОВЕРХНЕВИХ І ГРУНТОВИХ ВОД

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,
88000, м. Ужгород, вул. Підгірна 46; e-mail: f-him@uzhnu.edu.ua

Солотвинське родовище кам'яної солі розробляється із земної поверхні з античних часів, а шахтним способом – починаючи із середніх віків. На початку 90-х років ці копальні щорічно видобували понад 500 тис. т солі (близько 10% загального видобутку в Україні). Балансові запаси солі Солотвинського солерудника становлять 30 млн. т, проте загальний обсяг соляного купола становить близько 2 млрд. т [1].

Крім видобутку солі, соляні шахти Солотвина мали важливе наукове та лікувальне значення: тут розміщувалися Солотвинська підземна низькофонова лабораторія Інституту ядерних досліджень НАН України та унікальні підземні відділення алергологічних лікарень.

У 2006-2008 рр. ситуація на шахтах суттєво змінилася: якщо на шахті № 8 водопритік стабілізувався на рівні 100 м³/год., то на шахті № 9 наприкінці 2008 р. досяг катастрофічних значень – 500-600 м³/год. З таким водоприток не змогли справитися дві потужні помпи продуктивністю по 200 м³/год. Внаслідок цього наприкінці 2008 р. шахта № 9 Солотвинського солерудника була аварійно затоплена за три місяці. У шахту № 8 на початку 2010 р. втричі зріс водопритік і на сьогодні рівень води у шахті невідомий [2].

Чому почалося руйнування вироблених штолень Солотвинського солерудника нині мало хто може пояснити, оскільки наукового вивчення цього питання так і не відбулося внаслідок відсутності фінансування досліджень.

Основні версії:

– згідно даних аудиторського дослідження, проведеного в 2010-му році працівниками Контрольно-ревізійного управління в Закарпатській області, повені 1995-1996 років та 2001 року погіршили гідрогеологічну

ситуацію та збільшили надходження води в діючі шахти, що призвело до утворення карстових провалів [3];

– антропогенний фактор (технологічні порушення при експлуатації родовищ) [4];

– вихід гірничих робіт за проектний контур;

– застосування масових вибухів із силою, що у 10 разів перевищує норму, що призвело до порушення цілісності підземних водоносних пластів, оскільки глибина шахт складає 100-500 м;

– припинення відкачки поверхневих вод через шурфи, що призвело до підмивання куполу соляних покладів і спричинило просідання поверхні;

– відсутність ремонту дренажних штолень впродовж останніх 20 років, які були основою захисту соляного масиву від руйнування поверхневими водами;

– і врешті, потрапляння у шахти вод внаслідок негерметичності численних свердловин та шурфів, по яких ґрунтові води почали потрапляти у соляну товщу.

Експерти кажуть, що ситуація, нажаль, може розвиватися за різними сценаріями, у тому числі, можливий вилів солоної мінералізованої води в р. Тису, що матиме негативний вплив на навколишнє середовище кількох європейських держав.

Іншим негативним наслідком може бути підвищення мінералізації води в колодях, які є основним джерелом водопостачання для 50% мешканців Солотвина, що становить близько 4,4 тис. осіб.

Однак, на відміну від процесів карстоутворення, гідрохімічні показники поверхневих і ґрунтових вод досліджені недостатньо. Згідно «Доповіді про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області за 2015 рік», спостереження за гідрофізичними та

гідрохімічними показниками якості р. Тиса ведеться Басейновим управлінням водних ресурсів р. Тиса на створі у Солотвино, який розташований тільки на кордоні із Румунією, а моніторинг стану ґрунтових вод відсутній.

Саме тому, метою роботи було дослідити вплив діяльності ДП «Солотвинський солерудник» на якість поверхневих вод р. Тиса та ґрунтових вод.

Експериментальна частина

Відбір зразків води р. Тиса з метою аналізу їх якості за гідрохімічними показниками здійснювали на двох ділянках:

№ 1 – із р. Тиса вище 1 км за течією від смт. Солотвино;

№ 2 – із р. Тиса нижче 1 км за течією.

Таке розташування точок пробовідбору дозволяє проводити оцінку якості води річки на різних ділянках і зробити висновки про зміни деяких якісних показників води по всій її течії. При відборі зразків керувалися рекомендаціями [5, 6].

Для проведення оцінки якості води в колодязях (h=8-12 м) було обрано 6 з них по периметру карстових обвалів на ДП «Солотвинський солерудник». Таким чином,

середню пробу води для досліджень готували з 6-ти точкових відборів.

Відбір води здійснювали 30 березня 2016 р., 10 серпня 2016 р. та 1 листопада 2016 р.

Для визначення гідрохімічних показників якості вод використовували стандартні методики [7-13]. Загальну мінералізацію досліджуваних проб води визначали розрахунковим методом шляхом сумування вмісту катіонів і аніонів.

Результати та їх обговорення

Результати дослідження впливу ДП «Солотвинський солерудник» на якість води р. Тиса наведені у табл. 1.

Встановлено, що загальна мінералізація води, яка відібрана нижче 1 км за течією р. Тиса від смт. Солотвино, у березні зростає у 2,4 разів, у серпні – у 3,3 разів, а у листопаді – у 2,6 разів, однак не перевищує величини нормованих показників.

Підвищена мінералізація води може бути причиною зростання осмотичного тиску в тканинах гідробіонтів, що може мати негативний вплив на їх розвиток та життєдіяльність [14, 15].

Таблиця 1. Результати досліджень якості води р. Тиса за окремими гідрохімічними показниками

Показник, одиниці виміру	Дата відбору проб		Дата відбору проб		Дата відбору проб		Нормоване значення [16]*
	березень 2016		серпень 2016		листопад 2016		
Загальна мінералізація мг/дм ³	223,6	531,4	242,1	806,4	228,3	600,4	≤ 1000
Твердість, мг-екв./дм ³	2,32	3,04	2,36	3,28	2,30	3,13	≤ 7
Кальцій(Ca ²⁺), мг/дм ³	37,6	49,6	37,6	48,0	37,0	48,3	≤ 180
Магній(Mg ²⁺), мг/дм ³	5,3	6,8	5,8	10,7	5,2	10,4	≤ 50
Калій+Натрій (K ⁺ +Na ⁺), мг/дм ³	13,6	184,5	18,2	215,3	17,3	205,0	≤ 170
Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻), мг/дм ³	140,3	176,9	152,5	183,0	150,4	179,4	-
Хлориди (Cl ⁻), мг/дм ³	6,8	265,4	8,4	320,1	8,0	262,4	≤ 300
Сульфати (SO ₄ ²⁻),мг/дм ³	20,0	32,7	19,6	29,3	21,2	25,1	≤ 500

Примітка. * Нормоване значення для водойм рибогосподарського призначення

У життєдіяльності організмів сольовий склад води має велике значення: від концентрації та співвідношення розчинених у воді мінеральних солей залежить розвиток

фітопланктону, який слугує кормом для безхребетних та риб, а зміна сольового складу може негативно вплинути на умови живлення риб [17].

Нами встановлено (див. табл. 1), що сумарний вміст іонів калію та натрію зростає у березні у 13,6, у листопаді і серпні – у 11,8 разів, перевищуючи нормоване значення.

Таке підвищення сумарної концентрації натрію і калію є потенційно небезпечним, оскільки відомо, що навіть гіпертонічні розчини натрію і калію токсичні для гідробіонтів і мають нервово-паралітичну, гемолітичну та протоплазматичну дію. А у високих концентраціях вони викликають локальні ураження зовнішніх покривів і внутрішніх органів.

Крім цього, створюється небезпека біогенного забруднення (евтрофікації) внаслідок надлишкового надходження у водойму біогенного елемента калію, що може викликати посилений розвиток окремих екологічних груп гідробіонтів, у результаті чого відбудеться розбалансування продукційно-деструкційних процесів у водоймах, порушиться екологічна рівновага і може розвинути вторинне забруднення водного середовища продуктами життєдіяльності гідробіонтів та їх відмерлими рештками [18].

Відмічено також значне зростання вмісту хлоридів (у 32,8 – 39,0 разів). Відзначимо, що у серпні їх вміст перевищує допустимі значення.

Водночас, згідно результатів багаторічних дослідження якості води р. Тиса українськими та румунськими спеціалістами у

2016 р., було виявлено, що концентрація хлоридів в контрольному створі на р. Тиса, який знаходиться на відстані 500 м нижче від місця випуску шахтних вод, навіть у меженний період не перевищує 17-18 мг/дм³. Концентрація хлоридів в р. Тиса нижче смт. Солотвино залежить від витрат води, і в літній або зимовий меженний період може підвищуватись, але не вище нормованого значення. За результатами аналізів, вміст хлоридів у поверхневих водах р. Тиса в смт. Солотвино не перевищує 5,6 мг/дм³, в м. Тячів – 12,6 мг/дм³ при нормі 300 мг/дм³ [19].

Збільшення концентрації хлоридів створює також осмотичні градієнти між тканинами гідробіонтів і навколишньою водою, що небезпечно з огляду на можливість дегідратації тіл їх організмів [20].

Результати дослідження якості води колодязів у смт. Солотвино наведені у табл. 2.

Отримані результати вказують на підвищення загальної мінералізації вод із колодязів у листопаді і особливо – у серпні (у 2,1 та 2,8 разів відповідно), порівняно із вмістом у пробах води, відібраних у березні. Така сама тенденція спостерігається і для сумарного вмісту натрію та калію (у 4,5 та 4,8 разів). Однак, в жодному випадку визначені концентрації показників не перевищують нормовані значення.

Таблиця 2. Гідрохімічні показниками якості води в досліджуваних колодязях

Показник, одиниці виміру	Дата відбору зразків			Нормоване значення за [21] для:	
	березень 2016	серпень 2016	листопад 2016	колодязів та капт. джерел	водопро- відної води
Загальна мінералізація мг/дм ³	294,9	823,0	608,6	-	≤ 1000
Твердість, мг – екв/дм ³	3,07	9,27	5,24	≤ 10	≤ 7
Кальцій(Ca ²⁺), мг/дм ³	52,0	116,0	102,2	-	-
Магній(Mg ²⁺), мг/дм ³	5,8	42,3	35,3	-	-
Калій+Натрій(K ⁺ +Na ⁺), мг/дм ³	17,2	82,6	76,6	-	≤ 200
Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻), мг/дм ³	186,0	265,4	248,2	-	-
Хлориди (Cl ⁻), мг/дм ³	8,4	259,7	198,4	≤ 350	≤ 250
Сульфати (SO ₄ ²⁻), мг/дм ³	25,5	57,0	43,6	≤ 500	≤ 250

Примітка. Нормативні значення відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 [21].

Твердість води у колодязях у серпні перевищує нормоване значення для питної води у 1,3 разів. Водночас відомо, що

підвищений вміст у питній воді солей загальної твердості призводить до хвороб системи кровообігу, шкіри та підшкірної

клітковини, а у підлітків – до захворювань ендокринної системи порушення обміну речовин, хвороб кістково-м'язової системи та сполучної тканини [22]. Висока твердість води зумовлює також виникнення так званих «кам'яних захворювань» (сечокам'яна, нирковокам'яна, жовчнокам'яна хвороби), а також подагри [23].

Вміст хлоридів у серпні дещо перевищує нормований показник, що може негативно позначитися на секреторній діяльності травної системи, призвести до порушень водно-сольового балансу, а також є фактором, який сприяє розвитку хвороб систем кровообігу (ішемічної хвороби серця, гіпертонічної хвороби). Разом із хлоридами на розвиток гіпертонічної хвороби може впливати і підвищений вміст натрію у питній воді [24].

Висновки

Результати проведених досліджень вказують, що у пробах води, відібраних нижче 1 км за течією із р. Тиса від смт. Солотвино, спостерігається підвищення загальної мінералізації у 2,4-3,3 разів, сумарного вмісту іонів калію та натрію у 11,8-13,6 разів, хлоридів – у 32,8 та 39,0 разів порівняно із фоновими значеннями. У всіх досліджених пробах води сумарний вміст іонів калію і натрію перевищує нормовані значення, а у серпні – і за вмістом хлоридів.

Отримані дані вказують на необхідність прийняття нагальних заходів з метою зменшення обсягів надходження солоних вод ДП «Солотвинський солерудник» у р. Тиса.

Загальна мінералізація води у пробах відібраних із колодязів у серпні та листопаді, порівняно із березнем зростає у 2,8 і 2,1 разів; сумарний вміст натрію та калію – у 4,8 і 4,5 разів; твердість води у колодязях у серпні перевищує гранично допустимі концентрації для питної води у 1,3 разів, внаслідок чого її можна рекомендувати до використання виключно для побутових потреб.

Список використаних джерел

1. Дяків В.О., Білоніжка П.О. Особливості геологічної будови та сучасний геоecологічний стан Солотвинського родовища (Закарпаття). *Вісник Львів.* 2010, 24, 62–79.

2. Дяків В.О. Закономірності розвитку техногенно активізованого соляного карсту в процесі затоплення шахт № 8 та № 9 Солотвинського солерудника. *Географія.* 2012, 9, 28.

3. Солотвинський солерудник перетворюється на провалля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecology.unian.ua/naturalresources/1079307-solotvinskiy-solerudnik-peretvoryuetsya-na-provallya.html>

4. Солотвино: катастрофа – не перешкода для бізнесу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakarpattia.net.ua/News/85325-Solotvyno-katastrofa---ne-pereshkoda-dlia-biznesu-->

5. Якість води. Відбір проб. Частина 2. Методичні вказівки щодо методів відбирання проб: *ДСТУ ISO 5667-2:2003*. Чинний від 01.07.2004.

6. Якість води. Відбір проб. Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами: *ДСТУ ISO 5667-3:2001*. Чинний від 01.01.2003.

7. Воды минеральные, питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения ионов натрия: *ГОСТ 23268.6-78*. Введен 01.01.1980.

8. Воды минеральные, питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения ионов калия: *ГОСТ 23268.7-78*. Введен 01.01.1980.

9. Вода питьевая. Метод определения общей жесткости: *ГОСТ 4151-72*. Чинний від 01.01.1974.

10. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения ионов кальция и магния: *ГОСТ 23268.5-78*. Введен 01.09.1978.

11. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения гидрокарбонат-ионов: *ГОСТ 23268.3-78*. Введен 01.01.1980.

12. Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов: *ГОСТ 4245-72*. Введен 01.01.1974.

13. Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов. *ГОСТ 4389-72*. Введен 01.01.1974.

14. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: *Гидрометеоиздат*, 1973. С. 269.

15. Окснюк О.П., Зимбалева Л.Н., Протасов А.А. и др. Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. Бентос, перифитон и зоофитов. *Гидробиол. журн.* 1994, 30(4), 31–36.

16. Гранично допустимі концентрації показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм: Список № 12-04-11. К.: *Міністерство рибного господарства СРСР*. 1990, С. 45. Чинний від 09.08.1990.

17. Андрущенко А.І., Вовк Н.І. Аквакультура штучних водойм: підручник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки «Водні біоресурси та аквакультура». Ч. II. Індустріальна аквакультура. За заг. ред. А.І. Андрущенко. К.: ПП «Мастер Принт», 2014. С. 586.
18. Дудник С.В., Євтушенко М.Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування. К.: Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. С. 297.
19. Чому почалося руйнування унікального Солотвинського солерудника? Питання без відповіді... [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uzhgorod.net.ua/news/78352>
20. Курілов О.В. Гідробіологія, конспект лекцій. Частина 2. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2008. С. 202.
21. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. Чинний від 01.07.2010.
22. Прокопов В.А., Липовецька О.Б. Вплив мінерального складу питної води на стан здоров'я населення. *Гігієна населених місць*. 2012, 59, 63–73.
22. Ганенко О.Н., Грищенко С.В. Общие закономерности возникновения и распространенности мочекаменной болезни среди населения Донецкой области. *Вестник гигиены и эпидемиологии*. 2002, 6(2), 127–131.
23. Мінеральні води [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pedlar.ru/kachestvo-vody/pitevayavoda-vliyanie-obshchei-mineralizatsiina-organizm-cheloveka>

Стаття надійшла до редакції: 10.11.2017 р.

THE INFLUENCE OF SE «SOLOTVINSKIY SALT MINE» ON THE STATE OF SURFACE AND SOIL WATER

Chonka I.I., Halla-Bobik S.V.

The Solotvynsky salt mines are being developed since ancient times and had an important scientific and therapeutic value.

However, in 2006-2008, due to a catastrophic increase in water supply, they were flooded which presents the danger of transboundary pollution of the Tisza River and may lead to increase in the mineralization of water in the wells, which are an essential source of water supply of inhabitants.

Results of monitoring of water in the river Tisza indicate that the total mineralization in samples, selected below the urban area Solotvina grows in 2.4-3.3 times, but does not exceed the standard rates.

The total content of potassium and sodium ions grows at 11.8-13.6 times and chlorides 32.8-39.0 times with background values exceeding the permissible levels that is potentially dangerous for hydrobionts and creates the possibility of nutrient contamination of the reservoir.

Water quality studies in wells indicate an increase in total mineralization (2.1-2.8 times) and the total content of sodium and potassium (4.5-4.8 times), so it can only be used for domestic needs.