

<https://doi.org/10.15407/gpimo2025.01.091>

В.А. Нестеровський^{1, 2}, д-р геол. наук, проф., зав. відділом

e-mail: v.nesterovski@ukr.net

ORCID: 0000-0002-7065-8962

К.І. Деревська^{3, 4}, д-р геол. наук, професор

e-mail: derevska@ukma.edu.ua

ORCID: 0000-0003-4796-4715

С.М. Бочкор³, бакалавр

e-mail: sofia.bochkor@ukma.edu.ua

ORCID: 0009-0007-7353-6075

К.В. Руденко⁴, канд. геол. наук, ст. наук. співроб.

e-mail: rudenkokseniav@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9353-193X

¹ ДНУ "МорГеоЕкоЦентр НАН України"

вул. Олеся Гончара, 55 б, Київ, 01054, Україна

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка

вул. Васильківська, 90, Київ, 03022, Україна

³ Національний університет "Києво-Могилянська академія"

вул. Григорія Сковороди, 2, Київ, 04655, Україна

⁴ Національний науково-природничий музей НАН України

вул. Богдана Хмельницького 15, Київ, 01601, Україна

ЛІТОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ДНІСТРОВСЬКОГО КАРСТОВОГО РАЙОНУ

У статті зроблено акцент на особливостях літологічної будови та гідрохімії геологічного середовища Дністровського сульфатного карстового району Поділля в межах Тернопільської області. Показано, що активному карстоутворенню піддаються легкорозчинні сульфатні породи гіпс-ангідритового складу, які залягають близько до денної поверхні, контактують з атмосферним повітрям та інфільтраційними водами. Інтенсивність цього процесу зростає через сприятливу геолого-тектонічну будову та кліматичні умови регіону. Останнім часом спостерігається активізація карстових процесів, зумовлена відкритим видобутком гіпс-ангідритових порід у межах досліджуваного району. Формуються нові порожнини, провалля, канали та слабомінералізовані печерні озера, що призводить до порушення звичного дебіту підземних вод і цілісності неогенового водоносного горизонту. Посилюється також процес засолення ґрунтів у прилеглих до розробок територіях. Для контролю стану геологічного середовища рекомендовано здійснювати систематичні моніторингові дослідження.

Ключові слова: літогенез, гідрохімія, гіпс-ангідритові породи, геологічне середовище, Дністровський сульфатний карстовий район.

Цитування: Нестеровський В.А., Деревська К.І., Бочкор С.М., Руденко К.В. Літолого-гідрохімічні особливості геологічного середовища Дністровського карстового району. *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2025. 21, № 1: 91—102. <https://doi.org/10.15407/gpimo2025.01.091>

Вступ

З початком російсько-української війни техногенне навантаження на геологічне середовище (далі — ГС) України значно зросло. Окрім цього, видобуток деяких корисних копалин змістився в регіони, де не ведуться активні бойові дії. До таких корисних копалин належать будівельна, флюсова та в'язуча сировина, зокрема гіпс, пісковики, ангідрит, алебастр, вапняки тощо. Значні їхні поклади зосереджені в Криму, на Донбасі та Волино-Поділлі. У даній роботі акцентовано увагу на сульфатній сировині, розробку якої активізували на території Тернопільської області. До 2014 р. цю сировину переважно видобували на Керченському п-ові, а до 2022 р. — на Донбасі. Гіпс-ангідрити використовують для виробництва будівельного, високоміцного, формувального, медичного та естрих-гіпсу, цементу різних марок, а також у хімічній промисловості — для отримання сірчаної кислоти та сульфату амонію. В аграрному секторі їх застосовують для хімічної меліорації солонцюватих ґрунтів з підвищеним вмістом натрію і лужною реакцією, а в паперовому виробництві — як наповнювач.

Як відомо, поклади гіпс-ангідритів генетично належать до різновікових галогенних формацій, які в природному середовищі утворюють чотири основні типи солей: сульфатний, хлоридно-натрієвий, хлоридно-калієвий та змішаний. Найдавнішими проявами хлоридно-натрієвого галогенезу вважають поклади кам'яної солі пізньодевонського віку в південно-східній частині Дніпровсько-Донецької западини. У ранній пермський період сульфатно-хлоридно-натрієвий галогенез мав місце в крайовій частині Донецького прогину, де сформувалися родовища гіпсу, ангідриту та кам'яної солі. У пізньоярський час в зовнішній зоні Передкарпатського прогину активно відбувався сульфатний галогенез із формуванням покладів ангідриту та гіпсу. Останній прояв галогенезу на території України зафіксовано в неогені — на Керченському п-ові (Індоло-Кубанський прогин) та в Придністровській частині Волино-Подільської плити (далі — ВПП). Для Керченського п-ова був характерний сульфатний тип галогенезу, а для Волино-Подільської плити — сульфатно-хлоридно-натрієвий.

Територія дослідження входить до складу Дністровського сірконосного та гіпсоносного району з родовищами сірки, гіпсів та ангідритів. Розробку гіпс-ангідритової сировини в межах Придністров'я здійснюють у чотирьох областях: Тернопільській, Львівській, Івано-Франківській і Чернівецькій. Найбільша частка загального видобутку припадає на Тернопільську область. Нині в Борщівському районі Тернопільської області активно розробляють такі родовища: Сков'ятинське, Шишківцеве, Пилипчанське, Головчинське, Нирківське-1 і Нирківське-2, Тростянецьке, Новосілко-Кудринське, Золотопотіцьке, Нагірянське та ін. Загалом на території Тернопільщини станом на 01.01.2022 р. обліковують 309 родовищ, з них 73 % становлять поклади осадового походження, які здебільшого розробляють виключно відкритим способом.

Площі поширення основних запасів сульфатних порід і розташування ділянок їх добування просторово співпадають з територією Дністровського карстового району, де ГС зазнає негативного впливу від фізичних і хімічних складових процесів карстотворення. Особливо помітним цей вплив став у результаті техногенного втручання в природні цикли екzogенезу. На сьогодні в Тернопільській області карст відкритого типу охоплює 3,4 % території, покритого — 43,7 %, перекритого — 52,9 %.

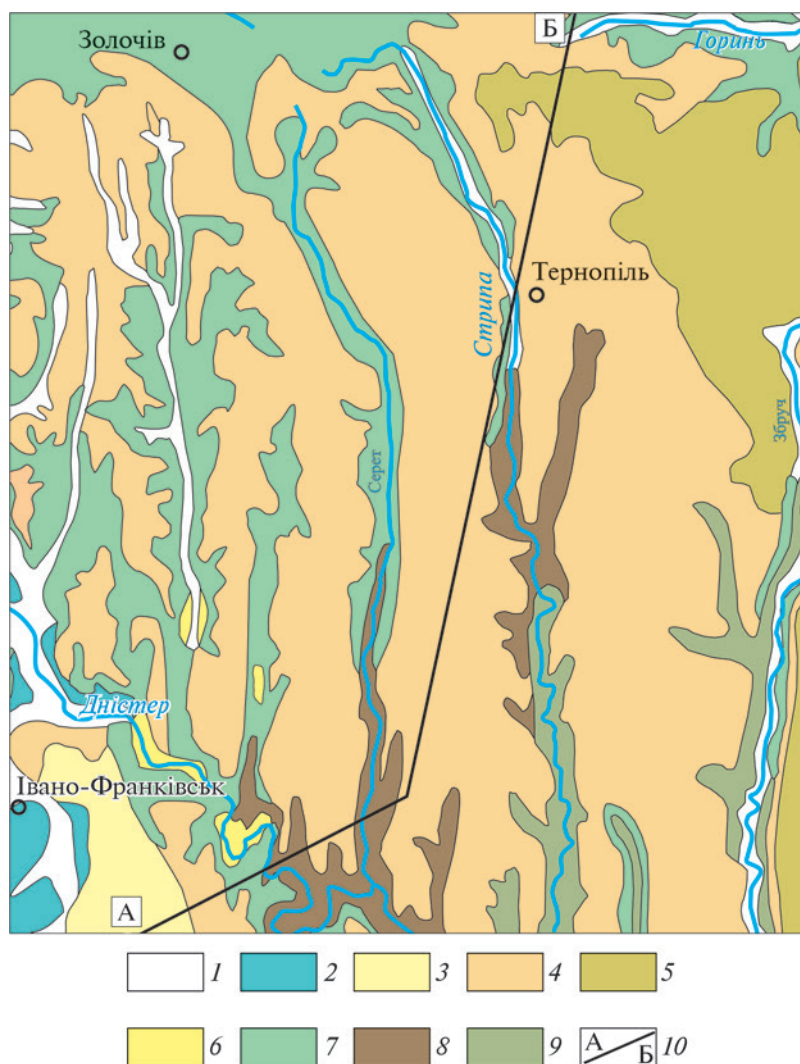


Рис 1. Геологічна схема району дослідження (з використанням даних [11]): 1 — алювіальні відклади alQ ; 2 — суглинки з включенням матеріалу корінних порід (Q); 3 — перешарування глин, пісковиків і конгломератів (N_1sm); 4 — вапняки з прошарками глин, пісковики та піски (N_1); 5 — піски дрібнозернисті, вапняки з прошарками пісковиків (N_1); 6 — вапняки, пісковики, доломіти, мергелі, глини, аргіліти, алевроліти, лінзи вугілля, гіпс-ангідрит (N_1bd); 7 — писальна крейда і мергель з жовтими кременевими конкреціями, прошарки пісковика (K_2t-sn); 8 — вапняки, доломіти, пісковики, аргіліти, місцями ефузивні породи (D); 9 — вапняки, аргіліти, мергелі, доломіти (S); 10 — лінія розрізу

Для збереження земельних і водних ресурсів, а також ефективної господарської та рекреаційної діяльності, важливим є проведення наукових спостережень, що сприяють аналізу екологічного стану ГС, його літологічних і гідрохімічних особливостей, які є взаємопов'язаними і безпосередньо впливають на екологічний стан довкілля в цілому.

Останнім часом збільшується кількість публікацій, які стосуються території Дністровського карстового району. Більшість із них присвячена спелеологічним

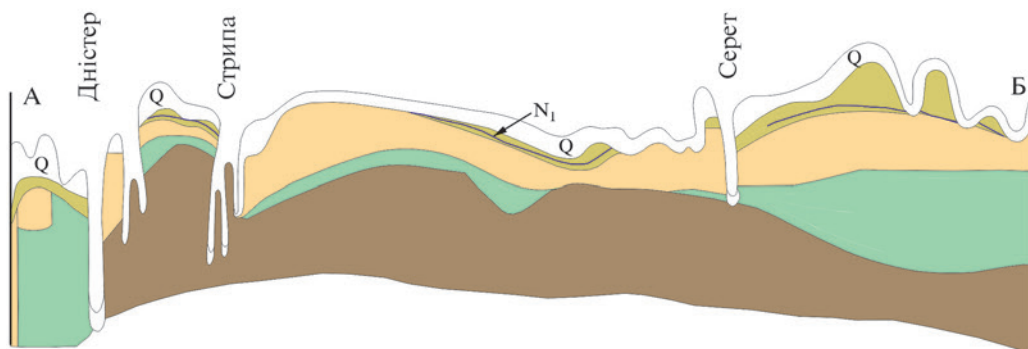


Рис 2. Схематичний геологічний розріз по лінії А-Б. Умовні позначення див. рис. 1

дослідженням печерних комплексів Тернопільської області [8, 9 та ін.]. Частина публікацій охоплює еколого-туристичні, геоморфологічні та інженерно-будівельні проблеми розвитку карсту на цій території [2, 4, 10, 11]. Однак у більшості публікацій бракує інформації щодо літолого-геологічних аспектів будови цієї території, їх взаємозв'язку з карстоутворенням і зміною геологічного середовища. Саме цьому питанню і присвячена дана публікація.

Виклад основного матеріалу та його аналіз

За геоморфологічним районуванням територія дослідження відноситься до Подільсько-Буковинської карстової області, що включає 8 карстових районів загальною площею 23,5 тис. км². Дністровський карстовий район охоплює лівий берег р. Дністра — від р. Збруча до р. Золотої Липи і займає площу близько 8 тис. км² (рис. 1, 2) [11].

У структурному плані район дослідження входить до складу Подільської тектонічної зони ВПП і є відносно стабільною частиною західної окраїни Східноєвропейської платформи. Геологічна будова території складається з двох структурних поверхів, з яких нижній є комплексом міцних і стійких до розчинення кристалічних порід архейського і протерозойського віку.

Верхній структурний поверх становить собою комплекс осадових порід різного складу, які загалом більш вразливі до екзогенних процесів. Серед них можна виділити дві групи: а) більш давні й літологічно зрілі породи рифей-палеозойського віку, що залягають безпосередньо на кристалічних породах; б) більш молоді й літологічно менш зрілі породи, які залягають поверх рифей-палеозойських і ближче підходять до поверхні. Ці породи мають мезо-кайнозойський вік (рис. 3).

Подільська тектонічна зона, що має північно-західне простягання, зародилася в докембрії й впливає на товщу обох поверхів. Система розломів багаторазово оновлювалась у процесі формування осадового чохла. Нині виділяють дві головні системи глибинних розломів — субширотну і субмеридіональну, а також кілька другорядних порушень проміжного орієнтування. Глибинні розломи довгоживучі, вони періодично оновлювалися, помітно проявляються в неогенових, четвертинних і сучасних відкладах [7, 14].

Мезо-кайнозойська частина геологічного розрізу на території дослідження охоплює породи неогену та верхньої крейди (див. рис. 1). На денну поверхню вони



Рис. 3. Відслонення теригенних і карбонатних порід у деяких локаціях Тернопільської області: *a* — аргіліти нижнього девону. Геологічна пам'ятка біля м. Чорткова та м. Теремовлі; *б* — червоноколірна товща теригенних порід нижнього девону. Геологічна пам'ятка «Русилівські водоспади»; *в* — писальна крейда і мергель туронського ярусу. Геологічна пам'ятка, м. Чортків; *г* — гіпс-ангідритові брили в масиві вапняків баденського ярусу, м. Чортків; *д* — контакт сульфатних гіпс-ангідритових порід верхнього баденію з мергелями туронського ярусу крейди. с. Хрешатик; *е* — травертин (вапняковий туф). Геологічна пам'ятка, с. Рукомиш; *ж* — вапняк сарматського ярусу неогену, с. Русилів; *з* — вапняк нижнього баденію, с. Нирків (фото авторів)

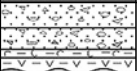
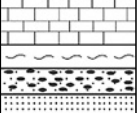
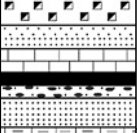
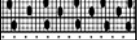
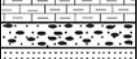
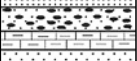
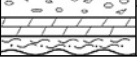
Група	Система	Відділ	Ярус	Індекс	Колонка	Потужність, м	Коротка характеристика
	антропоген	плейстоцен		Q		До 20	Алювіальні відклади: галька, гравій, пісок. Травертини, леси, лесоподібні суглинки
Кайнозойська	неогенова	міоценовий	сарматський	N _{1sm}		До 70	Вгорі: органогенні та хемогенні вапняки; внизу: кварцово-глауконітові піски, пісковики
			баденський	N _{1bd}		До 150	Вгорі: пісковики, піски, гіпс, органогенні вапняки; внизу: піски, пісковики, глинисті вапняки
			гельвет	N _{1gl}		До 6	Піски, пісковики, глинисті вапняки, мергелі
	пеалеогенов	еоценовий		P ₂		20	Кварцово-глауконітові піски та пісковики
Мезозойська	крейдова	верхній	сантон	K _{2st}		До 100	Білі мергелі, вапняки
			коньяк	K _{2k}			Біла писальна крейда
			турон	K _{2t}			Крейда з конкреціями чорних кременів
			сеноман	K _{2sm}		До 50	Глауконітові піски, пісковики, вапняки, мергелі, опоки
	юрська	нижній	альб	K _{1al}		До 20	Кварцово-глауконітові піски та органогенно-детритові «іжакові» вапняки
		верхній		J ₃		25—30	Гравеліти, конгломерати, алевроліти, аргіліти
		середній		J ₂		До 50	Доломіти, проверстки глини та аргілітів

Рис. 4. Зведена літолого-стратиграфічна колонка території Тернопільської області (з використанням даних [12])

виходять на схилах лівих приток р. Дністра (річок Серет, Коропець, Нічлавка, Циганська), а також відслонюються на рівнинних вододілах і терасах. Порооди крейдової системи представлені комплексом туронських і сеноманських відкладів — вапняками, доломітами, мергелями, писальною крейдою, кременем. Загальна потужність цих порід зростає зі сходу на захід і становить від 50 м до 150 метрів.

Порооди неогенової системи охоплюють відклади баденського та сарматського ярусів. Відклади баденського ярусу залягають на розмитій поверхні верхньої крейди й складені в нижній частині теригенно-морськими фаціями з прошарками бурого вугілля, а у верхній — лагунно-морськими фаціями гіпсів, ангідритів, вапняків, глини та їхніх перешарувань (рис. 4). Загальна потужність неогенових відкладів баденського ярусу в межах території дослідження сягає 150 метрів.

Гіпс-ангидритові породи входять до складу тиранської світи верхнього баденію і на різних ділянках території дослідження залягають на пісковиках нижнього баденію або безпосередньо на породах верхньої крейди. Зверху їх перекривають вапняки ратинської світи та глини верхнього баденію. Відклади четвертинної системи трапляються фрагментарно, переважно на вододілах, і літо-



Рис. 5. Зразки сульфатних порід верхнього міоцену (а—в) і карбонатних порід верхньої крейди (г) з відслонень на півдні Тернопільської області (фото авторів)

логічно представлені суглинками, лесами, травертинами. Їхня потужність варіює від незначної до 20 метрів.

У південній частині Дністровського карстового району (Тернопільська область) у складі сульфатних порід домінує гіпс, ангідритові прошарки зустрічаються спорадично, у нижній частині розрізу. Гіпс різноманітний: поширені крупнокристалічні, зернисті, борошноподібні агрегати, кристали та їхні зростки. У печерах часто зустрічаються друзи, натічні форми. Монокристали гіпсу здебільшого прозорі, мають досконалу спайність в одному напрямку, інколи забарвлені у сірі, коричневі, жовті, жовто-коричневі кольори. Забарвлення має алохроматичний характер, зумовлений присутністю домішок (глинистої та органічної речовини, оксидів і гідроксидів заліза тощо). Розміри окремих «гіпсових троянд» становлять від 10—15 см до 50 сантиметрів. Потужність шарів гіпсу на різних ділянках змінна, переривчаста й коливається в межах від 1—2 до 30 м і більше. Інколи гіпсова порода перешаровується глинами. Потужні відклади сульфатних гіпс-ангідритових щільних порід темно-сірого кольору з масивною текстурою є у кар'єрах, розташованих на рівнинних вододілах і схилах річкових долин (рис. 5).

На території поширення гіпс-ангідритових покладів розвинуті степові та лісостепові ландшафти з густою мережею річок, струмків, глибокими балками та ярами. Загалом нараховують близько 2 400 постійних і тимчасових водотоків, з яких 80 % належать до басейну р. Дністра і тільки декілька річок мають довжину понад 10 кілометрів.

За даними Тернопільського обласного центру з гідрометеорології, область характеризується помірним-континентальним кліматом із достатньо високою вологістю. Вона перебуває під впливом повітряних мас з Атлантики, що зумовлює циклонний характер клімату зі значними опадами в окремі сезони. У південній частині області за рік випадає від 520 мм до 600 мм атмосферних опадів, що є середніми значеннями для України. Однак найбільше опадів (до 75 % від річної кількості), часто у вигляді злив, а також гроз із градом, випадає в літній період (від 3-ї декади травня до 1-ї декади вересня). Крім того, кожної весни Придністров'я потерпає від повеней, що на окремих ділянках Дністровського



Рис. 6. Задерноване карстове блюдце в лісостеповій зоні на півдні Тернопільської області поблизу с. Рукомиша (фото авторів)



Рис. 7. Провалля над печерою Вертеба, задернований карст, Чортківський район Тернопільської області (фото авторів)

річкового басейну набувають катастрофічних наслідків. Під час повені рівень води підвищується на 50 см за добу і може сягати від 1 м до 8—9 метрів.

Унаслідок сукупної дії перелічених чинників спостерігається активний розвиток гравітаційних, суфозійних і карстових процесів, які проявляються у зсувах, кам'яних обвалах, ерозії, просіданні ґрунтів та карстоутворенні. Сульфатні породи, що залягають близько до поверхні, є вразливими до впливу інфільтраційних ґрунтових вод. Поверхневі води активно взаємодіють із сульфатами кальцію, переводять їх у розчин і збагачують мінеральними компонентами підземні води першого водоносного горизонту. Проникнення ґрунтових вод до глибших горизонтів посилює значна тріщинуватість всього осадового пласта. Винос значної кількості розчинених компонентів з цілісної гіпс-ангідристової товщі сприяє утворенню карстових порожнин.

Високий ступінь розвитку карсту спостерігається в районах приток р. Дністра — річок Серет, Коропець, Нічлавка та Циганська. Саме тут утворилися найбільші з понад 200 карстових печер Тернопільської області: Оптимістична, Озерна, Кришта-

лева, Вертеба, Ювілейна. Особливістю карстового рельєфу є його значна задернованість, а породи, що залягають на поверхні, вкриті рослинністю.

Води з першого від поверхні водоносного горизонту просочуються в гіпсові печери, де вони стікають окремими струмками по стінках порожнин. У деяких печерах ці води утворюють озера. Такі озера виявлено в печерах Оптимістична, Озерна, Млинки інших. Глибина печерних озер сягає 4 метрів. Вода в них слабо мінералізована, має сульфатний-магнієво-кальцієвий склад.

У печері Кришталевій на багатьох стінах і стелях, окрім гіпсових утворень, виявлено також натічні утворення карбонатного складу [6, 4]. Така закономірність характерна для розрізу, коли зверху гіпс-ангідритів залягають слабо консолідовані вапняки верхнього баденію.

Важливу роль у формуванні специфічного гідрохімічного режиму в районах розвитку карсту відіграє низький рівень річкових вод, який перешкоджає вертикальному підняттю вод по капілярах.

Атмосферні опади, які потрапляють до гіпсової товщі через вже сформовані поверхневим карстом порожнини (лійки, блюдця, провали, кари, канали), значно опріснюють гідрокарбонатні підземні води неогенового водоносного горизонту і тим самим ще більше посилюють розчинність сульфатних порід (рис. 6, 7). Це створює сприятливі умови для формування нових і розширення старих порожнин. Новостворені порожнини переривають цілісність водоносного горизонту і таким чином ще більше впливають на його гідрохімічні показники. Враховуючи, що розвідані запаси неогенового водоносного горизонту незначні, з дебітом близько 1,5 тис. м³/добу, можна очікувати у найближчому майбутньому їх значне виснаження і погіршення якісних показників [11]. Карстоутворення затихає на межі гіпс-ангідритових товщ з теригенними відкладами неогену та верхньої крейди, що їх підстеляють.

Результати спостережень за неогеновим водоносним горизонтом у міжріччі річок Серет і Збруч підтверджують, що його потужність у баденських відкладах сягає 20 метрів. Загальний дебіт невисокий і коливається в межах 0,4–0,8 л/с, при мінералізації води 0,5–0,7 г/літр. Катіонний склад вод кальцієвий, що є характерним для всієї цієї території [11, 5]. Жорсткість води становить 6–9 мг-екв/л, що зумовлено високим вмістом кальцію, який надходить із карстоносних порід. Показник рН становить 6–8 одиниць. За даними моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів Тернопільської області, проведеного Державним агентством водних ресурсів у квітні 2024 р. (на основі 11 пунктів спостереження), встановлено, що найвищий вміст сульфат-йонів (у мг/дм³) зафіксовано на річці Нічлавка в межах м. Борщева (108 мг/дм³), поблизу печер Озерна та Оптимістична. Цей показник перевищує гранично допустиму концентрацію (100 мг/дм³). Високі значення йонів сульфату (66–81 мг/дм³) також виявлено поблизу печери Угринь на р. Сереті. У середньому їх вміст у річках південної частини Тернопільської області, де поширені карстові процеси, становить 30–50 мг/дм³.

Видобуток гіпс-ангідритової сировини на всіх родовищах здійснюють відкритим кар'єрним способом. Як зазначено вище, кар'єри розташовані на вододілах і схилах річкових долин. Гірничі виробки сягають глибини понад 10 м і майже всюди порушують цілісність верхнього водоносного горизонту.

Порушення структури та щільності гіпс-ангідритових порід при розробці також активізує процеси їх розчинення. Останній потрапляє у водойми, змінюючи їхні гідрохімічні характеристики.

У разі розміщення кар'єрів поблизу сільськогосподарських угідь, дисперсні компоненти сульфатів разом із розчиненими формами потрапляють у ґрунт, спричиняючи його засолення. Сульфатні йони розчиненого гіпсу мігрують углиб ґрунтового профілю, адсорбуються на поверхні твердої фази та зв'язують катіони алюмінію й заліза шляхом хемосорбції. Унаслідок цього на поверхні ґрунту формуються важкорозчинні сполуки алюмінію (урбаніт) або його комплексні сполуки із залізом. У ґрунтах із високим вмістом дисперсних часток і кальцію може розвинутих тиксотропія [3].

Природне фіторозмаїття Тернопільської області зазнає сильного природно-антропогенного впливу і збережено у первинному вигляді тільки у важкодоступних місцях: в заболочених заплавах, на схилах каньйонів річкових долин і на окремих ділянках, що зайняті лісами й луками. Станом на 2024 р. близько 76% земельного фонду області займають сільськогосподарські угіддя, що свідчить про високий рівень освоєння земель. На них розташовані різноманітні підприємства, ферми, посівна культура. Враховуючи інтенсивність і нерегульований видобуток гіпс-ангідритової сировини у цьому регіоні, слід очікувати на суттєве погіршення екологічної ситуації, яка буде проявлятися у зниженні якості питної води верхнього водоносного горизонту, зменшенні її дебіту та запасів, а також у погіршенні родючості ґрунтів і порушенні водного режиму для нормального росту деревної рослинності.

Висновки

1. Територія досліджень характеризується розвинутою яружно-балковою будовою рельєфу та чітко вираженими ознаками розвитку як поверхневого, так і покритого карсту. Карстові процеси пов'язані з літологічними особливостями порід, що залягають близько до поверхні та представлені легкорозчинними сульфатними утвореннями гіпс-ангідритового складу.

2. Інфільтраційні поверхневі води, які здебільшого мають слабо кислий або нейтральний характер, частково розчиняють сульфатні породи, виносячи з них водорозчинні компоненти — передусім кальцій та сульфат-йони. Ці сполуки потрапляють до водоносних горизонтів, ґрунтів і поверхневих водойм, змінюючи їхній хімічний склад.

3. Форми рельєфу, пов'язані з проявами поверхневого карсту (канали, провалля, кари, лійки), сприяють глибшому проникненню атмосферних опадів. Це посилює карстові процеси в сульфатній товщі, сприяє утворенню нових порожнин і печерних озер, що, у свою чергу, призводить до порушення стабільності дебіту підземних вод і цілісності водоносного горизонту.

4. Інтенсивна розробка гіпс-ангідритових покладів на схилах річкових долин, неконтрольоване використання кар'єрів та відсутність рекультиваційних заходів сприяють активізації карстових процесів і підвищенню жорсткості води у відкритих водоймах.

5. З метою запобігання розвитку небезпечних екзогенних процесів у межах Дністровського карстового району необхідно впровадити систематичні екологічні спостереження та науковий моніторинг ГС. Територія Тернопільської області, як одна з найбільш уразливих до карстових явищ, повинна стати науковим полігоном для комплексної оцінки ситуації та розробки ефективних заходів із

мінімізації наслідків карстоутворення. Доцільно використовувати сучасні методи дистанційного зондування, просторового моделювання, а також впроваджувати кращий міжнародний досвід і результати експериментальних досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аксьом С.Д., Хільчевський В.К. Вплив сульфатного карсту на хімічний склад природних вод у басейні Дністра. Київ: Ніка-Центр, 2002. 204 с.
2. Бакало Ю.В., Царик Л.П., Дзюрин О.В. Трансформація геоекологічних процесів басейну річки Серет. Тернопіль: ТНПУ, 2018. 163 с.
3. Богатиренко В.А., Чорний І.Б., Нестеровський В.А. Хімія Землі. Київ: Кондор, 2015. 568 с.
4. Дубляницький В.В. Гідрогеологія та інженерно-геологічні аспекти карстових процесів Тернопільської області. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка.
5. Екологічний паспорт Тернопільської обл. за 2023 рік. <https://ecology.te.gov.ua/stan-dovkillya/ekologichnij-pasport-ternopilskoyi-oblasti/>
6. Ковальчук І.Ф. Карстові печери Поділля. Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет, 2005. 154 с.
7. Шумлянський В.О. Деревська К.І., Дудар Т.В. та ін. Літогенез і гіпогенне рудоутворення в осадових товщах України. Київ: Знання України, 2003. 272 с.
8. Манько В.П. Спелеологія України: наукові основи. Львів: Каменяр, 2011. 104 с.
9. Мельничук М.І., Пелешенко Л.А. Екологічні проблеми збереження печерних систем Західної України. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету. Серія Природничі науки*. 2014. № 9. С.78—83.
10. Микитин О.П. Карстова гідрогеологія України. Київ: Геопростір, 2017. 201 с.
11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Тернопільській області у 2023 році. <https://ecology.te.gov.ua/stan-dovkillya/regionalna-dopovid-pro-stan-ops-v-ternopilskij-ob/>
12. Сивий М.І. Геологічна будова Тернопільської області. Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка. 2021. 10 с. <https://verteba.com.ua/wp-content/uploads/2021/11/pechery-podillya-m.p.sohaczkyj-speleologiya.pdf>
13. Туристичне краєзнавство. Розділ 7. Організація використання печер для цілей туризму. За ред. проф. Ф.Д. Заставного. Київ: Знання, 2008. 575 с.
14. Nesterovskiy, V.A., Chupryna, A.M., Ruzina, M.V., Soldatenko, Y.V., Albani, A.E. Stratigraphic levels of vendian (Ediacaran) black shales of the Transdnestrrian Podillia. *Scientific Bulletin of National Mining University*. 2017. 3. P. 12—19. https://www.researchgate.net/publication/318944618_Stratigraphic_levels_of_vendian_Ediacaran_black_shales_of_the_Transdnestrrian_Podillia

Стаття надійшла 12.05.2025

V.A. Nesterovskiy^{1, 2}, Dr. Sci. (Geol.), Professor

e-mail: v.nesterovski@ukr.net

ORCID: 0000-0002-7065-8962

*K.I. Derevska*³, Dr. Sci. (Geol.), Professor

e-mail: derevska@ukma.edu.ua

ORCID: 0000-0003-4796-4715

*S.M. Bochkor*³, Bachelor's

e-mail: sofia.bochkor@ukma.edu.ua

ORCID: 0009-0007-7353-6075

*K.V. Rudenko*⁴, PhD (Geol.), Senior Researcher

e-mail: rudenkoksenniiav@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9353-193X

¹ SSI «MorGeoEcoCenter NAS of Ukraine»

55 b, st. Oles Honchar, Kyiv, 01054, Ukraine

² Taras Shevchenko National University of Kyiv

90 Vasylkivska st., Kyiv, 03022, Ukraine

³ National University of Kyiv-Mohyla Academy

2, st. Skovorody, Kyiv 04070, Ukraine

⁴ National Museum of Natural History at the National Academy of Sciences of Ukraine

15, st. Bohdan Khmelnytsky, Kyiv, 01030, Ukraine

LITHOLOGY AND HYDROCHEMICAL FEATURES OF THE GEOENVIRONMENT OF THE DNISTER KARST REGION

This study examines the lithological structure and hydrochemistry of the geological environment in the Dniester sulfate karst region of Podillia, located within the Ternopil region. It highlights that easily soluble sulfate rocks, primarily gypsum and anhydrite, are situated near the surface and are subject to active karst formation. This process is intensified by the region's favorable geological, tectonic structures and climatic conditions. Recently, the rate of karst formation has increased due to the growing open-pit mining activities targeting gypsum and anhydrite rocks in the area. As a result, new cavities, ravines, channels, and minimally mineralized lakes are forming, disrupting normal groundwater flow and compromising the integrity of the Neogene aquifer. Additionally, the processes of soil salinization surrounding mining sites are becoming more pronounced. To manage the geological environment effectively, it is recommended to conduct systematic monitoring studies.

Keywords: lithogenesis, hydrochemistry, gypsum-anhydrite rocks, geological environment, Dniester sulfate karst region.