

УДК 55/477.85,86

**Василь ПАВЛЮК**

**ВПЛИВ ГЕОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЕКЗОГЕННІ ПРОЦЕСИ  
МІОЦЕНОВИХ СОЛЕНОСНИХ ВІДКЛАДІВ  
УКРАЇНСЬКОГО ПЕРЕДКАРПАТТЯ**

ДП “Західукргеологія”, Львівська геологорозвідувальна експедиція,  
Геолого-екологічний центр,  
e-mail: notebooc@gmail.com

Розглянуто основні чинники техногенно обумовленого галогенного карсту в межах розташування калійних рудників Передкарпаття. Показано вплив структурних елементів геологічної будови на розвиток та перебіг карстових процесів. Виявлено окремі закономірності будови поверхні “соляного дзеркала”, пов’язані з ними випадки активізації карстових явищ та чітку залежність просторового розвитку карстових процесів від структурної будови солевмісних моласових відкладів Передкарпаття.

*Ключові слова:* карст, калійні копальні, гіпсо-глиниста шапка, “соляне дзеркало”, Передкарпаття, структура, воротищенська світа, балицька світа.

**Вступ.** У статті представлено загальний огляд факторів, що впливають на розвиток карстових явищ, з виділенням окремих, яким останнім часом приділялося менше уваги або до яких не застосовували достатньо глибокий аналіз їхніх особливостей. Актуальність вивчення таких чинників полягає в тому, що сьогодні у світі при розробці соляних покладів на перше місце виходять не питання генези родовища, його розробки чи переробки сировини, а провадження безпечної експлуатації рудників. Площі в межах впливу копалень віднесені до зон підвищеного інженерно-геологічного ризику з потенційно високою вірогідністю розвитку інтенсивного карсту на різних стадіях функціонування природно-техногенних систем – експлуатації, ліквідації і постліквідації. Унаслідок нераціональної експлуатації соляних покладів та постексплуатаційних процесів регенерації природного середовища активізація карсту призвела до різкого зростання загрози життєдіяльності на окремих ділянках. Прикладом можуть слугувати останні масштабні аварії в Республіці Конго – 1977 р., м. Солікамськ – 1995 р. і м. Березники – 2007 р. (Росія), затоплення шахт у м. Роненберг (Німеччина) – 1976 р. і т. п. Усього у світі налічується понад 80 подібних випадків. В Україні це затоплення кар’єру та шахт у м. Калуш, 2-го рудника в м. Стебник (Передкарпаття), катастрофічні провали в с-щі Солотвино (Закарпаття), що призвело до втрати основних сировинних запасів та загострення екологічної ситуації. Соленосний

© Василь Павлюк, 2010

ISSN 0869-0774. Геологія і геохімія горючих копалин. 2010. № 2 (151)

басейн Передкарпаття багатий на поклади солей, у т. ч. на полімінеральні руди, які ще не вичерпані та є унікальними за своїм складом. Сучасній конкурентно-спроможній державі потрібний потужний енергетично-промисловий комплекс, де сировинна база відіграє одну з ключових ролей, а правильна експлуатація родовищ неможлива без урахування всіх факторів, які контролюють розвиток негативних екзогенних процесів.

Наша мета – проаналізувати умови та фактори активізації екзогенних явищ у межах впливу калійних копалень Передкарпаття, динаміка, напрямки, масштаби проявів та специфіка виникнення яких свідчать, що одну з основних ролей у розвитку та просторовому поширенні виділених тут процесів відіграють особливості геологічної будови території. Тому як інструмент наукового прогнозування стану навколишнього середовища в межах впливу калійних копалень можна прийняти результат процесів динамічного розвитку геологічного середовища та аналітичне осмислення сучасного стану його структурних елементів.

**Геолого-екологічна ситуація регіону.** Історична назва нашої місцевості та її сама історія краю тісно пов'язані з корисною копалиною регіону – солями. У Передкарпатті соляний промисел існував з прадавніх часів у Косові, Делятині, Калуші, Стебнику, Дрогобичі, Моршині, Солці, Колпці, Долині, Болехові, Старуні і т. д., звідки і пішла назва території Галиція (від гр. *halos* – сіль). Рациональне використання природних ресурсів і технологічні схеми солевидобутку, у яких бралися до уваги гідрогеологічні та геологічні особливості ділянок, донедавна давали можливість уникнути великих техногенних катастроф. Але в другій половині ХХ ст., унаслідок відкриття сучасних калійновидобувних виробництв у Калуші та Стебнику, де не були в повному обсязі впроваджені раціональні схеми видобутку і переробки сировини, а також вимушеної ліквідації підприємств, ситуація кардинально змінилася. Сьогодні соляний карст інтенсивно розвивається там, де раніше в природних умовах не проявлявся, але для нього існували геологічні та гідрогеологічні передумови. У зв'язку з цим у межах регіону розрізняють природно-історичний та техногенно-активізований соляний карст. Техногенні чинники розвитку карсту в межах соленосних провінцій Передкарпаття створюють такі умови: порушують природну гідрогеологічну рівновагу (змінюють динаміку, водообмін та п'єзометричні рівні водоносних горизонтів); посилюють агресивність підземних вод, особливо це стосується надсолевих розсолів; змінюють фізичні властивості покривних порід і порід, що карстуються.

Відклади, у межах поширення яких знаходяться соляні поклади Передкарпаття, включають *поляницьку* ( $N_1pl$ ), *воротищенську* ( $N_1vr$ ), *стебницьку* ( $N_1st$ ) та *балицьку* ( $N_1bl$ ) світи, які виповнюють внутрішню (алохтонну) частину передгірського неогенового прогину, у межах Бориславсько-Покутської та Самбірської структурно-фаціальних зон (СФЗ) (рис. 1, 2). Ці зони формують відповідно два тектонічні покрити, складені, головним чином, моласовими відкладами і насунені на моласові утворення зовнішньої автохтонної частини прогину – Більче-Волицької СФЗ. У Бориславсько-Покутській зоні моласові відклади перекривають або частково заміщують флішові утворення, представлені переважно відкладами олігоцену–нижнього міоцену менілітової світи ( $P_3-N_1ml$ ) (Геологічна..., 2001).

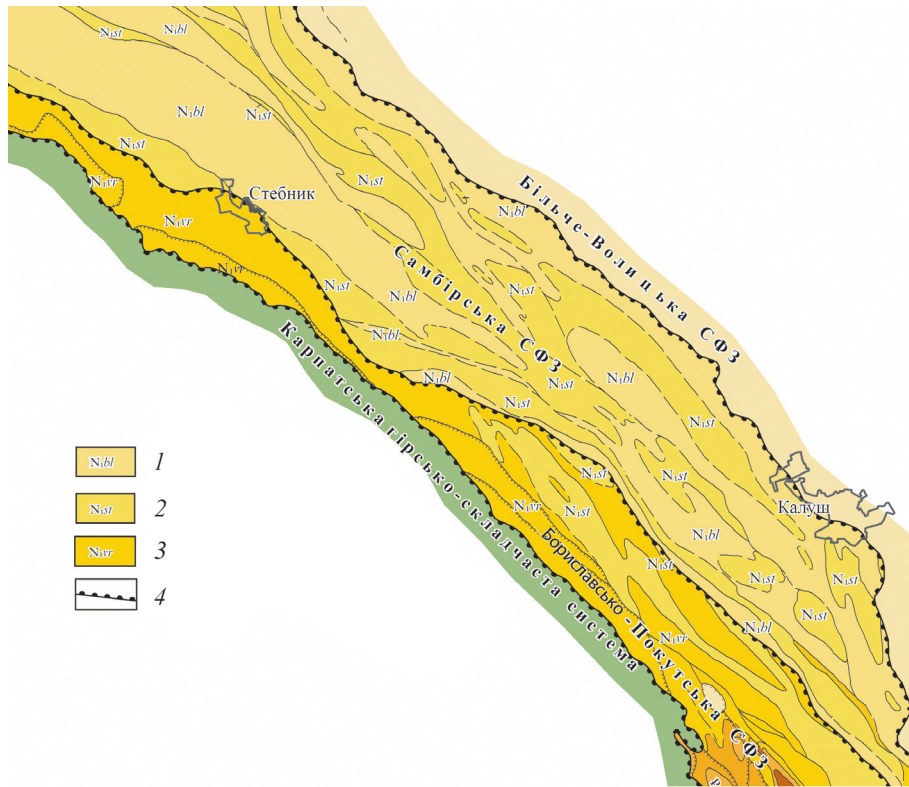


Рис. 1. Геологічна картосхема поширення моласових відкладів Українського Передкарпаття в районі Стебник–Калуш (Геологічна..., 2001):  
Відклади: 1 – балицької світи, 2 – стебницької світи, 3 – воротищенської світи; 4 – границі СФЗ.

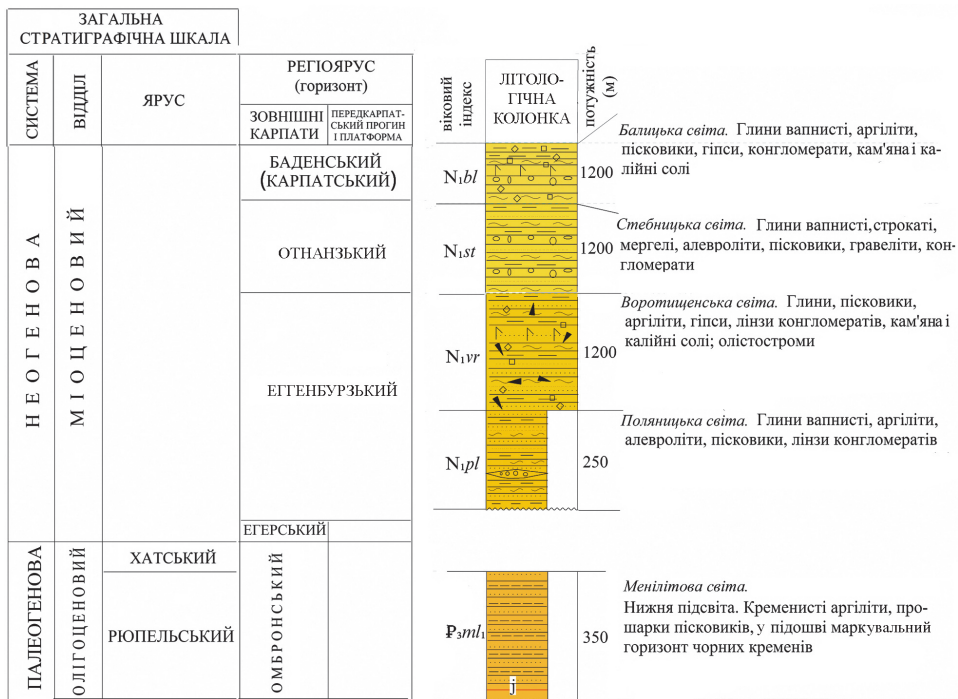


Рис. 2. Фрагмент стратиграфічного розрізу відкладів у Бориславсько-Покутській та Самбірській СФЗ (Геологічна..., 2001)

*Полянницька світа* поширена тільки в межах Бориславсько-Покутської зони, де здебільшого згідно залягає на відкладах *менілітової*. Від зовнішнього північно-східного краю до більш внутрішньої її частини спостерігається поступове літофаціальне заміщення *поляницької* світи *менілітовою* літостратиграфічною одиницею. Перекриваються відклади *поляницької* світи фаціально-різноманітними утвореннями *воротищенської*.

*Воротищенська світа* поширена в Бориславсько-Покутській СФЗ та внутрішніх лусках Самбірської. У першій з них вона, у цілому, солемісна та нормально залягає на *поляницькій*, фаціально її заміщуючи. Майже на всій площі поширення *воротищенської* світи, переважно в нижній частині її розрізу, соленосні утворення простежуються у вигляді смуг з лінзами калійних солей потужністю 5–60 м, які розроблялися на Стебницькому родовищі та виявлені в багатьох інших місцях.

*Стебницька світа* в Бориславсько-Покутській зоні поширена в її північно-східній частині. Вона поступово змінює *воротищенську* та фаціально заміщує її верхню частину. Границя між цими світами доволі умовна, і критерієм для того, щоб вважати її *стебницькою*, є переважання в її складі строкатоколірних утворень.

*Балицька світа* поширена тільки в межах Самбірської зони, де завершує її стратиграфічний розріз, поступово змінюючи *стебницьку* світу, що її підстилає. Перекриваються відклади *балицької* світи континентальними пліоцен-четвертинними утвореннями. В окремих лусках Самбірської зони середня частина *балицької* світи представлена товщею темних масивних та тонкошаруватих глин, подекуди засолонених, серед яких виявлені поклади калійних солей (родовища Білина Велика, Нежухівське, Моршинське, Тура Велика, Тростянецьке, Калуш-Голинське).

**Основні фактори впливу геологічного середовища на розвиток екзогенних процесів у регіоні.** Основні висновки роботи отримані в результаті аналізу й інтерпретації зібраних автором матеріалів при проведенні польових спостережень під час виконання урядової програми “Моніторинг поширення та розвитку інженерно-геологічних процесів та явищ ЕГП (екзогенних геологічних процесів) в межах території Львівської області з метою геологічного забезпечення УІАС НС (урядової інформаційно-аналітичної системи надзвичайних ситуацій) та протизсувних заходів (2006–2011 рр.)”. Також враховані матеріали минулих досліджень та наукові праці, присвячені проблематиці розвитку карсту в соленосних відкладах Передкарпаття та деяких інших регіонів світу.

Оцінюючи раніше проведені роботи, пов’язані з різноплановими геологічними дослідженнями наслідків карстових процесів, можна дійти висновку, що при їхньому виконанні не бралися до уваги в повному обсязі закономірності структурно-тектонічної будови досліджуваного регіону та пов’язані з ними загальні закономірності розвитку карстових проявів. Це призводило до неправильних, а часом протилежних висновків та неефективних рекомендацій. Особливо це стосується районів з техногенно порушеними природними геологічними та гідрогеологічними умовами залягання соленосних відкладів. Висновки, отримані внаслідок дослідження та аналізу особливостей активізації карстових процесів (які системно простежуються по всій терито-

рії Передкарпаття), засвідчують лінійне поширення розвитку карсту, що відповідає простяганню структур Карпатського регіону. Така залежність підтверджує визначальний вплив геологічного середовища на розвиток екзогенних явищ у регіоні в природному та техногенно порушеному стані.

У рамках цієї визначальної залежності далі подано загальний огляд факторів, що впливають на характер і масштаби розвитку активізації карстових процесів в умовах техногенно порушеного природного середовища, короткий аналіз яких викладений у такій послідовності:

1. Особливості геологічної будови відкладів регіону та окремих ділянок активізації карстових процесів.

2. Гідрогеологічна ситуація і літохімічний склад порід, що карстуються.

3. Морфологічна будова денної поверхні, поверхні гіпсо-глинистої шапки (кепрока) та “соляного дзеркала”.

4. Присутність та концентрація надсольових розсолів.

*Особливості геологічної будови відкладів регіону та окремих ділянок активізації карстових процесів.* Специфічні особливості, невластиві іншим провінціям поширення покладів солей, такі:

– складна структурна будова моласового комплексу порід з інтенсивною складчастістю багатьох порядків і численними диз’юнктивними порушеннями вздовж та впоперек простягання основних структур;

– круте (аж до вертикального) залягання пластів солей у Бориславсько-Покутській та дещо пологіше в Самбірській СФЗ;

– порівняно невелика кількість проявів розвантаження розсолів, незначні дебіти джерел і штучних каптажних об’єктів;

– суттєві коливання глибин залягання “соляного дзеркала” (від декількох до 100 і більше метрів);

– корінним породам і породам гіпсо-глинистої шапки (ГГШ) властива значна кількість теригенного матеріалу;

– багатокомпонентний склад підземних вод з характерною значною концентрацією хлоридів і сульфатів калію та магнію.

Виділені особливості обумовлені своєрідністю та складністю геологічної будови і літології солевмісних відкладів Передкарпаття.

Геодинамічний режим Карпатського регіону, що панував на постседиментаційному етапі розвитку галогенних формацій, сформував тут інтенсивну багатоярусну складчастість, де відклади розбиті на луски, які утворюють окремі насуви. Такий комплекс чинників продукує складну анізотропію в просторовому розвитку екзогенних процесів. Надсольова товща (складена слабководопроникними породами гіпсо-глинистої шапки), що відокремлює водоносні горизонти четвертинних відкладів, також є фаціально і структурно неоднорідною та за складом і внутрішньою будовою залежить від будови материнських порід.

*Гідрогеологічна ситуація і літохімічний склад порід, що карстуються.* Що стосується гідрогеологічних та гідрологічних чинників, які впливають на перебіг карстових процесів у зоні впливу техногенно порушеного середовища в умовах Передкарпаття, то вони формуються на чотирьох основних рівнях:

1. Денна земна поверхня. Формує основні басейни та напрямки потоків руслових та площинних поверхневих вод.

2. Поверхня та склад гіпсо-глинистої шапки. Завдяки неоднорідній будові перерозподіляє потоки та проникнення інфільтрованих поверхневих вод до “соляного дзеркала”.

3. Поверхня “соляного дзеркала”. Формує напрямки та динаміку розсолопотоків.

4. Комплекс техногенно порушених нижньонеогенових солевмісних моласових відкладів. Завдяки особливостям своєї будови та літохімічного складу є об’єктом та водночас інструментом карстових процесів. Для цих відкладів, у непорушеному природному стані, характерною (в умовах Передкарпаття) є відсутність будь-яких водоносних горизонтів. У техногенно порушених умовах гірничі виробки в товщі соленосних молас стають базисом дренажу підземних та поверхневих вод.

Складність розвитку карсту в умовах Передкарпаття можна проаналізувати за продуктивністю природних мінералізованих джерел районів Калуша, Стебника, Трускавця, де дебіти виражаються частками м<sup>3</sup>/добу, а продуктивність розсолдобувних шахт і свердловин рідко перевищує 50–60 м<sup>3</sup>/добу, та зіставити ці величини з продуктивністю свердловин у Слов’янську (Дніпровсько-Донецька западина; 70–120 м<sup>3</sup>/добу) і Березниках (Росія; 200–500 м<sup>3</sup>/добу), де залягання соленосних відкладів близьке до горизонтального. Таке співвідношення свідчить про суттєву різницю в продуктивності розсолівмісних горизонтів цих районів. Слід зауважити, що на площі розсолопромислів у Березниках і Слов’янську можуть одночасно функціонувати до 10–15 свердловин, із загальним видобутком природних розсолів 2400–3600 м<sup>3</sup>/добу, натомість на ділянках розсолопромислів у Прикарпатті сусідні свердловини починають сильно взаємодіяти, що, до прикладу, мало місце на території Болехівського сільзаводу (Захаров и др., 1959). Поясненням можуть слугувати відмінності структурної будови моласових відкладів Передкарпаття та їхнього літохімічного складу порівняно з іншими соленосними провінціями. Дрібношарувата текстура, круте, до вертикального, залягання пластів, інтенсивна складчастість програмує анізотропію в розвитку підземного розчинення солей. Процеси карстування більш активно проходять уздовж геологічних структур, легкорозчинними пластами, часом міжпластовими границями до певного гіпсометричного рівня, який контролюється базисом місцевого дренажу підземних вод. У свою чергу, міжпластові границі слугують локальними бар’єрами розвитку процесів розчинення солей уперек їхнього залягання. Вертикальне залягання відкладів при вибіркового попластовому розчиненні солей закладає більшу гравітаційну стійкість пластових структур, ніж горизонтальне. При їхньому поширеному вилуговуванні гравітаційна руйнація пластів, підроблених утвореними карстовими пустотами, проходить повільніше, що зменшує швидкість карстування навхрест простягання та відповідно і його об’єми порівняно до умов з горизонтальним заляганням відкладів. Вірогідний розвиток процесу підземного вилуговування показано на рис. 3.

За суттєвого пониження базису дренажу підземних вод, завдяки крутопадаючому заляганням структур Бориславсько-Покутської СФЗ Передкар-

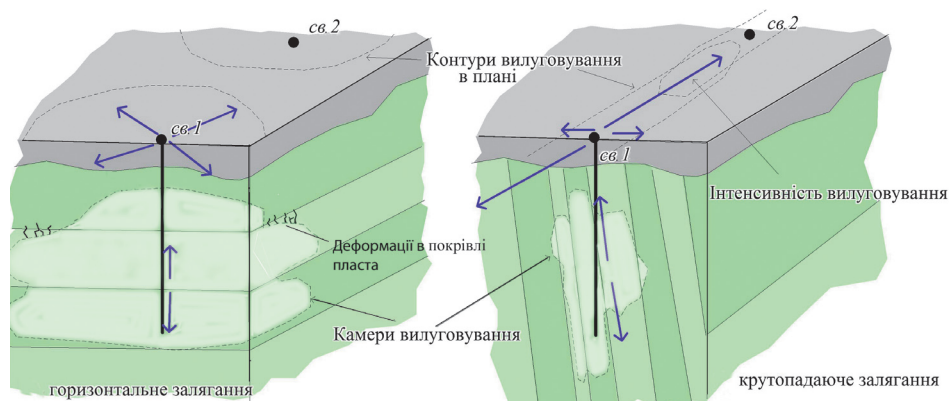


Рис. 3. Схема розвитку процесів вилуговування солей в умовах горизонтального та вертикального залягання пластів

паття, швидкість вилуговування солей уздовж напластування (у розрізі та в плані) проходитиме значно інтенсивніше, ніж на територіях із горизонтальним заляганням пластів. Одним із додаткових чинників пришвидшення карстового процесу стане гравітаційний фактор проникнення недонасичених розсолів згори донизу, уздовж міжпластових поверхонь, що, у свою чергу, активізує розвиток карстування в плані вздовж структур. До прикладу, 23 жовтня 1978 р. геологічною службою рудника № 2 Стебницького родовища калійних солей було зареєстроване просочування розсолів у кількості 2–3 м<sup>3</sup>/добу, приурочене до контакту малопотужного глинистого прошарку з калійною рудою. За місяць водопрітік досягнув максимального значення і становив 2000 м<sup>3</sup>/добу. У травні 1979 р. була пройдена розвідувальна виробка для підсічки місця течі. Загальна довжина виробки становила 10,5 м. У межах видимості ширина карстової щілини досягала 0,7–1,0 до 2,5 м за довжини 4–6 м. Простягання щілини було рівнобіжне з простяганням порід, падіння – близьке до вертикального (Анализ..., 1987).

Просторове формування підземних карстових порожнин спричиняє на земній поверхні утворення системи лінійних просадок та провалів (рис. 4, 5), у т. ч. й катастрофічних, орієнтованих уздовж геологічних границь, а в умовах функціонування солепромислів методом підземного вилуговування створює передумови для гідрогеологічного зв'язку між камерами вилуговування, розташованими одна відносно другої по напластуванню.

*Морфологічна будова денної поверхні, поверхні гіпсо-глинистої шапки (кепрока) та "соляного дзеркала".* Ще одним фактором впливу геологічної будови корінних порід на розвиток екзогенних явищ у межах поширення соленосних порід є особливості поверхні "соляного дзеркала" та потужності відкладів ГГШ. Прикладом може слугувати різниця характеристик виділених особливостей між відкладами *воротищенської* (Бориславсько-Покутська СФЗ) та *балицької* (Самбірська СФЗ) світу.

По-перше, для рельєфу поверхні "соляного дзеркала" над відкладами *воротищенської* світу, окрім пологих округлих западин і горбів, характерною є також наявність витягнутих уздовж простягання западин, що чергуються із гребенеподібними підвищеннями (вибіркове вилуговування) (рис. 6). Ці за-



Рис. 4. Зона лінійної просадки та карстових провалів. Західна околиця м. Стебник.



Рис. 5. Один з трьох еліпсоподібних провалів по вул. Помірецькій у Трускавці. Усі провали розміщені на одній прямій на віддалі до 100 м та витягнуті вздовж геологічних границь.

розвитку *воротищенських* солей, де товща перекриваючих четвертинних відкладів слабо обводнена (район Стебницьких копалень), і малі потужності над *балицькими* солями, де перекриваючий алювій сильно обводнений. Причинами такої різниці в потужностях ГГШ і рельєфах поверхні “соляних дзеркал”, імовірно, є різні елементи залягання пластів цих світ і відмінності їхнього речовинного складу. Більш крутопадаючі пласти *воротищенських* солей продукують дещо інтенсивніше вертикальне соляне вилуговування, ніж *балицькі* відклади, де складчастість менш інтенсивна, залягання пологіше, а відсотковий вміст глинистого матеріалу у складі теригенних відкладів вищий (що також зменшує інтенсивність вилуговування солей та відповідно потужності ГГШ). Тому над *воротищенськими* солями формується більш розчленований рельєф (унаслідок різкої зміни фізичних властивостей відкладів ухрест простягання пластів) та потужніші відклади ГГШ.

Хоча гіпсо-глиниста шапка (літологічний склад якої, зазвичай, характеризується значним вмістом глинистої складової) є переважно типовим водопором, водночас вона є і провідником води, сферою водообміну між поверхневими водами та розсолами “соляного дзеркала” (породи “шапки” місцями

падини інколи відбиваються і в рельєфі денної поверхні. У них розташовані розсолдобувні шахти с-щ Солець, Колпець і ін., а також сформовані окремі річкові долини в Закарпатті (Кореневський, 1955). Такий рельєф, утворений у процесі вилуговування солей, у свою чергу, сприяє динаміці гідрогеологічних потоків. У межах поширення молас *балицької* світи рельєф поверхні “соляного дзеркала” спокійніший, спостерігаються пологіші округлі горби і западини.

По-друге, над відкладами *балицької* та *воротищенської* світ спостерігається різниця в потужностях ГГШ, яка над *воротищенськими* солями значно більша (45–100 м), ніж над *балицькими* (5–45 м) (Захаров и др., 1959). Процеси ж вилуговування солей почалися приблизно в один і той самий час – наприкінці пліоцену (початок континентального режиму та утворення пліоценового пеплену в Передкарпатті).

Часто ГГШ має великі потужності навіть на таких ділянках



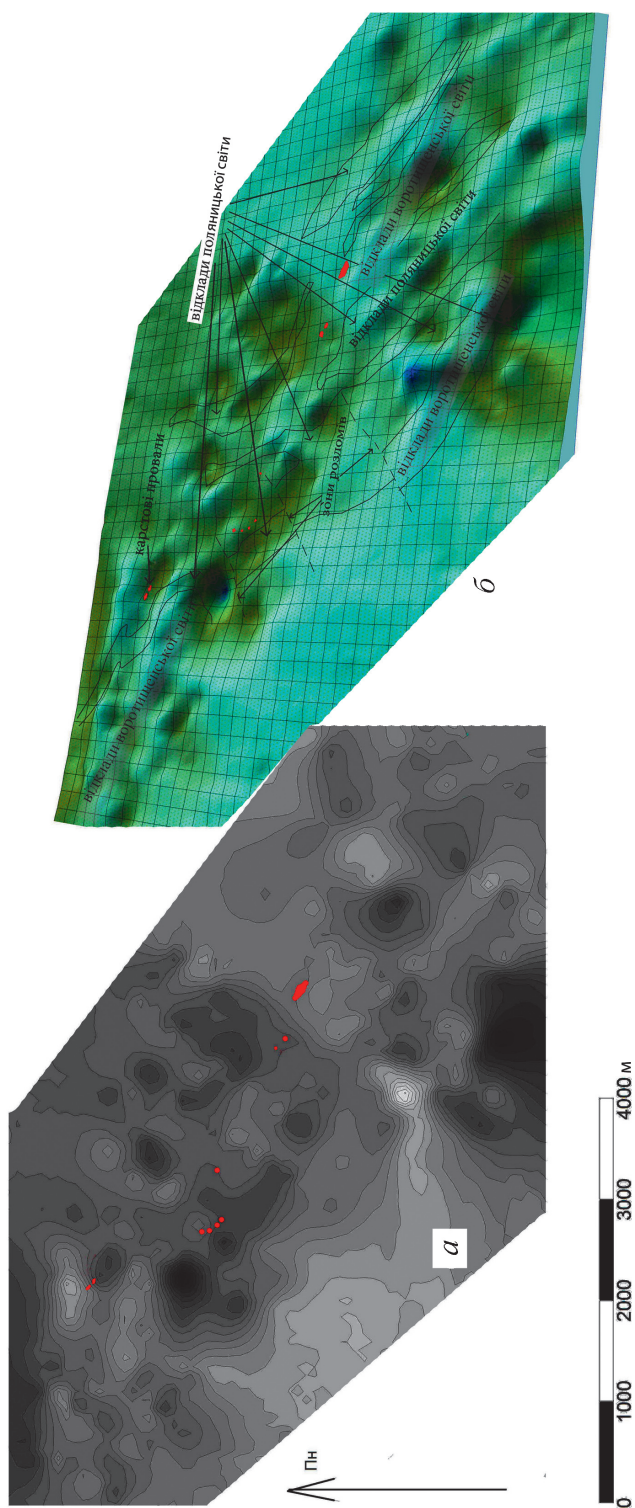


Рис. 6. Цифрова обробка поверхні “соляного дзеркала” у зоні впливу Стебницької групи калійних родовищ з винесеними найбільшими поверхневими карстовими провалами. Спостерігаються чітко виражені морфологічні структури поверхні вздовж геологічних границь. На ділянках поширення відкладів поляницької світи відмічені найменші абсолютні та відносні відмітки поверхні “соляного дзеркала” (за матеріалами (Отчет..., 1995)).

*a* – план ізометричних поверхонь “соляного дзеркала”; *b* – об’ємне відображення “соляного дзеркала”.

володіють деякою водопроникністю), завдяки чому і здійснюється поступове природне підземне вилуговування солей. Одночасно її будова та склад віддзеркалюють геологічні структури підстилаючих корінних порід та є своєрідним хронологічним документом, який свідчить про результати підземного карстування, історію міграції підземних вод. Знаючи специфіку формування ГГШ, можна об'єктивно оцінити кількісну сторону процесів, які сприяють вилуговуванню, залежно від складу та структури осадових відкладів у Передкарпатті, та на більш досконалому рівні прогнозувати наслідки негативного впливу діяльності солевидобувних копалень на екологічну ситуацію, передбачувати, локалізувати чи попереджувати їх.

На підставі досліджень порід ГГШ Калуш-Голинського родовища (Домбровська дільниця) з'ясувалося, що вони здебільшого водонепроникні, але при проходці дослідного Домбровського кар'єру в товщі цих порід були виявлені круглі отвори діаметром приблизно 1 м, заповнені піском з рінню. Ці отвори (понори) пронизують ГГШ від алювію до солей. Усього на ділянці було виявлено 7 понорів. Існує думка, що вони поширені тільки над калійними солями, де солі шенітизовані і відклався мірабіліт (Захаров и др., 1959). Над соленосними глинами в “шапці” понорів немає або їх значно менше. Це доводять такі факти:

1. На Домбровській дільниці в соленосних глинах крупних порожнин не спостерігалось, не було проявів карсту (вирв) над ними і на денній поверхні. Над калійними солями на денній поверхні вирви найяскравіше були виражені на ділянці дослідного кар'єру (Захаров, 1964). Тобто, провальні форми були обумовлені особливостями відкладів ГГШ та підстилаючих порід.

2. У м. Стебник та м. Трускавець (вул. Помірецька) техногенно обумовлені карстові провали відбуваються в межах певних лінійних зон, простягання яких відповідає простяганням нижчезалягаючих геологічних структур та, вірогідно, неоднорідних ділянок у товщі ГГШ. Найбільший розвиток провальних процесів, який досягнув катастрофічних масштабів, відбувається саме над ділянкою калійних відкладів 2-го рудника в м. Стебник. Ділянка провальних процесів північно-західного простягання наприкінці 2009 р. досягла розмірів до 200 × 60 м, глибина в крайній південно-східній частині становить понад 20 м.

*Присутність та концентрація надсольових розсолів.* Рельєф поверхні “соляного дзеркала” зумовлює ще одну закономірність. При положенні заляганні його поверхні більш тривале збереження соляних покладів у верхній гідродинамічній зоні обумовлене тим, що насичені розсоли за малих градієнтів падіння рівня залишаються на поверхні солі в стані спокою, захищаючи її від контакту з агресивною водою, що переміщується вище (за градієнта потоку ґрунтових вод – 0,003, рух відбувається, але дуже повільно, не порушуючи цілісності плівки насичених розсолів) (Захаров и др., 1959). По всій території Передкарпаття, під породами ГГШ, у зоні “соляного дзеркала” повсюдно присутні надсольові розсоли. Вони є високомінералізованими, зазвичай, насиченими NaCl.

На Домбровській ділянці (у 50-х роках минулого століття) біля дослідного кар'єру для вивчення надсольових розсолів було закладено 14 свердловин, пройдених на 5 м нижче від поверхні “соляного дзеркала”. Ці свердловини

розкрили надсольові розсоли з мінералізацією, близькою до повного насичення. З'ясувалося, що між водами алювію і надсольовими розсолами існує гідравлічний зв'язок. Рівні (приведені до прісних вод) того й іншого горизонтів мали однакові висотні відмітки. Надсольові розсоли не рухалися або мали такі малі швидкості течії, які не могли бути заміряні наявними засобами. Непрямою ознакою руху розсолів стали виявлені ділянки засолення алювіальних вод (Захаров, 1964).

**Інтерпретація результатів досліджень.** Проаналізувавши дані з 653 свердловин на стаціонарній ділянці “Стебник”, яка досліджується в рамках вищезазначеної урядової моніторингової програми, було побудовано серію тривимірних зображень “соляного дзеркала” на площі приблизно 30 км<sup>2</sup>, на яких простежується ряд закономірностей (див. рис. 6, рис. 7):

1. Характерними морфологічними елементами першого порядку на всій проаналізованій площі є субмеридіональні долини та “хребти” “соляного дзеркала”, які їх розділяють і простягаються перпендикулярно до структур Карпатського мегапокриву (див. рис. 7). У структурних елементах другого порядку рельєфу “соляного дзеркала”, загалом, простежується геологічна будова ділянки в плані (див. рис. 6, б).

2. Зони розломів північно-східного спрямування, що розбивають структури пластів навхрест їхнього простягання на серію блоків, утворюють на поверхні “соляного дзеркала” відповідні незначні лінійні валоподібні підняття.

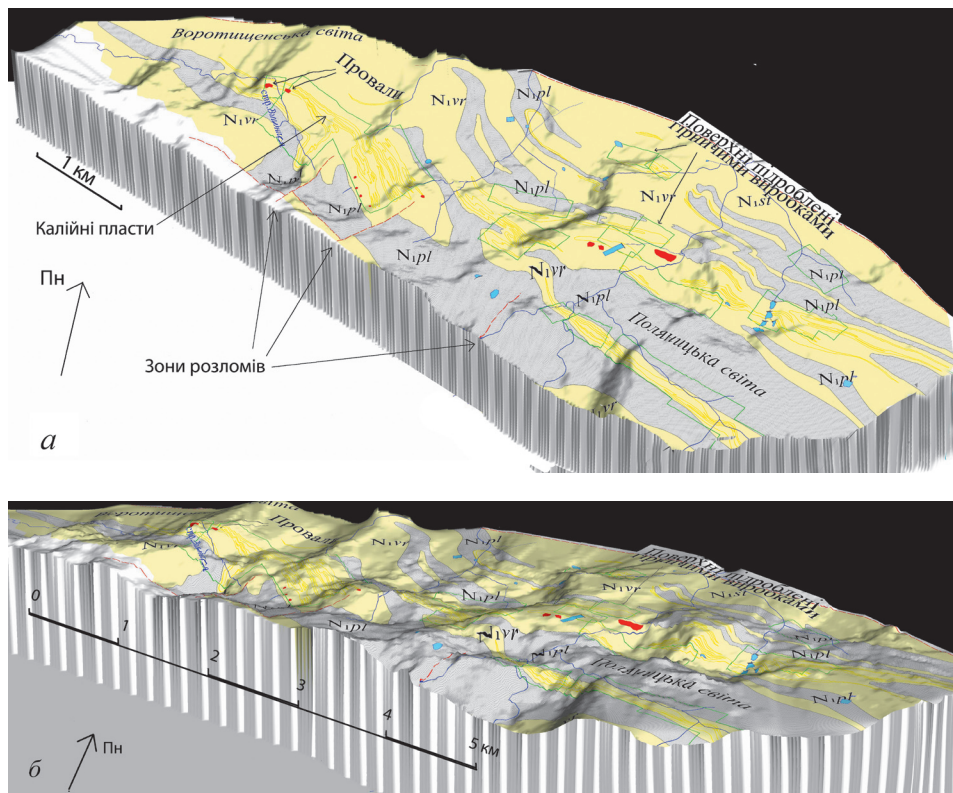


Рис. 7. Об'ємні зображення поверхні “соляного дзеркала” у зоні впливу Стебницької групи калійних родовищ (за матеріалами (Отчет..., 1995)):

а – під кутом 45° до поверхні; б – під кутом, близьким до горизонтального.

3. Ділянки, де на поверхню “соляного дзеркала” виходять солевмісні відклади *воротищенської* світи, порівняно з сусідніми, складеними теригеними, вторинно засолоненими відкладами *поляницької* світи, місцями виступають у рельєфі. Переважно це спостерігається вздовж припіднятих морфоструктур першого порядку (простягання яких перпендикулярне до простягання відкладів), де в цілому по площі ступінь розчинення солей менший.

4. Провали поверхні приурочені до відкладів *воротищенської* світи і розміщені та витягнуті вздовж геологічних структур. Усі вони, як правило, відбулися на схилах рельєфу “соляного дзеркала”.

*Характерні морфологічні елементи поверхні “соляного дзеркала”* свідчать про те, що тут його формування проходило в двох основних напрямках: північно-західному, субпаралельному до насуву Карпат, та перпендикулярно до нього – північно-східному простягання. В останньому напрямку утворилися доволі пологі широкі (до 1 км) долини, розділені відносно вузькими (до 200 м) валоподібними підняттями. Ці підняття та відповідні їм долини по простягання збігаються з напрямком русел поверхневих водотоків, які в Прикарпатті сформувалися внаслідок підняття фронту Карпат над Передкарпатським прогином, де долини та напрямки переважної кількості струмків мають перпендикулярну до структур Карпат північно-східну орієнтацію. Загалом це дає підстави вважати, що рельєфні долини поверхні “соляного дзеркала” виникли шляхом спрямованого дренажу розсолів його площинною, а також (або з допомогою) давніх поверхневих русел водотоків.

*Валоподібні підняття* північно-східного простягання в трьох випадках (див. рис. 7, а) збігаються із зонами тектонічних порушень, які проходять навхрест простягання шаруватості *воротищенських* солей. Виявлену закономірність можна пояснити тим, що (як було описано вище), унаслідок крутопадаючого (до вертикального) залягання пластів, напрямки та швидкості процесів карстування в солях переважають за своїми значеннями вздовж структур напластування. Тектонічні розриви та зміщення переривають цей сприятливий для карстування напрямок уздовж шаруватості пластів та деякою мірою обмежують процеси розчинення солей у цих тектонічних зонах. На всій проаналізованій поверхні спостерігаються субпаралельні даним розломам інші лінійні зони підняття “соляного дзеркала”, які можуть відповідати вірогідним невиявленим або слабкопроявленим тектонічним порушенням.

*Щодо утворення позитивних структур “соляного дзеркала”*, що простежуються вздовж напластування гірських порід і відповідають відкладам *воротищенської* світи, які дещо виступають над сусідніми ділянками з породами *поляницької* світи, то причиною тут можуть бути такі чинники:

– формування Бориславсько-Покутського та Самбірського покривів, їхнє приєднання до Карпатської покривно-складчастої споруди відображають процес нарощування Карпатської структури та її насування на Західноєвропейську платформу (Ващенко, Гнилко, 2003). Динамічний тиск Карпатського покриву на пластичні масиви *воротищенських* солей спричинює їхнє видавлювання у вигляді валоподібних підняття поверхні “соляного дзеркала” (“тектонічний діпіризм”) догори по відношенню до менш пластичного *поляницького* масиву порід, які слугують своєрідними штампами видавлювання (рис. 8). Подібні процеси відбуваються і в товщі соляних відкладів, де

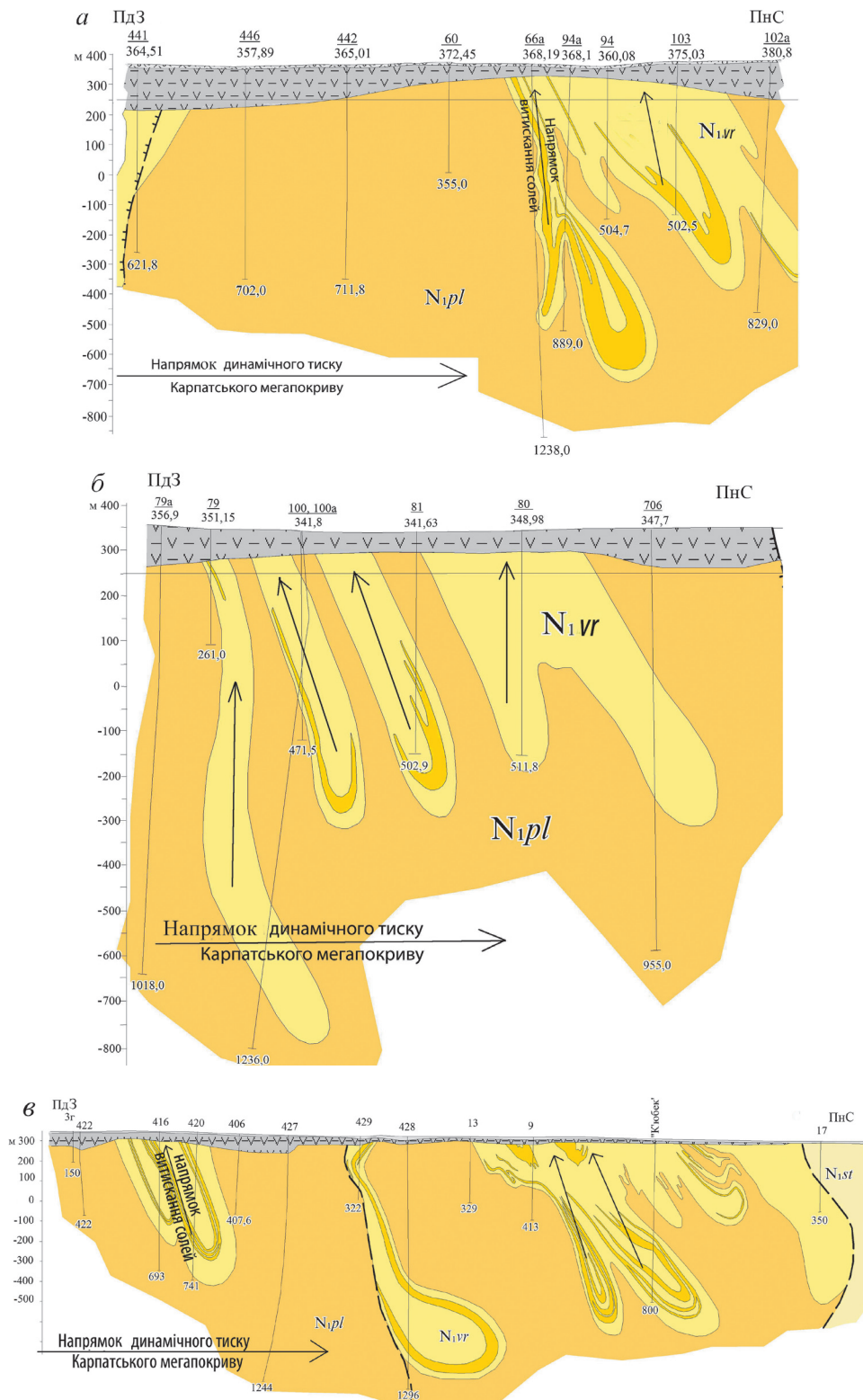


Рис. 8. Геологічні розрізи на ділянках поширення калійних покладів (за матеріалами ДП НДІ "Галургія");  
 а, б – ділянка "Доброгостів"; в – ділянка "Стебник".

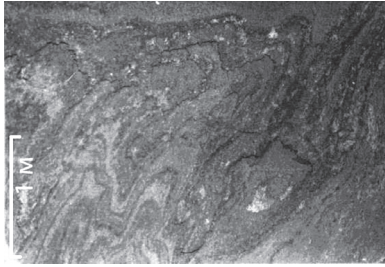


Рис. 9. Нагнітання солей у замках складок шляхом витискання матеріалу з крил (ділянка “Стебник”)

внаслідок динамічних процесів спостерігається перерозподіл матеріалу окремих пропластків з нагнітанням його в замках складок шляхом часткового витискання, а місцями і до повного виклинювання пластів у крилах (рис. 9);

– в умовах термодинамічної дії на соленосні породи відбуваються процеси перетворення цих відкладів, унаслідок чого утворюються динамічні різновиди кам’яної солі з новими фізико-механічними

властивостями (гранульовані, плитчасті, шламоподібні, крім того, у сильвінітових пластах у зонах напруженості утворюються динамокластичні структури сколювання, т. зв. дуплекси) (Петротектонические..., 2000). Наслідком може бути зменшення механічної стійкості та збільшення водопроникності відкладів. Зміна цих властивостей в плані та розрізі може мати вплив на процеси денудації та формування поверхні “соляного дзеркала”;

– літологічний склад відкладів. Пласти з вмістом менш розчинних компонентів формують відповідні підняття поверхні “соляного дзеркала”.

Окремим питанням залишається існування в Стебнику концентричних ділянок, найбільш глибоких по гіпсометрії, сформованих на поверхні поляницьких відкладів. Можливо, унаслідок свого літологічного складу, породи поляницької світи більш водопроникні. Така проникність може бути зумовлена тим, що внаслідок меншої пластичності по відношенню до стебницьких солей вони більше тектонічно подроблені та вторинно засолонені, у сприятливих місцях піддаються легкому розчиненню, розмиву та виносу солей у зони розвантаження, формуючи на поверхні крутопадаючих пластів концентричні, найбільш глибокі на ділянці досліджень, пониження.

Приуроченість поверхневих карстових провалів до схилів “соляного дзеркала”, а не до долин чи вершин, виводить на перший план (у розвитку екзогенних процесів) співвідношення таких параметрів, як швидкість гідрогеологічних потоків та насиченість розсолів. На пологих вершинах розсоли слабо насичені, але їхня швидкість недостатня для порушення плівки насичених розсолів над солями, яка присутня на всій поверхні “соляного дзеркала”. Зверху до низу схилу динамічна сила потоків зростає, змиваючи захисну плівку з солей. Агресивні води, розчиняючи солі та насичуючись, досягають долин “соляного дзеркала”. Найбільший провал на поверхні розміщений у верхній частині схилу, експозиція якого розташована вздовж простягання пластів. Тобто, динамічний вектор гідрогеологічного потоку в цьому місці збігається з простяганням калієносних пластів воротисенської світи (накладання двох сприятливих для розвитку карстових процесів факторів).

На теперішньому етапі система спостережень за розвитком техногенно активізованого карсту вимагає вдосконалення та технічного переоснащення. Спостереження ведуться вибірково, часто окремими відомчими підприємствами, без необхідного сучасного технічного обладнання та науково-методичного обґрунтування моніторингу всіх складових геологічного середовища

й інтерпретації результатів спостережень за ними, без загальнодержавної програми та глибокого вивчення (Стан..., 2009). У розроблених методичних рекомендаціях необхідно враховувати всі фактори, які впливають на активізацію екзогенних процесів у межах об'єктів солевидобутку на етапах експлуатації, ліквідації і постліквідації. Розробка методичних рекомендацій саме для ділянок розвитку соляного карсту зумовлена тим, що соляний карст за перебігом, швидкістю та умовами суттєво відрізняється від інших типів, хоча б за наявністю таких структурних елементів, як ГГШ чи “соляне дзеркало” з присутністю горизонту насичених розсолів на його поверхні, а також відсутністю (в умовах Передкарпаття) у непорушеному стані будь-яких водоносних горизонтів у товщі солей. Такі об'єкти являють собою складну природно-техногенну просторову систему, яку важко оцінити традиційними графічними методами відображення, тому на цьому етапі необхідно ширше застосовувати побудови тривимірних зображень, що дасть змогу проводити більш повний та об'єктивний аналіз ситуації та прогноз впливу активізації екзогенних процесів на довкілля.

**Висновки.** Підсумовуючи все вищесказане, слід визнати, що існуючий підхід до проектування, розробки та ліквідації соляних гірничих виробництв є недосконалим. Для більш раціонального використання природних запасів солей, зменшення негативного впливу на довкілля наслідків функціонування соляних копалень, підвищення рівня безпеки життєдіяльності необхідно більш детальне вивчення геологічної будови ділянки ще на стадії її розвідки. Для цього потрібно ширше проводити неглибоке буріння, ефективні геофізичні та гідрогеологічні дослідження. Такий комплекс робіт разом із різнобічним аналізом отриманих результатів дасть змогу суттєво зекономити на збереженні запасів родовищ та заходах екологічної безпеки під час функціонування та ліквідації підприємств.

Щодо перебігу карстових процесів у досліджуваному регіоні, можна діяти таких висновків:

- структурно-тектонічні особливості будови неогенових соленосних відкладів Передкарпаття є визначальними факторами характеру розвитку карстових процесів;
- морфологічні елементи “соляного дзеркала” відображають вплив динаміки розвитку тектонічних та гідрогеологічних чинників на карстоутворення;
- розвиток поверхневих карстових явищ у техногенно порушених умовах (в усіх зафіксованих випадках) приурочений до геоморфологічних схилів “соляного дзеркала”.

*Анализ геологических, геофизических и гидрогеологических материалов по участку аварийных водопритоков в руднике № 2 Стебницкого калийного завода с целью локализации источников поступления и путей движения вод / Н. М. Джиноридзе, А. В. Доливо-Добровольский, В. П. Осипов и др. ; Всесоюз. науч.-исслед. и проект. ин-т галургии. – Инв. № 518А. – Л., 1987. – 40 с.*

*Ващенко В. О., Гнилко О. М. Про стратиграфію та седиментологічні особливості неогенових молас Бориславсько-Покутського та Самбірського покривів Українського Передкарпаття // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2003. – № 1. – С. 87–101.*

*Геологічна будова соленосної моласи українського Передкарпаття : звіт по темі “Довивчення соленосної моласи Передкарпатського прогину” / В. О. Ващенко, О. М. Гнилко, Н. А. Трофимович і ін. ; Львів. ГРЕ. – Инв. № 4228. – Львів, 2001. – 71 с.*

Захаров В. Ф. Гидрогеологические задачи при открытых разработках калийных солей на Домбровском месторождении // Тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та геолурии. – Л., 1964. – Вып. 46. – С. 64–73.

Захаров В. Ф., Ходьков Л. Е., Ковалева И. Н. Надсолевые рассолы Предкарпаття // Там же. – Л., 1959. – Вып. 35. – С. 299–331.

Корневский С. М. Соляной карст как фактор образования некоторых долин Верхнетиссенской впадины // Там же. – Л., 1955. – Вып. 30. – С. 253–258.

Петротектонические основы безопасной эксплуатации Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей / Н. М. Джиноридзе, М. Г. Аристаров, А. И. Поликарпов и др. – Санкт-Петербург ; Соликамск, 2000. – 392 с.

Стан геологічного середовища в межах родовищ сірки та солі в Передкарпатті і Закарпатті. Моніторинг. Напрямки інженерно-екологічного довивчення / А. В. Луцкич, М. І. Швирло, Є. О. Яковлев, В. І. Павлюк // Моніторинг навколишнього природного середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення : матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. (АР Крим, Коктебель, 21–25 верес. 2009 р.). – Сімферополь, 2009. – С. 55–56.

Отчет по переоценке запасов калийных солей Стебницкого месторождения Львовской области / В. М. Ступницкий, Ю. М. Жексимбаев, А. И. Федченко и др. ; Львов. ГРЭ. – Инв. № 4174. – Львов, 1995. – 377 с.

Стаття надійшла  
03.02.10

Vasyl PAVLYUK

#### INFLUENCE OF GEOLOGICAL FACTORS UPON THE EXOGENOUS PROCESSES OF THE MIOCENE SALT-BEARING SEDIMENTATION OF UKRAINIAN PRECARPATHIA

The main factors of technogenically – caused salt karst on an example of potash deposits of Precarpathia area are considered in the article. The general review of the influence of structural elements of a geologic structure on development and a course of karst processes is made. Separate laws of a structure of the surface of a salt mirror and the cases of activation of the karst phenomena connected with them are discovered. Accurate dependence of spatial development of karst processes with a structural salt molasse depositions of the Precarpathian trough is noted.

Laws of the course of karst processes in a catchment area of the technogenically broken medium of hydrochloric deposits of Precarpathia are analysed. They are formed on four basic levels:

1. A day surface which forms the basic basins and directions of streams channels and plane day waters.

2. A surface and structure of gypsum – clay caprock. Thanks to a non-uniform structure, in a certain extent, redistributes streams and penetration of filtration day waters to a hydrochloric mirror.

3. Surfaces of a “salt mirror”. It forms directions and dynamics a brine stream.

4. A complex of technogenically broken Neogen saliferous molasse depositions that thanks to features of structural building, lithologic and an elemental composition is the object and at the same time the tool of karst processes.