УДК 624.131/624.131.6/502.53

В. І. Павлюк, *старший науковий співробітник (Державне підприємство Науково-дослідний інститут "Галургія", м. Калуш, Україна),* notebooc@gmail.com

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК ПРОЦЕСІВ ПРИРОДНОГО ВИЛУГОВУВАННЯ СОЛЕЙ (КАРСТУ) В УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Розглянуто чинники, які впливають на неоднорідність розвитку процесів природного карсту, що розвиваються на поверхні соленосійних відкладів Передкарпатського прогину. Висвітлено структурні неоднорідності середовища, що впливають на просторову анізотропію швидкості розчинення солей та утворення депресій "соляного дзеркала" набагато нижче локальних базисів дренажу ґрунтових вод. Розглянуто й представлено в графічних варіантах можливі гідрогеологічні моделі просторового розвитку природного вилуговування солей. За даними проведених досліджень допускається існування відносно ізольованих гідравлічних систем в єдиному водоносному горизонті у відкладах гіпсоглинистої шапки. Такі системи обумовлені неоднорідними водопровідними властивостями в плані та розрізі відкладів гіпсоглинистої шапки, які утворюють особливі порівняно водопровідні "канали" в цій товщі. При цьому формуються своєрідні окремі, відносно ізольовані гідравлічні системи. Їхній режим функціонування є суттєвим чинником розвитку карстових процесів та відображенням гідрогеологічних і геологічних умов ділянки розміщення.

Ключові слова: *гіпсоглиниста шапка, "соляне дзеркало", гідрогеологічна модель, гідравлічна система.*

Вступ

Традиції соляного добування в українському Передкарпатті формувалися багато століть [13]. Техногенне втручання в середовище солей порушувало його природний стан та активізувало негативні екзогенні процеси, зокрема карстові, що потребувало створення ефективних інструментів та окремої методики його оцінки. Виділення окремої методики дослідження територій поширення сольового карсту обумовлено тим, що він за своїм характером, швидкістю та умовами розвитку суттєво відрізняється від інших типів. Особливість його підтверджується наявністю на цих територіях таких окремих структурних елементів її геологічної будови, як гіпсоглиниста шапка (ГГШ), "соляне дзеркало" з горизонтом насичених розсолів на його поверхні, особливістю фізичних властивостей порід [9] тощо. Характер будови та складу комплексу порід у межах поширення солевмісних відкладів формують особливості гідрогеологічних властивостей водоносних горизонтів та їхньої дії на навколишнє середовище [8, 11]. Запропоноване в статті віртуальне графічне моделювання гідрогеологічних процесів у середовищі соленосійних порід виконано на основі опрацювання великого обсягу літературних даних, а також проведених польових спостережень у рамках урядової програми "Моніторинг поширення та розвитку інженерно-геологічних процесів та явищ ЕГП (екзогенних геологічних процесів) у межах території Львівської області", над утіленням якої працював автор. Моделювання можливої

 © В. І. Павлюк, 2016

гідрогеологічної ситуації під час польових досліджень активізації екзогенних процесів, пов'язаних з розвитком сольового карсту, дало змогу авторові надавати органам місцевого самоврядування та управлінню з надзвичайних ситуацій Львівської області об'єктивну інформацію щодо причин виникнення й прогнозу розвитку негативних екзогенних геологічних явищ у кожному окремому випадку. Подібні моделі дають змогу ліпше розуміти природу формування екзогенних процесів на цих територіях, залежність їх від геологічної та гідрогеологічної будови ділянки дослідження. Особливо це важливо у випадках техногенного втручання, коли часто екзогенні процеси створюють негативні наслідки, часом сягаючи катастрофічних масштабів. Прикладом є небезпечні явища в межах впливу Стебницького та Калуш-Голинського рудників. У світі – це затоплені соляні родовища в Росії, Німеччині, США тощо, де було недостатньо враховано геологічні й гідрогеологічні умови району солевидобутку [14, 15, 16]. Ця робота – частина більшої праці, яка має на меті систематизувати всі чинники впливу на розвиток як природного, так і техногенно-активізованого сольового карсту в умовах Передкарпаття.

Геологічна будова району досліджень

Будова Передкарпатського передового прогину, представлена комплексом моласових нижньонеогенових порід з генеральним північно-західним простяганням та стрімким, до вертикального, заляганням солевмісних пластів, їхньою переміжною шаруватістю з інтенсивною складчастістю багатьох порядків (рис. 1, 2). Диз'юнктивні й плікативні порушення поряд з вищеописаними структурами контролюють просторово-часовий розвиток карстових процесів [4–6].

Дискусія

У природних (техногенних непорушених) умовах сольовий карст Передкарпаття здебільшого розвивається порівняно дуже повільно, тому майже не відображається на поверхні у вигляді провальних форм. Однак потужні відклади ГГШ свідчать про наявність постійного вилуговування соляних мінералів, яке проходить переважно в площині "соляного дзеркала". Потужність і склад ГГШ фактично відображає характер розвитку кори вивітрювання над галогенними породами [4]. Насичені розсоли "соляного дзеркала", при низьких фільтраційних властивостях відкладів, є надійним водотривким горизонтом, що захищає поверхню сольових відкладів від поверхневих агресивних до солей вод, а завдяки гравітаційним силам поверхня такого розсольного горизонту завжди прагнутиме до горизонтального поширення. Хоча на практиці, зазвичай унаслідок поступової зміни концентрації розсолів, така поверхня є досить умовною. Фізичні властивості розсолів "соляного дзеркала", а саме їхня питома сегрегація по густоті мала б формувати доволі однорідні умови в плані для розчинення сольових відкладів і, таким чином, утворювати порівняно пласку гіпсометричну поверхню "соляного дзеркала", рівень якого має контролюватися місцевим базисом розвантаження підземних вод, який залежить від загальних тектонічних і геоморфологічних умов. Тобто рівень поверхні насичених розсолів має формувати рівень поверхні ерозії (підземного вилуговування) соляних відкладів. Однак на практиці ця поверхня є інтенсивно пересіченою з різкими перепадами долин і висот [4]. Крім того, під час детального дослідження в межах Стебницького родовища калійних солей на поверхні відкладів воротищенської й поляницької світ виявлено низку депресій "соляного дзеркала", сформованих набагато нижче місцевих базисів дренажів, що, на перший погляд, беручи до уваги фізичні властивості речовин, є неможливим. Тим більше, що за наявних низьких інфільтраційних властивостей відкладів, утворення чималих об'ємів виявлених депресій потребує, щоб подібні процеси були постійними й довготривалими в часі. Насичені розсоли, що оберігають поверхню соляних відкладів від

розчинення, набагато важчі від прісних вод, що залягають вище, й не можуть без додаткових чинників підніматися вгору до місцевих базисів дренажів, даючи доступ до сольових відкладів свіжим порціям агресивних до солей вод. Фізичні властивості рідин, на перший погляд, суперечать такому станові речей. Для прикладу, найглибша депресія "соляного дзеркала" в межах Стебницького родовища калійних солей розміщена на північно-західній околиці м. Стебник у долині р. Вишниця й пов'язана з контактом воротищенської й поляницької світ. За матеріалами площадного пошуково-картографічного буріння [7] абсолютна позначка найнижчої ділянки тут становить менше 150 м, абсолютна позначка місцевого базису дренажу, яким є русло р. Вишниця, перевищує її на 170 м і становить понад 320 м над рівнем моря. Але вертикальні переміщення розсолів в умовах геологічної будови існують. Про це свідчать численні виходи на поверхню природних розсольних джерел, форми специфічної кори вивітрювання ГГШ, дані спостережень [2].

Моделювання просторового розвитку карстових процесів

Проілюструвати складнощі в закономірностях розвитку процесу природного підземного вилуговування солей в умовах Бориславсько-Покутськоїструктурно-фаціальної зони (СФЗ) Передкарпаття може така гідрогеологічна модель (рис. 3).

Умовою формування аномальних депресій поверхні "соляного дзеркала" набагато нижче рівня місцевого базису роз-

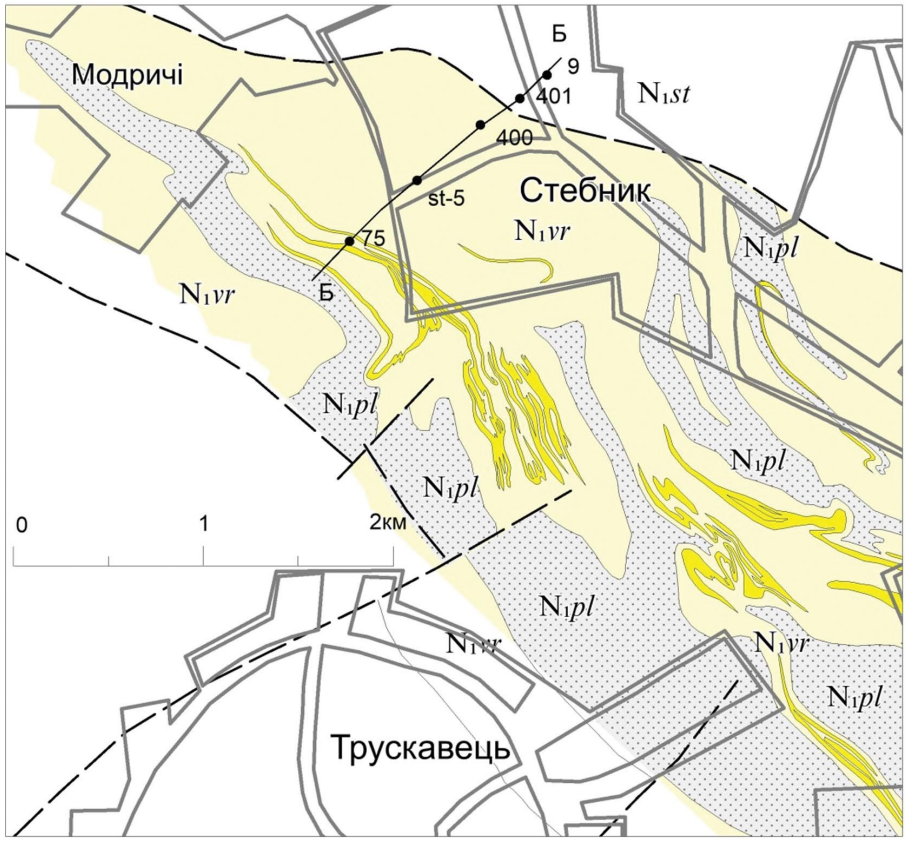

Рис. 1. Геологічний план району Трускавець-Стебник [7]

вантаження їх на поверхню має бути існування висхідних потоків важких розсолів і заміщення їх на поверхні "соляного дзеркала" порівняно легшими поверхневими водами. Чинниками, які формують такий стан речей, є:

– неоднорідні водопровідні властивості в плані та розрізі відкладів ГГШ, які утворюють особливі порівняно водопровідні "канали" в цій товщі, формуючи своєрідні окремі, відносно ізольовані гідравлічні системи;

– вищі показники водопроникності ГГШ та солевмісних відкладів уздовж геологічних границь, ніж ухрест їхнього напластування [4];

– просторова розбіжність у плані зон формування, поширення й розвантаження вод ГГШ;

– єдина гідравлічна система у товщі ГГШ і солевмісних відкладах, у порівняно водопроникних породах, яка оточена водонепроникними;

– наявність джерела водопостачання, яким може стати порушення зони замулення на поверхні ГГШ, або техногенно створені обставини, наприклад свердловина або колодязь, який розкриває водопроникний горизонт у відкладах ГГШ;

– різниця гідравлічного тиску на різних ділянках утвореної єдиної гідравлічної системи (завдяки різниці висоти гідравлічних стовпів $H_1 - H_2$);

– більший гідравлічний опір відкладів ухрест залягання пластів по лінії "L", ніж уздовж геологічних меж пласта "А".

Проведений аналіз та дослідження геологічних і гідрогеологічних умов на ді-

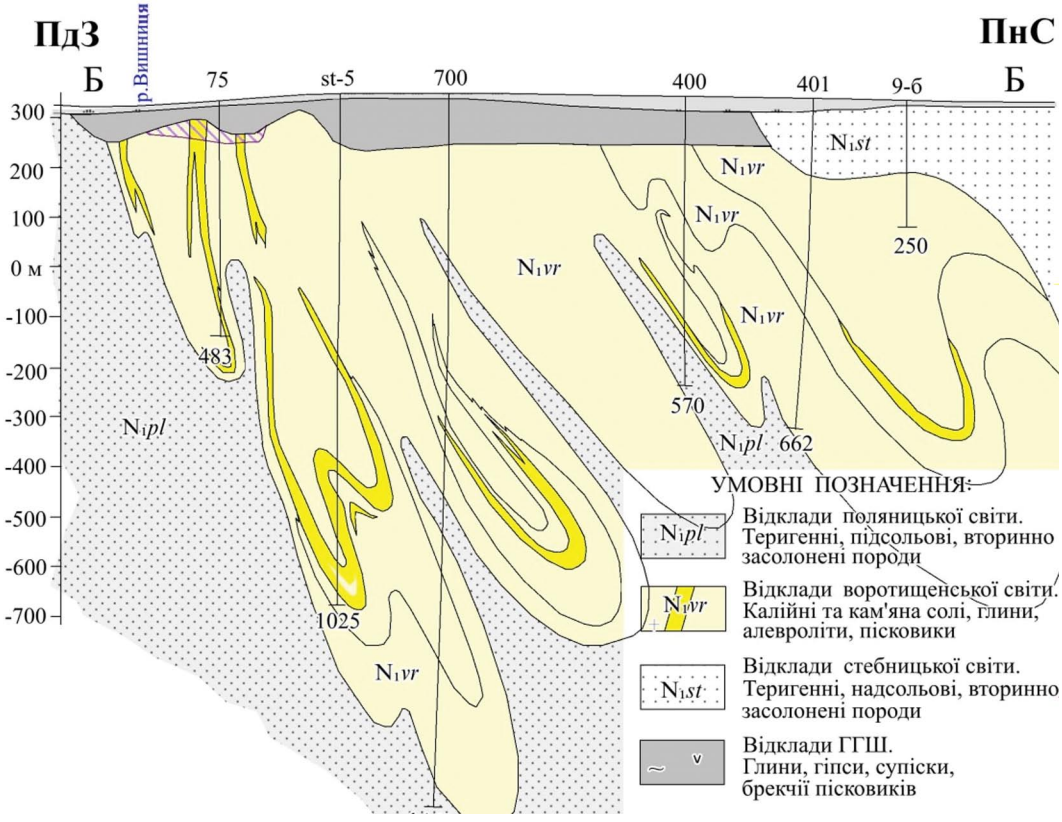

Рис. 2. Геологічний розріз по лінії "Б – Б" р-ну м. Стебник [7]

лянці активізації карсту по вул. Орлика у м. Стебник [5] дали підстави застосувати описану модель розвитку щодо нього.

Унаслідок дії описаної моделі на поверхні “соляного дзеркала” утворюється пониження, набагато нижче за місцевий

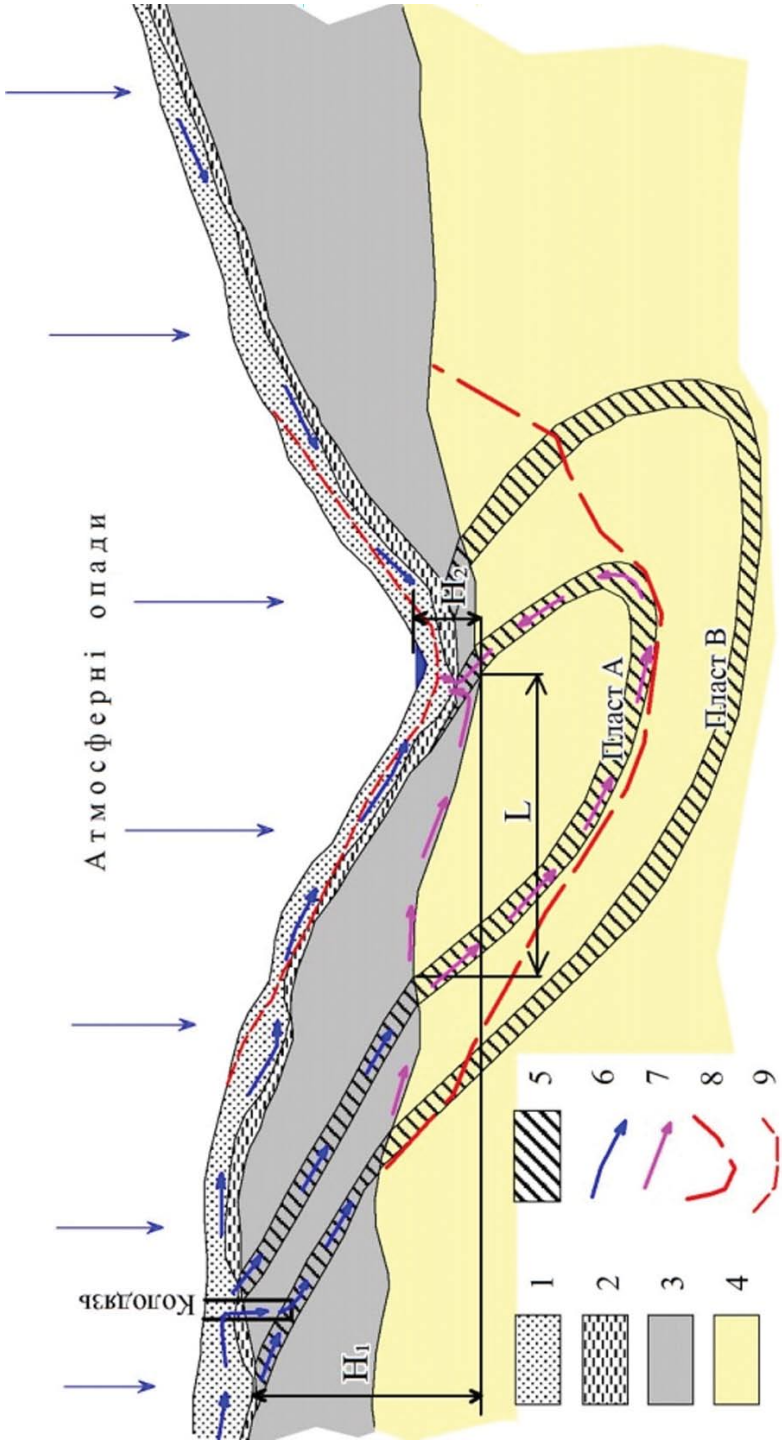

Рис. 3. Гідрогеологічна модель розвитку природно обумовленого карстового процесу вхрест простягання геологічних відкладів

1 – відносно водопроникні відклади четвертинного віку, 2 – зона замулення на поверхні ГГШ, 3 – водотривкі відклади ГГШ, 4 – водотривкі відклади соленосійної воротищенської світи, 5 – відносно водопроникні відклади у товщі ГГШ і воротищенської світи, 6 – переважний напрям руху підземних вод, 7 – переважний напрям руху розсолів, 8 – зона розвитку карстових процесів, 9 – осідальні процеси поверхні землі

базис ерозії, та можуть утворитися такі умови для дальшого розвитку карстових процесів на цій чи сусідніх ділянках, наприклад по пласту “В” (рис. 4).

Таким способом триває процес поглиблення поверхні “соляного дзеркала” внаслідок розчинення сольових відкладів уздовж простягання геологічних меж.

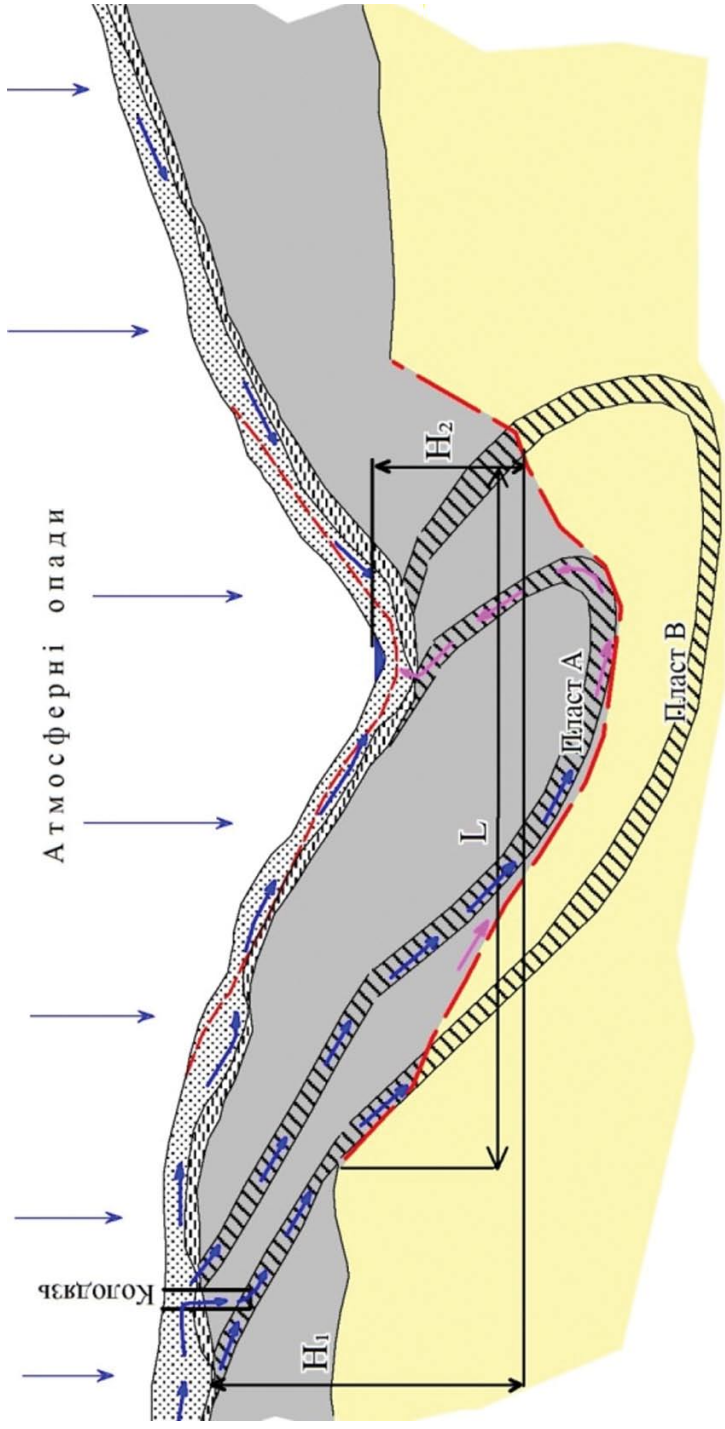

Рис. 4. Гідрогеологічна модель розвитку природно обумовленого карстового процесу
Умовні позначення див. рис. 3

У плані вони збігаються з границями більш водопроникних зон у межах “соляного дзеркала”. Такі зони можуть узгоджуватися з більш гіпергенно зміненими солевмісними утвореннями, які зверху перекриваються водонепроникними відкладами ГГШ. З попаданням у певному місці на поверхню “соляного дзеркала” агресивних щодо солей вод вони рухаються більш водопроникною зоною на поверхні “соляного дзеркала” вздовж пласта до місця розвантаження, поступово розчиняючи солі, що залягають нижче, й водночас нарощуючи зверху нові потужності водонепроникних тонкодисперсних відкладів ГГШ. Така модель гідравлічного руху агресивних вод з відповідним перевищенням ділянки живлення над ділянкою розвантаження, із зоною підвищеної водопровідності на контакті відкладів ГГШ із корінними солевмісними, яка зверху й знизу обмежена водонепроникними породами, сприятиме виносу розсолів з поверхні “соляного дзеркала” назовні з глибин, які значно переважають місцеві базиси дренажів (рис. 5). Подібні випадки розвитку й активізації сольового карсту зафіксовано по вул. Помірецькій у м. Трускавець і вул. Модрицькій у м. Борислав [5].

Окремо слід розглянути зону тектонічного контакту солевмісних відкладів

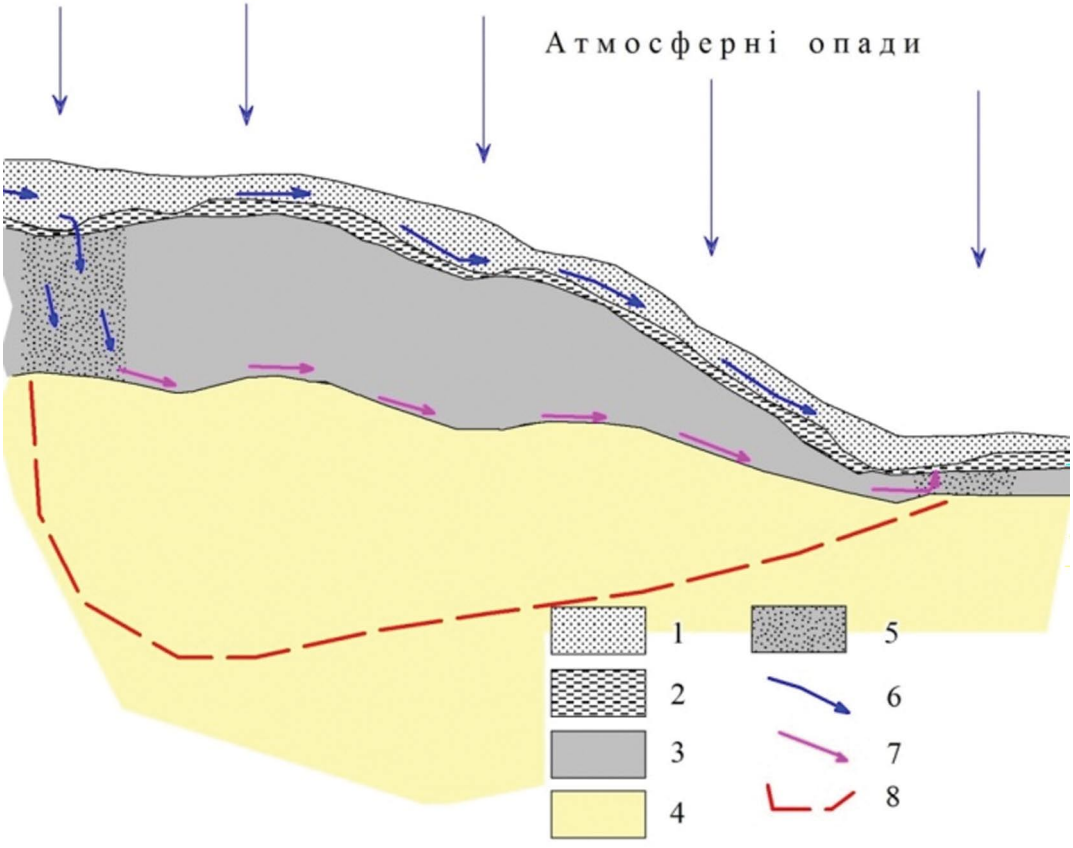

Рис. 5. Гідрогеологічна модель розвитку природно обумовленого карстового процесу вздовж простягання геологічних структур у плані
Умовні позначення щодо 1–4, 6–8 – див. рис. 3; 5 – відносно водопроникні відклади в товщі ГГШ

воротищенської світи з підсольовими поляницької (рис. 6). Відклади поляницької світи завдяки відносно низькому вмістові сольових мінералів і більш супісковому складові, порівняно з відкладами воротищенської світи, характеризуються вищими показниками водопроникності, які в межах тектонічних контактів через тріщинуватість порід мають ще більші показники. Тому за сприятливих умов на таких ділянках підземні води сягають великих глибин і завдяки подібним гідравлічним схемам, які описано в попередніх прикладах, розчиняють і виносять на денну поверхню розсоли "соляного дзеркала". Як наслідок, на найсприятливіших з погляду геологічної будови місцях формуються відповідні депресії поверхні "соляного дзеркала", які в межах Стебницького родовища калійних солей мають максимальні значення. Саме за такою моделлю розвивається найглибша депресія "соляного дзеркала" на Стебницькому родовищі калійних солей, яка розміщена на північно-західній околиці м. Стебник у долині р. Вишниця. Результати фізико-механічних властивостей ґрунтів ГГШ над місцем утворених карстових проваль у 2006–2011 рр. в долині р. Вишниця підтвердили, що ґрунти з різних місць відбору за ступенем фільтраційних властивостей та розмоканням відрізняються в декілька разів (табл. 1).

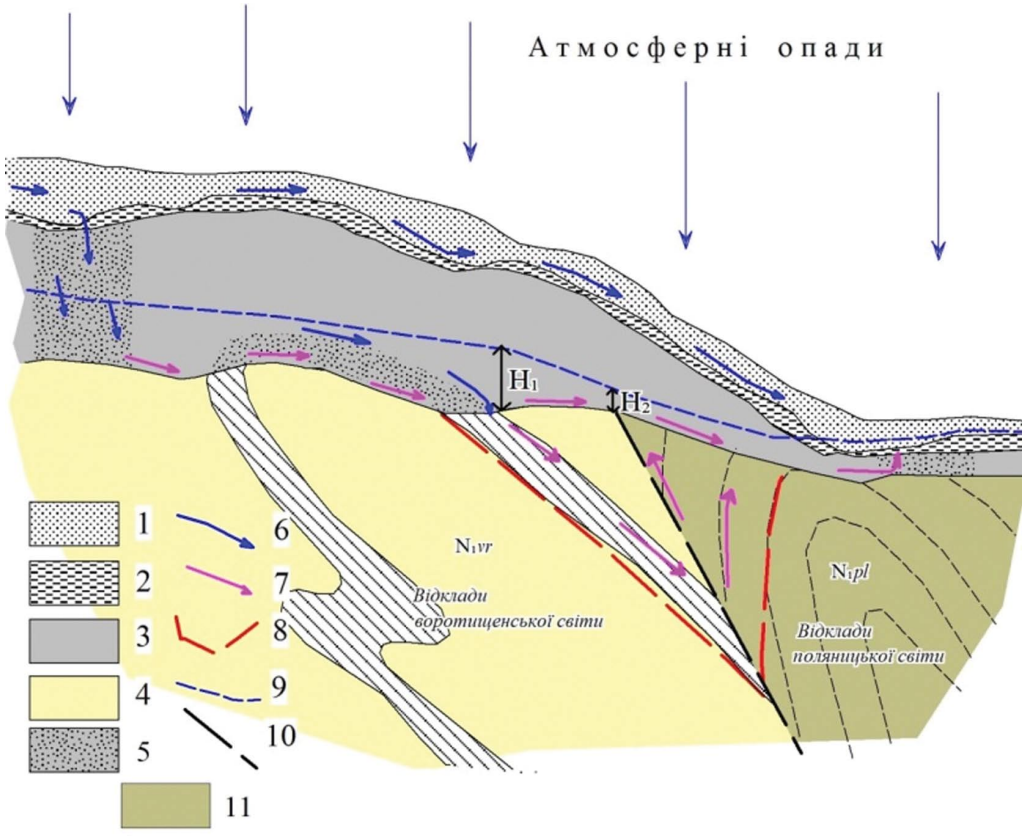

Рис. 6. Гідрогеологічна модель розвитку природно обумовленого карстового процесу по тектонічному контакті солевмісних відкладів

Умовні позначення щодо 1–4, 6–8 – див. рис. 3; 5 – відносно водопроникні відклади у товщі ГГШ, 9 – поверхня водоносного горизонту у відкладах ГГШ, 10 – тектонічний насув, 11 – відклади поляницької світи (вторинно засолонені)

Таблиця 1. Результати визначення фізико-механічних властивостей ґрунтів ГГШ (долина р. Вишниця, дата відбору – 2.12.2009 р.)

Об'ємна вага ґрунту, г/см^3	Питома вага ґрунту, г/см^3	Гранулометричний склад, мм					Коефіцієнт фільтрації, м/добу		Розмокання, %			
		0,1	0,1–0,01	0,01–0,05	0,05–0,001	0,001	Пухкий стан	Щільний стан	5 хв	10 хв	30 хв	1 год
2	2,5	21,1	16,7	27,1	7,4	28	0,01	0,01	0,5	0,5	1	2
		22,9	15,1	26,4	8	27,4			20 % – за 24 год			
1,9	2,3	29,2	7,9	52,6	4	6,2	0,04	0,01	0	0	0,5	0,5
		30,6	7	52,2	3,7	6,4			40 % – за 24 год			
1,9	2,3	35,3	8,6	39	2,6	14,3	0,02	0,02	0	0	5	5
		36,3	6,5	41,6	2,1	13,3			40 % – за 24 год			
2	2,3	41,5	11,3	32,2	7,2	7,5	0,02	0,003	0	1	5	10
		39,7	13,3	32,8	6,3	8,5			50 % – за 24 год			
2	2,5	4,3	12,6	26	12,7	44,2	0,04	0,007	0	0	0	5
		5,8	10,3	27	11,8	44,9			50 % – за 24 год			
2	2,6	12,6	22,5	55,2	3,8	5,7	0,01	0,007	0	0	0	5
		12	20,1	56,4	3,8	7,1			60 % – за 24 год			

Попри низькі фільтраційні показники перекривних відкладів, агресивні до солей води все ж таки поступають у достатній кількості до поверхні "соляного дзеркала", формуючи порівняно активний розвиток карсту саме під водонепроникними високодисперсними породами ГГШ. У середньому для глин фільтраційні показники перебувають у межах 10^{-4}–10^{-6}м/добу [1, 3, 10].

У нашому випадку цей показник коливався в межах 10^{-3}–10^{-4}м/добу. За даними хімічного аналізу водних витяжок, узятих із цих же проб, які відібрано вхрест залягання геологічних відкладів ГГШ (табл. 2), породи характеризуються доволі невитриманим складом. Для прикладу, гіпсовий матеріал у стінці відслонення візуально спостерігався у вигляді окремих нерівномірно поширених уламків і жовнодібних скупчень.

Описані моделі розвитку сольового карсту пояснюють формування різко пересіченого рельєфу й чималі потужності ГГШ в умовах стрімкозалеглої геологічної будови Бориславсько-Покутської СФЗ Передкарпаття, на відміну від сольових покладів Самбірської СФЗ, де залягання корінних солевмісних відкладів більш положисте, як і будова поверхні "соляного дзеркала", а потужності ГГШ набагато менші, а часом відсутні навіть під водопроникними й обводненими алювіальними відкладами [4].

Саме структурно-геологічні особливості будови району розвитку сольового карсту, а не його літохімічний склад є визначальним чинником формування особливостей проходження в плані та розрізі карстових процесів.

Висновки

Особливості будови та водопроникності відкладів солевмісних порід Передкарпаття формують закономірності гідрогеологічного режиму підземних вод у товщі ГГШ та розсольного горизонту в межах "соляного дзеркала".

Особливості гідрогеологічного режиму підземних вод були одним з основних

Таблиця 2. Результати хімічного аналізу водної витяжки ґрунтів ГГШ (долина р. Вишниця, дата відбору – 2.12.2009 р.)

pH	Ca^{++}, мг/кг	Mg^{++}, мг/кг	Na^{+}, мг/кг	K^{+}, мг/кг	HCO_3^{-}, мг/кг	Cl^{-}, мг/кг	SO_4^{2-}, мг/кг	NH_4^{+}, мг/кг	Fe заг., мг/кг	NO_3^{-}, мг/кг	NO_2^{-}, мг/кг	CO_3, мг/кг
7,9	391	109	49	79	366	30	1259	3	0	0	0	0
7,9	2796	158	71	179	305	20	7736	2	0	0	5	0
7,9	2725	164	55	121	244	59	7720	3	0	0	6	0

чинників формування сучасної будови ГГШ і поверхні "соляного дзеркала".

Техногенне втручання, яке порушує природний режим підземних вод у товщі ГГШ, за сприятливих умов формує різку активізацію карстових процесів у межах поверхні "соляного дзеркала".

Допускається існування порівняно ізольованих гідравлічних систем в єдиному водоносному горизонті у відкладах ГГШ. Їхній режим функціонування є суттєвим чинником розвитку карстових процесів та відображенням гідрогеологічних і геологічних умов ділянки розміщення.

ЛІТЕРАТУРА

1. ***Гольдберг В. М., Скворцов Н. П.*** **Проницаемость и фильтрация в глинах. – М.: Недра, 1986. – 161 с.**

2. ***Захаров В. Ф.*** **Гидрогеологические задачи при открытых разработках калийных солей на Домбровском месторождении//Труды ВНИИ Галургии, 1964. – Вып. XLVI. – С. 64–73.**

3. ***Ломтадзе В. Д.*** **Инженерная геология. – Москва: Недра, 1984. – 509 с.**

4. ***Павлюк В. І.*** **Вплив геологічних факторів на екзогенні процеси міоценових соленосних відкладів Українського Передкарпаття// Геологія і геохімія горючих копалин. – 2010. – № 2 (151). – Львів. – С. 89–104.**

5. ***Павлюк В. І.*** **Вплив природно-техногенних факторів на формування еколого-геологічних умов в Передкарпатті (на прикладі родовища калійних солей "Стебник"//Строительство и техногенная безопасность. – 2010. – № 33–34. – С. 256–265.**

6. ***Павлюк В. І.*** **Техногенні фактори активізації екзогенних процесів в межах поширення соляних відкладів Передкарпаття//Строительство и техногенная безопасность. – 2011. – № 38. – С. 88–95.**

7. ***Ступницкий В. М., Жексимбаев Ю. М., Федченко А. И.*** **и др. Отчет по переоценке запасов калийних солей Стебницкого месторождения Львовской области//Фонди ЛГРЕ. – 1995. – 377 с.**

8. ***Blajda R., Gorecki J.*** **Influence of lithological and structural factors on the development of salt karst in the "Wieliczka" salt mine deposit (in Polish). Geologia: Kwartalnik Akademii Go´rniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. – 2001. – № 27. – С. 329–340.**

9. ***Bruthans J., Jakub Filippi M., Zeman O.*** **Thickness of caprock and other important factors affecting the morphogenesis of salt karst//Acta carsologica. – 2000. – № 29/2. – С. 51–64.**

10. ***Cedergren H. R.*** **Seepage, Drainage, and Flow Nets//Wiley-Interscience. – 1977. – 465 p.**

11. ***Frumkin A.*** **Hydrology and denudation rates of halite karst//Journal of Hydrology. – 1994. – 162. – P. 171–189.**

12. ***Frumkin A.*** **Treatise on Geomorphology. Salt Karst. Academic Press. – 2013. – Vol. 6. – P. 407–424.**

13. ***Krzysztof B., Grzegorz C.*** **Salt geology and mining traditions: Kalush and Stebnyk mines (Fore-Carpathian region, Ukraine)//Geoturystyka. – 2009. – № 3 (18). – P. 27–34.**

14. ***Mozer S. P., Kowaljow O. W., Thorikow I. J.*** **Monitoring of the waterproof stratum in the potash mines//Górnictwo i geologia. – 2010. – Vol. 5. – P. 89–102.**

15. ***Whyatt J., Varley F.*** **Catastrophic Failures of Underground Evaporite Mines//Proceedings of 27th International Conference on Ground Control in Mining. NIOSH, Spokane Research Laboratory. – 2008. – USA. – 10 p.**

16. ***Wolkersdorfer Ch.*** **Water management at abandoned flooded underground mines//Springe. – 2008. – 435 p.**

REFERENCES

1. ***Goldberg V. M., Skvorcov N. P.*** **Permeability and filtering in clays. – Moskva: Nedra, 1986. – 161 p. (In Russian).**

2. ***Zaharov V. F.*** **Hydrogeological problems on the open-cast mining of Dombrowski potash deposit//Proceedings of the All-Union Institute of Scientific Research Institute Galurgiya. – 1964. – Iss. XLVI. – P. 64–73 (In Russian).**

3. ***Lomtadze V. D.*** **Engineering geology. – Moskva: Nedra, 1984. – 509 p. (In Russian).**

4. ***Pavliuk V. I.*** **Influence of geological factors upon the exogenous processes of the Miocene salt-bearing sedimentation of Ukrainian Precarpathia//Geology and geochemistry of combustible minerals. – 2010. – № 2 (151). – Lviv. – P. 89–104. (In Ukrainian).**

5. ***Pavliuk V. I.*** **The impact of natural and anthropogenic factors on the formation of ecological and geological conditions in the Precarpathians (for example, deposits of potassium salts "Stebnyk"//Construction and technological safety. – 2010. – № 33–34. – P. 256–265. (In Ukrainian).**

6. ***Pavliuk V. I.*** **Man-made factors of activation of exogenous processes within the distribution of Precarpathians salt deposits//Construction and technological safety. – 2011. – № 38. – P. 88–95. (In Ukrainian).**

7. ***Stupnickij V. M., Zheksimbaev Ju. M., Fedchenko A. I.*** **and other. Report on the revaluation reserves of Stebnik potash deposits, Lviv region//Archive Lviv GRE. – 1995. – 377 p. (In Russian).**

8. ***Blajda R., Gorecki J.*** **Influence of lithological and structural factors on the development of salt karst in the "Wieliczka" salt mine d eposit (in Polish). Geologia: Kwartalnik Akademii Go´rniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. – 2001. – № 27. – P. 329–340.**

9. ***Bruthans J., Jakub Filippi M., Zeman O.*** **Thickness of cap rock and other important factors affecting the morphogenesis of salt karst//Acta carsologica. – 2000. – № 29/2. – P. 51–64.**

10. ***Cedergren H. R.*** **Seepage, Drainage, and Flow Nets//Wiley-Interscience. – 1977. – 465 p.**

11. ***Frumkin A.*** **Hydrology and denudation rates of halite karst//Journal of Hydrology. –1994. – 162.– P. 171–189.**

12. ***Frumkin A.*** **Treatise on Geomorphology. Salt Karst. Academic Press. – 2013. – Vol. 6. – P. 407–424.**

13. ***Krzysztof B., Grzegorz C.*** **Salt geology and mining traditions: Kalush and Stebnyk mines (Fore-Carpathian region, Ukraine)//Geoturystyka. – 2009. – № 3 (18). – P. 27–34.**

14. ***Mozer S. P., Kowaljow O. W., Thorikow I. J.*** **Monitoring of the waterproof stratum in the potash mines//Górnictwo i geologia. – 2010. – Vol. 5. – P. 89–102.**

15. ***Whyatt J., Varley F.*** **Catastrophic Failures of Underground Evaporite Mines//Proceedings of 27th International Conference on Ground Control in Mining. NIOSH, Spokane Research Laboratory. – 2008. – USA. – 10 p.**

16. ***Wolkersdorfer Ch.*** **Water management at abandoned flooded underground mines//Springe. – 2008. – 435 p.**

Рукопис отримано 2.09.2016.

В. И. Павлюк, *Государственное предприятие Научно-исследовательский институт "Галургия", г. Калуш, Украина,* notebooc@gmail.com

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ ПРИРОДНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ СОЛЕЙ (КАРСТА) В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАРПАТЬЯ

Рассмотрены факторы, влияющие на неоднородность развития процессов естественного карста, которые развиваются на поверхности соленосных отложений Предкарпатского прогиба. Освещены структурные неоднородности среды, влияющие на пространственную анизотропию скорости растворения солей и образование депрессий "соляного зеркала" значительно ниже локальных базисов дренажа грунтовых вод. Рассмотрены и представлены в графических вариантах возможные гидрогеологические пространственные модели развития природного выщелачивания солей.

Ключевые слова: *гипсоглинистая шляпа, "соляное зеркало", гидрогеологическая модель, гидравлическая система.*

V. I. Pavliuk, *Scientific Research Institute "Galurgia", Kalush, Ukraine,* notebooc@gmail.com

SPATIAL DEVELOPMENT OF THE NATURAL PROCESSES OF LEACHING SALTS (KARST) UNDER PRECARPATHIANS CONDITION

A review of the factors that have an effect on the evolution of the natural inhomogeneities of the karst processes that developed on the surface of the evaporite deposits of the Carpathian foredeep was done in this article. The structural heterogeneity of the environment that influenced the spatial anisotropy of the speed of salt dissolution which formed the "salt mirror" depressions that are much lower than the local groundwater drainage bases was highlighted. The possible hydrogeological models of natural salts leaching was considered and presented in graphical ways. This allowed us to show the existence of relatively isolated hydraulic systems within a shared aquifer horizon of "gypsum-clay cap" (GCC). Such systems are conditioned by the heterogenetic properties of water penetration in the plane and sections of "gypsum-clay cap" deposits, which formed special relative water penetration "channels" in this rock mass. This produced the same kind of separate relative isolated hydraulic systems. Their modes of operation are an essential factor in the development of karst processes and are a reflection of the hydrogeological and geological conditions of the site location.

As a result of these investigations are made next conclusions:

Features of the building of and the water permeability of the sediments of the salt-bearing Precarpathian rocks form hydrogeological regimes of underground waters in the thickness of the GCC and of the brine-bearing horizon within the surface of the "salt mirror".

Features of the hydrogeological groundwater regimes are one of the major factors in the formation of the modern structures of the GCC and the surface of the "salt mirror".

Man-made interference that violates the natural groundwater regime in the thickness of the GCC in favorable conditions forms a sharp intensification of the karst processes within the surface of the "salt mirror".

It is expected that there is the existence of relatively isolated hydraulic systems in a common aquifer in the GCC sediments. Their mode of operation is an essential factor in the development of the karst processes and is a reflection of the hydrogeological and geological conditions of the site location.

Keywords: *salt karst, "gypsum-clay cap", "salt mirror", hydrogeological model, hydraulic system.*