

ГЕОЛОГІЧНІ НАУКИ

УДК (553.631:553.776):504.062.2|(477.6)

DOI: 10.15587/2313-8416.2014.31507

СЛОВ'ЯНСЬКЕ РОДОВИЩЕ КАМ'ЯНОЇ СОЛІ ТА ПРИРОДНИХ РОЗСОЛІВ: ГЕОЛОГОЛІТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРОБЛЕМИ ОСВОЄННЯ

© М. В. Алексєєнкова

Проаналізовано геолого-літологічні та гідрогеологічні особливості будови нижньопермської соленосної формації в межах Слов'янського родовища кам'яної солі. Узагальнено природні фактори розвитку гіпергенного карсту та його активізацію в результаті видобутку природних розсолів та кам'яної солі методом підземного вилуговування для проведення дослідження із застосуванням ГІС-технологій сучасного стану карстового масиву та рекреаційного потенціалу Слов'янського курорту

Ключові слова: кам'яна сіль, соляний карст, Слов'янське родовище кам'яної солі, мульда осідання

This article is about the geological and lithological features of the Lower Perm salt formation of Sloviansk rock salt field. It is summarized environmental factors supergene karst and its activation as a result of extraction of rock salt and natural brines by underground leaching method for the investigation using GIS technology of current state of karst solid and recreational potential of Sloviansk resort

Keywords: rock salt, salt karst, Sloviansk rock salt deposit, subsidence trough

1. Вступ

Останні події яскраво продемонстрували вразливість забезпечення України природними ресурсами, особливо якщо вони в основному надходять з одного джерела. Не виняток, і кухонна сіль. Літні спекуляції на тему солі не забулися і сьогодні. Неспокійна ситуація в країні вимагає детальної оцінки наявних ресурсів та проблем їх освоєння.

На сьогоднішній день в Україні розробляється лише два родовища кам'яної солі: Артемівське та Слов'янське, розташовані в межах Донецької області. Саме Слов'янське родовище опинилося влітку в епіцентрі бойових дій, негативний вплив яких на довкілля важко оцінити.

Крім того тут розташований Слов'янський курорт державного значення (з 2011 р.) [1, 2], який має особливо цінні та унікальні природні лікувальні ресурси, представлені лікувальними грязями природних карстових озер Ріпне і Сліпне, мінеральними водами Західно-Слов'янського та Слов'янського родовищ в поєднанні з степовим кліматом та великою кількістю сонячних днів. Унікальність лікувальних грязей Слов'янських озер полягає в тому, що пелоїди мають риси як прісноводних сапропелевих, так і мінералізованих сульфідних мулових грязей. Мінеральні води Слов'янського родовища мають властивість зберігати свій хімічний тип (співвідношення іонів хлору та натрію) при практично необмеженому розведенні.

Формування та якість лікувальної сировини (мінеральних вод та грязей) генетично пов'язані з сучасними гіпергенними процесами, активний

неконтрольований розвиток яких може несприятливо вплинути на гідробіохімічний режим озер Ріпне і Сліпне та ландшафтно-кліматичні умови курорту.

Слов'янське родовище кам'яної солі розташоване на території Слов'янського району та складається з трьох ділянок: Розсольної, Райгородської та ділянки № 3. В геолого-структурному відношенні родовище розташоване в межах південно-східної перикліналі Слов'янської брахіантиклінальної складки, північно-західного простягання.

Розсільна ділянка знаходиться на північній окраїні м. Слов'янськ на лівобережній терасі р. Казенний Торєць в 10 км від його впадіння в р. Сіверський Донець, а Райгородська – східніше на 5,5 км поблизу с. Райгородок (рис. 1).

Поверхня фізико-географічного району слабо хвиляста, яристо-балкового типу з абсолютними відмітками від 150 м на північному-заході до 56 м на південному-сході в долині р. Казенний Торєць. Гідрографічна сітка представлена лівими притоками р. Казенний Торєць – р. Сухий Торєць. і р. Калантаєвкою. Клімат району помірно-континентальний. Середньорічна кількість опадів 929,51 мм.

Попередні дослідження особливостей нижньопермської соленосної формації зони зчленування ДДЗ та північно-західного Донбасу проводилось Барбот де Марні, М. С. Шатським, Л. Ф. Лунгерсгаузенем, Л. П. Нестеренком, М. Л. Левенштейном, В. П. Бобровим, Ю. І. Гончаровим, Ю. М. Брагіним, К. С. Супронюком, Г. В. Короткевичем, С. М. Кореневським, Г. І. Вакарчуком, Д. П. Хрущовим, О. Ю. Лукіним, С. Б. Шехуною та ін.

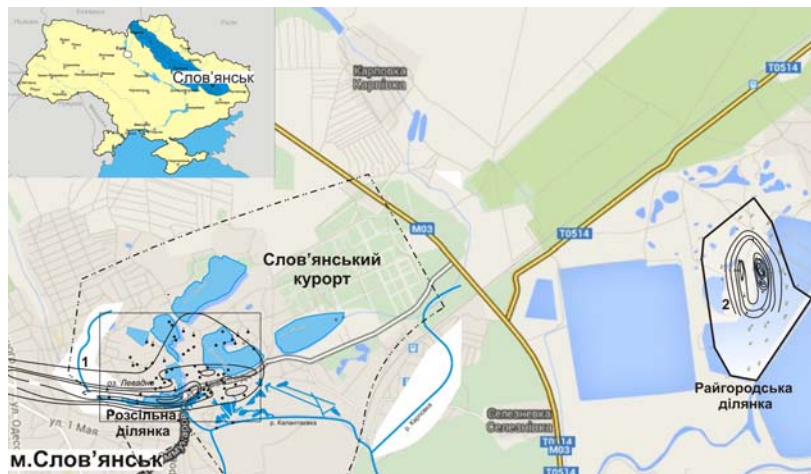


Рис. 1. Схема Слов'янського родовища кам'яної солі, де 1 – контури мульди осідання на Розсільній ділянці, 2 – на Райгородській ділянці

Особливості геологічної будови, гідроген-логічних умов та процесів вилуговування безносе-редньо в межах родовища вивчали Г. Я. Коряков, І. Н. Шевченко, А. Є. Ходьков, С. В. Сафронова, А. Г. Кошин, І. М. Шварцман, А. А. Антюхов та ін. Спостереження за режимом та хімічним складом підземних вод з 1962 р проводились Донецькою гідрогеологічною контрольно-спостережною станцією, а з 1983 р. ще й Слов'янською гідрогеологічною режимно-експлуатаційною станцією.

2. Аналіз літературних даних

Вилуговування соленосних формацій достатньо широко поширене, хоча і має менше розповсюдження ніж карст в карбонатних процесах. А значна трансформація геологічного середовища в результаті видобутку кам'яної солі та природних розсолів, особливо до середини 19 ст (без врахування інженерно-геологічних характеристик соленосних формацій) сильно спотворило природне протікання карстових процесів [3–8]. Оцінка виносу розчинених солей та гідрохімічних особливостей тріщинно-карстового водоносного горизонту є основою для повноти розуміння особливостей протікання та активності карстових процесів в кожному конкретному регіоні [9]. А для прогнозування можливих економічних збитків необхідне створення повноцінної бази даних всієї наявної геологічної та гідрогеологічної інформації (в тому числі хронологічних даних прояву карстових процесів) для кожного карстового масиву [10].

Проте в зв'язку зі значним скороченням фінансування обсяг моніторингу в межах Слов'янського карстового масиву постійно скорочувався, починаючи з кінця 80-х років 19 ст. З 1997 р. повністю припинилися маркшейдерські спостереження за мульдою осідання Розсільної ділянки Слов'янського родовища, з 1998 – режимні спостереження за тріщинно-карстовим водоносним горизонтом Донецькою гідрогеологічною контрольно-спостережною станцією, з 2011 р. – метеорологічні спостереження на Слов'янській гідроген-логічній режимно-експлуатаційній станції. А останнє моніторингове обстеження природно-техно-

генної ділянки Слов'янського карстового масиву проводилось ДГРП «Донецькгеологія» у 2012 р. [11].

Мета роботи – узагальнення даних щодо геолого-літологічних особливостей будови нижньо-пермської соленосної формації як природного (геологічного) середовища та типізація факторів природно-техногенних геологічних процесів в межах Слов'янського родовища кам'яної солі для проведення спеціалізованого комплексного дослідження із застосуванням ГІС-технологій перебігу карстових процесів.

3. Геолого-літологічні особливості

У геологічній будові родовища бере участь комплекс відкладів микитівської та слов'янської світи ассельського ярусу та краматорської світи самарського ярусу нижньої пермі, дронівської та сребрянської світи нижнього та верхнього триасу, четвертинних алювіальних відкладів заплави та першої-другої нерозчленованих надзаплавних терас р. Казений Торець.

Микитівська світа нижньої пермі представлена теригенними відкладами (аргілітами та алевролітами) з поодинокими прошарками вапняків. В межах родовища вона залягає на глибині 350–800 м.

Галогенні утворення слов'янської світи складені ритмічним перешаруванням пластів кам'яної солі (до 68 %), ангідритів (гіпсів) (19–28 %), вапняків (доломітів) (4–9 %), аргілітів та алевролітів (менше 6 %) [12].

Літолого-геохімічні характеристики кам'яної солі вивчалися В. М. Ковалевичем, О. Й. Петриченком, Д. П. Хрущовим, С. Б. Шехуною. Кам'яна сіль седиментаційно-діагенетичного типу [13] від білого до темно-сірого кольору іноді з рожевим чи буруватим відтінком. Структура породи від крупно- до гігантокристалічної, текстура шарувата (обумовлена численними (3–10 на 1 м породи) «річними» ангідрито-глинистими прошарками), масивна. Мікроструктура гранобластова, неповнозональна, мікротекстура петельчаста. Зерна галіту переважно неправильної видовженої, рідше кубічної ізометричної форми з численними одно-, дво- та трифазними включеннями кубічної форми розміром

від 0,001 до 0,1 мм. Сіль кам'яна переважно чиста з вмістом NaCl до 99 %. Вміст нерозчинного залишку коливається від 10 до 0,5 %, більш забруднені частини пластів часто приурочені до контакту з між сольовими породами. Вміст розчинного CaSO₄ 1,99–14 % (найчастіше до 3 %). Вміст інших компонентів (KCl, KBr, CaCl₂, B₂O₃) незначний та становить менше 0,5 %. Вміст іонів у розчинах газово-рідинних включень (г/л): K⁺ – від 4,6 до 16,3 (середнє 9,6), Mg²⁺ – від 13,7 до 35,4 (середнє 32,7), SO₄²⁻ – від 6,8 до 19,9 (середнє 13,0). Газова фаза представлена в основному азотом, рідше вуглекислим газом, метаном та його похідними, киснем [14].

В повному розрізі світи (Райгородська ділянка) виділяють до 25 пластів кам'яної солі та до 12 карбонатних маркуючих горизонтів. Основними пластами (групами пластів) є (зверху вниз): Красносільські пласти (3 пласти з середньою потужністю 10 м), Надбрянцівський пласт (середня потужність 35 м), Брянцівський пласт (середня потужність до 50 м, чотирнадцятий (середня потужність 12 м), Підбрянцівський пласт (середня потужність 50 м), Карфагенські пласти (до 8 пластів з середньою потужністю 8 м). До балансових запасів Райгородської ділянки віднесені IV, X+XI (об'єднаний), XIV та XVII пласти солі. В межах Розсільної ділянки соленосна товща характеризується зменшенням кількості пластів кам'яної солі до 16.

В межах Слов'янської брахіантикліналі галогенні утворення зазнають вилуговування. В результаті соленосна товща зазнала значної трансформації та ускладнена вторинною гіпсово-карбонатно-теригенною товщею, складеною гіпсоангідритовими породами, брекчією вилуговування (глинистий матеріал (сірого і червонувато-бурого кольору) з хаотично розташованими уламками ангідриту, вторинними кристалами гіпсу та гніздами галіту) та доломітизованими вапняками. Карстова долина витягнута в широтному напрямку між р. Долиною і б. Соболевською та має крутий південний і пологий північний схили. На заході вона

плавно зливається з заплавою р. Долина, на сході з заплавою б. Соболевська.

Гіпсово-карбонатно-теригенна товща присудня лише в межах Розсільної ділянки де має неглибоке залягання (від 50 до 100 м) та характеризується підвищеною водопровідністю (обумовлена відкритими тріщинами та порожнинами вилуговування). Потужність товщі в межах ділянки становить від 25 до 150 м [15, 16]. На межі «соляного дзеркала» спостерігається зміна фізико-механічних властивостей кам'яної солі (зростання пористості, зниження об'ємної ваги), міжсольові пласти посічені субвертикальними звивистими тріщинами, заповненими волокнистим галітом та голчастими кристалами гіпсу.

Відклади краматорської світи присутні лише в межах Райгородської ділянки та представлені перешаруванням сульфатних та теригенних порід. Потужність товщі 20–30 м.

Відклади дронівської світи з стратиграфічним неузгодженням залягають на породах слов'янської світи та представлені різнозернистими пісковиками (до 40 %) з прошарками аргілітів (до 35 %), алевролітів та глин (до 25 %) строкатого забарвлення (від червоно-бурого до блакитно-сірого). Потужність відкладів зростає в південно-східному напрямку від 10–80 на Розсільній до 200–270 на Райгородській.

Серебрянська світа складена теригенними породами (пісковиками (до 80 %) з прошарками аргілітів (до 15 %) та алевролітів (до 10 %)). Присутні лише в межах Райгородської ділянки, де їх потужність становить 100–150 м.

Четвертинні відклади представлені суглинками, супісками, глинами, пісками різної зернистості. В основному це заплавні (розвинуті в межах заплави річок Казений Торець та Калантасівка) та озерні утворення (донні відклади мінеральних озер) потужністю 8–10 м, іноді до 50 м.

Відмінності геологічної будови ділянок узагальнено в табл. 1

Таблиця 1

Особливості геологічної будови Слов'янського родовища
(за [5, 15, 16, 23] на фондовими матеріалами ДГРП «Донецькгеологія»)

Характеристика	Ділянка Слов'янського родовища	
	Розсільна	Райгородська
Серебрянська світа	Наявна. Потужність 100–150 м	Відсутня
Дронівська світа	Наявна. Потужність 200–250 м	Наявна. Потужність 10–80 м
Краматорська світа	Наявна. Потужність до 35 м	Відсутня
Слов'янська світа		
Гіпсово-карбонатно-теригенна товща	відсутня	Наявна. Потужність 25–100 м
Кількість пластів кам'яної солі	До 26	До 16
Сульфатні породи	Ангідрити кавернозні	Гіпси, ангідрити кавернозні, розбиті численними тріщинами

4. Гідрогеохімічні особливості

В межах родовища наявні нижньопермський, тріасовий та четвертинний водоносні горизонти.

Нижньопермський тріщинно-карстовий водоносний горизонт зони вилуговування галогенних відкладів має локальне поширення. Водовмісними є тріщинуваті відклади гіпсово-карбонатно-теригенної товщі. Верхній водотрив представлений відкладами

дронівської світи, а нижній – соляним дзеркалом (Брянцівський пласт кам'яної солі). Дебіти свердловин залежать від ступеня тріщинуватості та закарстованості та становлять від 0,13 до 10 дм³/с. Води напірні, величина напору сягає 150 м.

Неоднорідність фільтраційних властивостей та розподілу напорів, напрямок, інтенсивність потоку вод в природних та порушених умовах обумовлюють

формування хімічного складу та гідрогеохімічну зональність водоносного горизонту. Горизонтальна зональність від області живлення до області розвантаження підземних вод полягає у поступовому переході від сульфатно-натрієвих та хлоридно-сульфатних складного катіонного складу вод з мінералізацією 3–5 г/дм³ до хлоридно-натрієвих з мінералізацією 80–300 г/дм³ [15, 16].

Вертикальна зональність обумовлена гра вітаційною диференціацією розсолів з різною мінералізацією та питомою вагою (60–130 та 1,08; 150–290 та 1,204 г/дм³). П'єзометричні рівні міцних розсолів встановлюються на глибині 11–13 м нижче поверхні землі, а розсолів – від 5–3 м нижче до 2-х м вище поверхні землі. Тріасовий водоносний горизонт приурочений до глинистих пісків та пісковиків сребрянської світи та наявний лише на Райгородській ділянці, де в результаті аварій забруднений розсолами та нафтопродуктами. Мінералізація вод 0,6–11,8 г/дм³, іноді до 60 г/дм³. Води як правило напірні. Коефіцієнти фільтрації до 0,4 м/добу.

Четвертинний водоносний горизонт в межах закарстованого масиву має гідравлічний зв'язок з напірним горизонтом слов'янської світи, а Райгородській ділянці з тріасовим водоносним горизонтом. Водовмісними є різнозернисті піски з гравієм і галькою в нижній частині розрізу. Нижнім водотривом є глини дронівської світи. Глибина рівня ґрунтових вод залежить від рельєфу та змінюється від 0 до 10–12 м нижче поверхні землі. Води як правило безнапірні, але на ділянках розвитку суглинків (в районі оз. Сліпне) набувають напору. Коефіцієнти фільтрації залежно від гранулометричного складу порід становлять 2–64 м/добу. Мінералізація вод становить 1–2 г/дм³, проте на ділянках з інтенсивними карстовими процесами може зростати до 17–45 г/дм³ [15].

5. Фактори розвитку гіпергенних процесів

Перебіг та особливості протікання природних карстових процесів обумовлені природними азональними (геологічними, тектонічними) та зональними (кліматичними, геоморфологічними, гідрогеологічними) факторами на які накладений техногенний вплив [17–21].

Особливості літологічного складу соленосної формації є передумовою для розвитку карстових

процесів, а структурно-текстурні та фізико-механічні особливості (швидкість розчинення та її коливання, механічна анізотропія гірських порід) обумовлюють стадійність вилуговування, горизонтальну та вертикальну зональність кори вивітрювання. Так, вилуговування гіпсо-ангідритової товщі відбувається по всій потужності циркуляції підземних вод, а кам'яної солі лише на поверхні соляних пластів.

Підняття Слов'янської брахіантикліналі по Корупольсько-Дронівському розлому до 1,5 мм на рік створює сприятливі умови для тривалого вилуговування. А неотектонічні позитивні переміщення в пліоценовий та четвертинний час уповільнюють швидкість вилуговування внаслідок заглиблення долини р. Казений Торець [22]. На даний момент процеси вилуговування протікають нижче місцевого базису ерозії.

Значна еродованість четвертинних та тріасових відкладів між селами Хрестище та Глибока Макатиха та достатня кількість опадів забезпечує інтенсивний водообмін нижньопермського тріщинно-карстового горизонту та сприяє тривалому перебігу гіпергенних процесів. Відображенням етапності просування фронту вилуговування є групи древніх карстових вирв та специфічна орієнтація гідрографічної мережі (річок та мінеральних озер).

Техногенний вплив на карстовий масив розпочався з кінця 16 ст початком використання природних розсолів карстових мінеральних озер для випарки солі. Навіть незначна, переважно сезонна експлуатація призвела до активізації карстових процесів. На Розсільній ділянці з 1874 р. розпочалось буріння свердловин для видобутку розсолів, які з 1935 р. почали заглиблювати в товщу соляних пластів для забезпечення постійної високої концентрації NaCl. Внаслідок техногенного впливу відбулося переаглиблення соляного дзеркала до глибини 150–165 м (Брянцівський пласт кам'яної солі потужністю 30–40 м). [16]. З 1960 р. розпочалася експлуатація Райгородської ділянки методом штучного керованого вилуговування. З 1961 р експлуатація Розсільної ділянки припинена внаслідок не прогнозованого протікання гіпергенних процесів, а запаси кам'яної солі переведені до за балансових, як такі, що втратили промислове значення. В табл. 2 наведені основні показники експлуатації Слов'янського родовища.

Таблиця 2

Основні експлуатаційні показники Слов'янського родовища (за [15, 16] та фондовими матеріалами ДГРП «Донецькгеологія»)

Характеристика		Ділянка Слов'янського родовища	
		Розсільна	Райгородська
Період експлуатації		1876–1961	з 1960
Кількість експлуатаційних свердловин	пробурених	Понад 87	24
	діючих	0	2
Видобуток кам'яної солі, тис. т	мінімальний	40	15
	максимальний	464	770
	середній	250	350
	сучасний	–	113
Всього видобуто	розсолів, тис. м ³	43 730	67 541,5
	кам'яної солі, тис. т	13 120	20 264,01
Об'єм порожнин, тис. м ³	розрахунковий	6 310	9 506,65
	по геофізичним даним	–	11 271,14

5. Прояв карстових процесів внаслідок техногенного втручання

Внаслідок порушення технології видобутку та недостатнього врахування особливостей геологічної

будови на обох ділянках утворилися мульди осідання (табл. 3).

Таблиця 3

Мутьди осідання Слов'янського родовища кам'яної солі
(за [16, 23] та фондовими матеріалами ДГРП «Донецькгеологія»)

Характеристика	Ділянка Слов'янського родовища	
	Розсільна	Райгородська
Тип карсту	Природно-техногенний	
Форма мульди	Асиметрична, витягнута, в західному напрямку	
Початок спостережень	1952	1970
Розміри, м	повздожні	300–1000
	поперечні	3 000
Максимальне осідання, м	1,8	0,16

На Розсільній ділянці спостереження за характером та швидкістю деформації денної поверхні розпочалися з 1952 р. Донецьким індустріальним інститутом (на тепер Донецьким національним технічним університетом). На 1980 рік реперна мережа нараховувала 15 профілів (1278 ґрунтових та стінних реперів) загальною протяжністю 26,2 км, та охоплювала площу спостережень 470 га. На 1990 р. більша частина реперної мережі була зруйнована, а з 1997 р. маркшейдерські спостереження були припинені в зв'язку з банкрутством ВАТ «Хімпром».

За даними режимних спостережень осідання поверхні нерівномірне. Максимальні швидкості та об'єм осідань в центральній частині мульди в роки інтенсивної експлуатації становили 0,385 м/рік (180 тис м³/рік), а після її припинення (в 1961 р.) – 0,16–0,18 м/рік (70–80 тис м³/рік). [16, 23]. Максимальна деформація відбувається в південній частині мульди. Найактивнішою є західна частина південного борту, де зафіксоване переміщення південного берегу оз. Левадне на південь. В межах східного борту – вертикальне зміщення порід. В межах північного борту помітних змін не спостерігалось.

З північного-заходу на південний-схід вздовж фронту вилуговування та по осьовій частині озер Вейсове та Ріпне зафіксовані тріщини відриву та осідання.

На Райгородській ділянці спостереження за мульдою розпочалися з 1970 р. Максимальне сумарне осідання на 1993 р. зафіксоване над камерою вилуговування свердловини № 6 становило більше 160 мм, а над камерами свердловин № 2, 3, 5 більше 120 мм.

На сьогоднішній день останнє моніторингове обстеження ділянки природно-техногенного карстового масиву Слов'янського родовища виконувалось ДГРП «Донецькгеологія» в 2012 р. За матеріалами дослідження карстові озера були повноводними, пологі борта, яких переважно зарослі очеретом, без ознак деформацій провального характеру. Виключенням є північний борт озера Ріпне, де спостерігається розмивання борту та руйнування покриття з бетонних плит. В північно-західній частині мульди на стінах житлових будинків та

будівлях іншого призначення спостерігалися тріщини з шириною розкриття до 4–5 см [11].

Проте за даними ДГП «Укргеокаптажмінвод» (М. Сирота, 2003 р.), за час спостережень від 1953 до 2003 р. оз. Ріпне, (знаходиться за межами мульди осідання) заглибилось в 2,1 рази (від 5 м до 10,5 м), об'єм водної маси зріс від 467 тис. м³ до 593 тис. м³ при сталій площі озера; оз. Сліпне – в 1,5 рази (від 1,8 до 2,7 м). Згідно розрахункам за період 1972–1984–2002 рр. швидкість просідання озерної улоговини оз. Ріпне становило 0,07–0,09 м/рік. А найбільша камера вилуговування, висотою 24 м, була викрита біля південно-східного берегу озера.

З метою збереження ресурсного потенціалу Слов'янського родовища кам'яної солі, оцінки негативного впливу протікання карстових процесів та їх впливу на рекреаційний потенціал Слов'янського курорту необхідно відновити режимні спостереження тріщинно-карстовим водоносним горизонтом з щорічною оцінкою виносу розчинених солей, як основного показника активності карстових процесів на базі Слов'янської ГРЕС, як єдиної організації, яка здійснює постійне спостереження за алювіальним та тріщинно-карстовим водоносними горизонтами з 1983 р., відновлення роботи метеостанції Слов'янської ГРЕС, оцінка порушення карстового масиву в наслідок проведення АТО, особливо в районах карстових озер Ріпне та Сліпне.

6. Висновки

Узагальнення даних геолого-літологічних особливостей будови нижньопермської соленосної формації як природного (геологічного) середовища показало, що внаслідок тривалого вилуговування відбулося постседиментаційне перетворення геологічного середовища (скорочення кількості соляних пластів, кристалізація вторинних (гіпергенних) мінералів, екзогенна тріщинуватість (відкрита та закрита) масиву порід, утворення розсолів в складі тріщинно-карстового басейну артезіанських вод нижньої пермі). Вилуговування нижньопермської соленосної формації в межах Слов'янського родовища буде продовжуватись невизначено довго.

Характер та швидкість вилуговування соленосної формації залежать від азональних

(геологічних, тектонічних, антропогенних) та зональних (кліматичних, гідрогеологічних, геоморфологічних) факторів.

Порушення технології видобутку та недостатнього врахування особливостей геологічної будови Слов'янського родовища кам'яної солі призвело до формування мульд осідання, маркшейдерські спостереження за якими виконуються в недостатньому обсязі, а оцінка величини хімічного стоку як основного показника активності карстового процесу не проводиться з 90-х років.

Виконане узагальнення даних щодо геолого-літологічних особливостей будови нижньопермської соленосної формації як природного (геологічного) середовища та типізація факторів природно-техногенних геологічних процесів в межах родовища є основою для спеціалізованого комплексного дослідження із застосуванням ГІС-технологій техногенної трансформації геологічного середовища, встановлення особливостей протікання карстових процесів та балансової оцінки їх впливу на рекреаційний потенціал Слов'янського курорту.

Література

1. Про оголошення природних територій міста Слов'янська Донецької області курортом державного значення [Електронний ресурс] / Закон України №3245-VI від 19 квітня 2011 року. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3245-17>
2. Про затвердження режиму округу і зон санітарної охорони курорту Слов'янськ [Електронний ресурс] / Постанова Кабінету міністрів України №898 від 03 жовтня 2012 року. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/898-2012-p>
3. Павлюк, В. І. Соляні родовища Передкарпаття і світу та особливості розвитку і активізації карсту на ділянках їхнього видобування [Текст] / В. І. Павлюк // Строительство и техногенная безопасность – 2011. – Вип. 37. – С. 97–108.
4. Педченко, С. В. Вплив затоплення гірничих виробок шахти № 8 солотвинського солерудника на денну поверхню регіону [Текст] / С. В. Педченко // Сучасні ресурсозберігаючі технології гірничого виробництва – 2012. – № 1. – С. 113–123.
5. Шехунова, С. Б. Літологічні особливості та пов'язані з ними екологічні аспекти розробки родовищ кам'яної солі методом підземного вилуговування (на прикладі верхньострутинського та Слов'янського родовищ) [Текст] / С. Б. Шехунова, М. В. Алексеєнкова // Збірник наукових праць ІГН НАН України. – 2012. – Вип. 5. – С. 245–253.
6. Johnson, K. S. Salt karst and collapse structures in the Anadarko Basin of Oklahoma and Texas [Text]: Proceedings of the 13 multidisciplinary conference / K. S. Johnson // Sinkholes and the engineering and environmental impacts of karst, 2013. – P. 103–112.
7. Land, L. Evaporite karst in the Permian Basin region of west Texas and southeastern New Mexico: The human impact [Text]: Proceedings of the 13 multidisciplinary conference / L. Land // Sinkholes and the engineering and environmental impacts of karst, 2013. – P. 113–121.
8. Neal, J. T. Variations in evaporite karst in the Holbrook Basin, Arizona [Text]: Proceedings of the 13 multidisciplinary conference / J. T. Neal, K. S. Johnson, P. Lindberg // Sinkholes and the engineering and environmental impacts of karst, 2013. – P. 177–186.
9. Acero, P. Hydrogeochemical characterization of an evaporite karst area affected by sinkholes (Ebro Valley, NE Spain) [Text] / P. Acero, F. Gutierrez, J. P. Galve, L. F. Auque, D. Carbonel, M. J. Gimeno, J. B. Gymez, M. P. Asta, Y. Yechieli // *Geologica Acta*. – 2013. – Vol. 11. – P. 389–407.
10. Gutierrez, F. A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst [Text] / F. Gutierrez, M. Parise, J. De Waele, H. Jourde // *Earth-Science Reviews*. – 2014. – Vol. 138. – P. 61–88.
doi: 10.1016/j.earscirev.2014.08.002
11. ГРГП «Донецкгеология» [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://dongeo.net.ua>
12. Корневский, С. М. Галогенные формации северо-западного Донбасса и Днепровско-Донецкой впадины [Текст] / С. М. Корневский, В. П. Бобров, К. С. Супронюк, Д. П. Хрущов. – Москва Недра, 1968. – 240 с.
13. Шехунова, С. Б. Основні літогенетичні типи кам'яної солі соленосних формацій Дніпровсько-Донецької западини [Текст] / С. Б. Шехунова // *Геологічний журнал*. – 2009. – № 1. – С. 88–102.
14. Короткевич, Г. В. Соляной карст [Текст] / Г. В. Короткевич. – Ленинград Недра, 1970. – 256 с.
15. Куриленко, В. В. Гидрогеологические условия Славянского месторождения каменной соли и перспективы промышленной эксплуатации подземных рассолов [Текст] / В. В. Куриленко, А. Г. Кошин // *Вестник Ленинградского университета*. – 1989. – № 3. – С. 27–32.
16. Ходьков, А. Е. Соляной карст Верхнекамского и Бахмутского районов и закономерности его развития [Текст] / А. Е. Ходьков. – Специальные вопросы карстоведения. М., 1962. – С. 44–58.
17. Бельтюков, Г. В. Карстовые и гипергенные процессы в эвапоритах [Текст]: автореф. ... дис. геол.-мин. наук / Г. В. Бельтюков. – Перм., 2000 – 28 с.
18. Гайдин, А. М. Влияние техногенной деятельности на соляной карст [Текст] / А. М. Гайдин // *Экология і природокористування*. – 2008. – Вип. 11. – С. 42–54.
19. Гвоздецкий, Н. А. Проблемы изучения карста и практика [Текст] / Н. А. Гвоздецкий. – Москва, 1972. – 387 с.
20. Дзенс-Литовский, А. И. Соляной карст СССР [Текст] / А. И. Дзенс-Литовский. – Ленинград Недра, 1966 – 168 с.
21. Ковалевич, В. М. Физико-механические условия накопления солей нижнепермской формации Днепровско-Донецкой впадины [Текст] / В. М. Ковалевич. – Эвапориты Украины – Київ Наукова Думка, 1985. – С. 33–44.
22. Решетов, И. К. Особенности карстообразования в галогенных товщах Бахмутської улоговини Донецького прогину [Текст] / И. К. Решетов, В. Г. Суярко, О. О. Сердюкові, О. В. Чубар // *Геологія-географія-екологія*. – 2001. – № 956. – С. 53–58.
23. Удалов, И. В. Эколого-геологическая оценка влияния техногенного карстообразования на окружающую среду г. Славянск [Текст] / И. В. Удалов, А. В. Чубарь // *Вестник НТУ "ХПИ", Хімія, хімічна технологія та екологія*. – 2011. – № 59. – С. 111–118.

References

1. Pro zatverdzhennia rezhymu okruhu i zon sanitarnoi okhorony kurortu Sloviansk (2012). Postanova Kabinetu ministriv Ukrainy № 898. Available at: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/898-2012-p>
2. Pro oholoshennia pryrodnykh terytorii mista Slovianska Donetskoï oblasti kurortom derzhavnoho znachennia (2011). Zakon Ukrainy №3245-VI. Available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3245-17>
3. Pavliuk, V. I. (2011). Soliani rodovyshcha Peredkarpattia i svitu ta osoblyvosti rozvytku i aktyvizatsii

karstu na diliankakh yikhnoho vydobuvannia. Stroytelstvo y tekhnohennaia bezopasnost, 37, 97–108.

4. Pedchenko, S. V. (2012). Vplyv zatoplennia hirnychkh vyrobok shakhty № 8 solotvynskoho solerudnyka na dennu poverkhnju rehionu. Suchasni resursozberihaiuchi tekhnolohii hirnychoho vyrobnytstva, 1, 113–123.

5. Shekhunova, S. B., Aleksieienkova, M. V. (2012). Litolohichni osoblyvosti ta poviazani z nymy ekolohichni aspekty rozrobky rodovyschh kamianoj soli metodom pidzemnoho vyluhovuvannia (na prykladi verkhnostrutynskoho ta Slovianskoho rodovyschh). Zbirnyk naukovykh prats IHN NAN Ukrainy, 5, 245–253.

6. Kenneth, S. J. (2013). Salt karst and collapse structures in the Anadarko Basin of Oklahoma and Texas: Proceedings of the 13 multidisciplinary conference. Sinkholes and the engineering and environmental impacts of karst, 103–112.

7. Land, L. (2013). Evaporite karst in the Permian Basin region of west Texas and southeastern New Mexico: The human impact: Proceedings of the 13 multidisciplinary conference. Sinkholes and the engineering and environmental impacts of karst, 113–121.

8. Neal, J. T., Johnson, K. S., Lindberg, P. (2013). Variations in evaporite karst in the Holbrook Basin, Arizona: Proceedings of the 13 multidisciplinary conference. Sinkholes and the engineering and environmental impacts of karst, 177–186.

9. Acero, P., Gutierrez, F., Galve, J. P., Auque, L. F., Carbonel, D., Gimeno, M. J., Gyme, J. B., Asta, M. P., Yechieli, Y. Hydrogeochemical characterization of an evaporite karst area affected by sinkholes (Ebro Valley, NE Spain). *Geologica Acta*, 11, 389–407.

10. Gutierrez, F., Parise, M., De Waele, J., Jourde, H. (2014). A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst. *Earth-Science Reviews*, 138, 61–88. doi: 10.1016/j.earscirev.2014.08.002

11. GRGP «Doneckgeologiya». Available at: <http://dongeo.net.ua>

12. Korenevskiy, S. M., Bobrov, V. P., Supronyuk, K. S., Hruschov, D. P. (1968). Galogennyye formatsii

severo-zapadnogo Donbassa i Dneprovsko-Donetskoy vpadyny. Moscow, Russia: Nedra, 240.

13. Shekhunova, S. B. (2009). Osnovni lithenetychni typy kamianoj soli solenosnykh formatsii Dneprovsko-Donetskoi zapadyny. *Heolohichni zhurnal*, 1, 88–102.

14. Kovalevich, V. M. (1985). Fiziko-mehaniicheskie usloviya nakopleniya soley nizhnepersmskoy formatsii Dneprovsko-Donetskoy vpadyny. *Evapority Ukrainy*. Kiev, Ukraina: Naukova Dumka, 33–44.

15. Kurilenko, V. V., Koshin, A. G. (1989). Gidrogeologicheskie usloviya Slavyanskogo mestorozhdeniya kamennoy soli i perspektivy promyshlennoy ekspluatatsii podzemnykh rassolov. *Vesnik Leningradskogo universiteta*, 3, 27–32.

16. Hodkov, A. E. (1962). Solyanoy karst Verhnekamskogo i Bahmutskogo rayonov i zakonmernosti ego razvitiya. *Spetsialnyie voprosy karstovedeniya*. Moscow, 44–58.

17. Belyukov, G. V. (2000). Karstovyye i gipergennyye protsessy v evaporitah, Perm, 28

18. Haidyn, A. M. (2008). Vliyaniye tekhnohennoi deiatelnosti na solianoj karst. *Ekolohiia i pryrodokorystuvannia*, 11, 42–54.

19. Gvozdetskiy, N. A. (1972). Problemy izucheniya karsta i praktika. Moscow, 387.

20. Dzents-Litovskiy, A. I. (1966). Solyanoy karst SSSR. Leningrad, Russia: Nedra, 168.

21. Korotkevich, G. V. (1970). Solyanoy karst. Leningrad, Russia: Nedra, 256.

22. Reshetov, I. K., Suiarko, V. H., Serdiukovi, O. O., Chubar, O. V. (2001). Osoblyvosti karstoutvorennia v halohennykh tovshchakh Bakhmutskoi ulohovyny Donetskoho prohynu. *Heolohiia-heohrafiia-ekolohiia*, 956, 53–58.

23. Udalov, I. V., Chubar, A. V. (2011). Ekologo-geologicheskaya otsenka vliyaniya tehnoennogo karstobrazovaniya na okruzhayushchuyu sredu g. Slavyansk. *Vestnyk NTU "KhPY"*, Khimiia, khimichna tekhnolohiia ta ekolohiia, 59, 111–118.

*Рекомендовано до публікації д-р геол. наук Шехунова С. Б.
Дата надходження рукопису 20.11.2014*

Алексенкова Марина Василівна, провідний гідрогеолог, Центр колективного користування, Лабораторія фізичних методів досліджень, Інститут геологічних наук НАН України, вул. О. Гончара, 55-Б, м. Київ, Україна, 01054
E-mail: marinaal@ukr.net

УДК 552.14:(552.18:552.53):551.463.1(477-12)
DOI: 10.15587/2313-8416.2014.30737

ГІДРОГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ВЕРХНЬОКАМ'ЯНОВУГІЛЬНО-НИЖНЬОПЕРМСЬКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСУ В МЕЖАХ ПІВДЕННО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСЬКО- ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

© С. М. Стадніченко, Н. П. Сюмар

Підземні води даної території характеризуються значною мінливістю мінералізації та вмісту макро- і мікро компонентів. Для визначення механізмів формування цих гідрохімічних «аномалій» побудовано карти ізоліній мінералізації, коефіцієнту Na/Cl та інших гідрогеохімічних характеристик. На основі аналізу отриманих карт в сукупності з літологічними даними встановлений взаємозв'язок хімічного складу підземних вод з вміщуваними породами

Ключові слова: солянокупольні структури, підземні води, розсіл, теригенна формація, соленосна формація