

УДК 551.4.

АНТРОПОГЕННІ ЧИННИКИ АКТИВІЗАЦІЇ КАРСТУ В МЕЖАХ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ

М. Федонюк

*Луцький державний технічний університет,
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43018, Україна*

Розглянуто питання активізації карсту під впливом господарської діяльності у Волино-Подільському регіоні. Оцінено головні види дії, пов'язані з осушувальною меліорацією, промисловим і дорожнім будівництвом.

Ключові слова: крейдовий карст, карстова денудація, антропогенна дія, гідродинамічні зони.

В історії господарського освоєння територій на розчинних породах є дуже багато прикладів активізації карсто-суфозійних явищ під техногенним тиском, які часто призводили до руйнівних, інколи катастрофічних і трагічних наслідків (серед найвідоміших – провалення заводу з 29 людьми 1962 р. у ПАР унаслідок осушення і, відповідно, зниження рівня підземних карстових вод [4]).

В Україні найвідомішим прикладом активізації карстового процесу стало функціонування Передкарпатських родовищ сірки, за час якого внаслідок кар'єрного водовідливу та зниження рівня карстових вод інтенсивність провалоутворення збільшилась майже в десять разів [2]. У цьому разі відбулось утворення великої (близько 100 км²) депресійної лійки зі зниженням рівня підземних вод на 90–100 м, зміна і перебудова гідродинамічних зон (різке збільшення потужності зони низхідної циркуляції), збільшення швидкості руху підземних вод (до 2,5–10,2 км/добу) та зростання втрат стоку поверхневих вод [2, 13].

Територія Волинського Полісся, складена розчинними мергельно-крейдовими породами верхньокрейдяного віку, також зазнає певних видів антропогенного впливу, частина з яких сприяє активізації карстового процесу. Головний техногенний вплив на природно-територіальні комплекси пов'язаний з меліорацією та будівництвом, однак спеціальних досліджень їхнього впливу на карстоутворення не проводили.

Вивчення таких видів впливу є актуальним для питань екологічної та техногенної безпеки регіону.

За 1960–1985 рр. осушувальною меліорацією на Волинському Поліссі було охоплено близько 450 тис. га. Однозначно говорити про її негативний вплив на карстовий процес не можна. З одного боку, меліорація спричинила осушення приповерхневого шару порід і, ймовірно, зменшує інфільтрацію атмосферних і ґрунтових вод, що має сприяти згасанню карстового процесу. З іншого боку, зменшення гідравлічного тиску ґрунтових вод може спричинити підняття рівня водоносного горизонту крейдової товщі та відповідне обводнення і розчинення верхніх її шарів. Перший чинник, очевидно, відіграє локальну роль на незаболочених до меліорації територіях (адже в більшості наявність боліт свідчить про існування щільного водотриву між ґрунтовими та підземними водами, тому зміна кількості і (або) режиму ґрунтових вод може впливати на ха-

рактер водообміну і, відповідно, карстування “підводотривного” масиву лише опосередковано). Оскільки в разі осушення, як звичайно, охоплена площа не лише боліт, а й прилеглих до них місцевостей і урочищ з кращими інфільтраційними здатностями, то саме вони найбільше піддаються впливу меліорації карстологічно. Водночас цей вплив далеко не однозначний і диференційований залежно від типу конкретного ландшафту.

Окремі висновки про вплив меліорації на карстоутворення можна зробити за аналізом гідрохімічних показників. У довіднику “Малі річки України” [5] розглянуто, зокрема, питання про вплив осушувальних меліорацій як частини антропогенного навантаження на хімічний склад місцевих вод. На підставі порівняння даних щодо мінералізації поверхневих вод (за головними іонами) до та після осушувальних меліорацій на території Полісся (на прикладах річок Турії та Горинь) автори не зафіксували змін за іонами гідрокарбонату та кальцію, однак виявили значне зростання частки аніонів сульфату (з 15–18 до 32–36 мг/дм³) та хлору (з 4–7 до 27–30 мг/дм³). Сталість мінералізації за розчиненим карбонатом кальцію, очевидно, повинна свідчити і про сталий темп розчинення крейдяної товщі – власне карстової денудації. Та, як ми вже зазначали, дуже ймовірно є територіальна диференціація впливу осушувальних меліорацій у розрізі урочищ (інтенсифікація, чи, навпаки, згасання темпу карстоутворення залежно від конкретного поєднання низки геолого-геоморфологічних чинників), тому середньозважене значення винесення породи по басейну може складатись із суми дуже низьких та дуже високих значень в окремих урочищах і місцевостях, що підвищує ризик появи локальних провальних деформацій. Крім того, незмінний рівень карбонатно-кальцієвої мінералізації річкових вод не є достатнім критерієм оцінки винесення розчиненої породи, адже він залежить також і від витрат води. Вважають, що на осушених водозборах стік значно зростає в перші роки після меліорації, а потім стабілізується, хоча в середньому залишається на 3–10% вищий [1], отже, за однакової мінералізації можна говорити про загальне збільшення показника денудації на перші відсотки.

До однозначно негативних наслідків меліорації, що можуть сприяти активізації карстово-суфозійних процесів, зачисляємо:

- значне підвищення агресивності природних вод за окремими компонентами (CO₂⁻, SO₄⁻, Cl⁻), визначене експериментально на багатьох дослідних ділянках поліських водозборів, а також за гідрохімічним аналізом даних гідрологічних постів [1, 5, 8];

- порушення зв'язності покривних відкладів, що, по-перше, полегшує доступ атмосферних і ґрунтових вод до розчинної товщі, і, по-друге, зменшує стійкість ґрунтів до механічних навантажень;

- перебудова гідродинамічних зон та їхнє “змішування” – збільшення амплітуд і частоти коливань меж зон аерації, інфільтрації, сезонних змін рівня, горизонтального перетікання тощо (яскравий приклад – поява аномальних значень складових формування водного балансу, зафіксованих під час досліджень Львівської гідролого-меліоративної експедиції на Оконській балансовій ділянці; наприклад – 1971 р. зникло живлення ґрунтових вод напірними з товщі K₂ (зазвичай воно становило ≈50% прибуткової частини балансу), натомість перетікання ґрунтових вод до розчинної товщі становило майже 112 мм, причому відбувався за короткі періоди, адже випаровування було лише 16,8 мм (за фонових показників 92–105 мм)) [1].

Вплив будівництва на розвиток карстових процесів і карстопроявів дуже різнобічний, і пов'язаний, зазвичай, з такими чинниками:

- порушення покривного шару порід;

- зміна рівнів ґрунтових вод;
- будівельні відкачування підземних вод;
- витікання з водовмісних мереж;
- кількаразове збільшення механічних навантажень.

Можна назвати й інші чинники, що діють після введення в експлуатацію будівельних об'єктів, – наприклад, підвищення агресивності поверхневих та підземних вод унаслідок їхнього хімічного забруднення стічними водами, а також зміни теплового режиму ґрунтів навколо тепло- і водопровідних мереж, постійне збільшення відбору підземних вод для питного і технічного водопостачання, періодичне виникнення динамічних механічних навантажень тощо. Водночас окремі наслідки будівництва можуть сприяти і загасанню карстово-суфозійного процесу; наприклад, щільна міська забудова та асфальтування вулиць зводять до мінімуму інфільтрацію атмосферних вод, водовідведення з майданчиків будівництва унеможлиблює перетікання ґрунтових вод до розчинної товщі тощо [3]. Однак ефективність цих заходів стосовно карстопроявів значно залежить від індивідуальних геолого-гідрогеологічних особливостей території.

Регіон Волинського Полісся будівельно слабо освоєний. Середня щільність населення – 42 осіб/км², переважає індивідуальне житлове будівництво, що, як звичайно, мало впливає на гідродинамічні умови та геологію приповерхневої товщі, крім випадків розташування над уже сформованою карстовою порожниною, що залягає близько. Конкретні випадки провалів під житловими будинками нам невідомі, хоча описані численні перекази і легенди про провалювання церков, хатин, господарських споруд і наступне виникнення на їхньому місці джерел чи озер, зокрема у селах Оконськ, Світязь, Полиці, Любче та ін. [9–11].

Очевидно, що наразі індивідуальне житлове будівництво не може бути чинником активізації карсту в межах Волинського Полісся, проте найбільше забудовані райони (міста) концентрують цілий комплекс антропогенних чинників впливу на карстово-суфозійний процес. Іноді ступінь цього впливу залежить від якості раніше проведених проектно-вишукувальних та власне будівельних робіт.

З огляду на малу освоєність території невеликими є обсяги промислового будівництва. Найбільші промислові споруди розташовані у містах Ковелі та Кузнецовську. Сьогодні в регіоні масштабного промислового будівництва не ведуть. Та все ж яскравий приклад техногенної активізації карсту в регіоні є: в період будівництва та введення в експлуатацію Рівненської АЕС (правий берег р. Стир, друга надзаплавна тераса) у 1980–1984 рр. відбулась активізація розчинення підстильної крейдяно-мергельної товщі та формування ослаблених зон у покривних відкладах (представлених переважно алювіальними та флювіогляційними дрібно- і середньозернистими пісками та супісками з прошарками суглинків), що виражено в утворенні численних провалів гравітаційного типу різних розмірів, головню, на території власне проммайданчика АЕС і, як звичайно, під масивними бетонними блоками основних конструкцій [7].

Інтенсивне провалоутворення створило серйозну загрозу для подальшого будівництва й експлуатації стратегічного об'єкта і спонукало провести низку екстрених, надзвичайно дорогих заходів боротьби з карстом – заповнення порожнин у розчинній товщі нагнітанням під тиском бетону та “рідкого скла”, а також часткове збезводнення масиву гірських порід. Що стосується причин згаданої активізації карстопроявів, то ними, очевидно, стали перебудова гідродинамічних зон у зоні проммайданчика, підвищення агресивності (хімічної та теплової) інфільтраційних вод, великий водовідбір, а також наявність значних механічних навантажень. Хоча район будівництва і має низку

характерних ознак природно-історичного розвитку карсту (на прилеглий території площею близько 120 км² виявлено понад 200 западинних форм рельєфу, більшість з яких, в тому числі й 40 лійок, є достовірно карстовими [7]; згадки про існування карстових форм на цій території виявлено ще у П.А. Тутковського, який описав западинні форми поблизу с. Суховоля [10] – кілька кілометрів від сучасного проммайданчика РАЕС), однак лише механічне навантаження не могло спричинити таких катастрофічних наслідків. Значне зростання розмірів карстових порожнин у розчинній крейдяній товщі відбулось за досить короткий період будівництва станції (до десяти років). Підтвердженням цього є й такі факти: у свердловинах, пробурених на невеликій відстані від споруд станції, у місцевостях розвитку карстових форм рельєфу природного походження, зафіксовано наявність карстових порожнин розмірами 0,15–0,3–1,5 м, а в 30 свердловинах на території власне проммайданчика РАЕС, пробурених уже після появи карстопроявів, такі порожнини траплялись частіше і мали розміри 0,5–1,7–7,8 м [7]. Очевидно, що саме цілий комплекс техногенних впливів і зумовив таку загрозливу інтенсифікацію карстово-суфозійного процесу.

Будівництво шляхів сполучення досить часто також може впливати на перебіг карстового процесу. Як для автошляхів, так і для залізниць це пов'язано насамперед зі значним ущільненням верхнього шару порід, а для автошляхів – також із формуванням потужного (десятки сантиметрів) асфальтного чи бетонного покриття. Створення таких умов сприяє перебудові місцевого приповерхневого, а іноді й глибинного водообміну – відбувається формування своєрідного гідрогеологічного бар'єра, розмежування зони інфільтрації атмосферних вод (адже шляхи будують підвищеними над навколишньою територією) тощо. Настає локалізоване напруження напірного водоносного горизонту (п'єзометричний рівень якого усталюється здебільшого на глибині 0,15–0,4 м). Усе це сприяє зміні напрямів руху підземних та ґрунтовних вод, формуванню значно більшої, ніж звичайна, обводненості окремих ділянок масиву на невеликій відстані від шляху, збільшенню потужності гідродинамічної зони коливання рівнів, а також, у деяких випадках, створенню сприятливих умов для виникнення так званої корозії змішування (під час сильних опадів локалізація стоку вздовж доріг за наявності зон підвищеної водопровідності у пухких відкладах) поверхневих та напірних підземних вод. Крім перерахованих чинників, сприяти розвитку чи, швидше, морфологічному вираженню карстового процесу може власне рух транспорту, який створює періодично динамічні механічні навантаження.

П. Тутковський 1910 р. описав і дослідив провалоутворення вздовж ділянки 452–454 версти Поліської залізниці між селами Любомирка і Костопіль, активізація якого відбулася наприкінці XIX ст. (достовірно описано 25 провалів, що виникли в період з 1890 по 1902 рр. на переважно невеликій відстані від осі полотна). Морфометрія цих карстово-суфозійних форм була схожою – глибина 0,4–1,2–3,75 м, діаметр – від 50 см до 4 м, схили майже прямовисні. Частина провалів заповнена водою, причому в окремих вона з'являлась відразу після утворення; два провали стались під впливом безпосереднього навантаження – під підкладкою ваги для підбивання шпали біля самого полотна, а також під конем під час польових робіт на прилеглих землеволодіннях. Ще один стався в липні 1901 р. під час сильної зливи (можливо, саме сильна обводненість покривних пухких відкладів сформувала критичну масу над склепінням порожнини в крейдяній породі). Цікаво, що на цій ділянці Управлінням поліської залізниці була обмежена швидкість руху всіх потягів до 5 верст/год. П.А. Тутковський на підставі різнобічних досліджень зазначеної території причиною цих явищ назвав розчинення

крейдяної товщі підземними артезіанськими водами. Відомостей про появу на ньому нових карстових провалів після опису П.А. Тутковського не було, дешифрування АФЗ 1970-х років не виявило тут ні нових, ні описаних форм [7], однак нашим обстеженням (12.10.2006) знайдено три провальні лійки на відстані 4,2–7,3 м від полотна залізниці (поблизу 28-го км), принаймні одна з яких збігається з описаною П.А.Тутковським. Виявлені лійки закидані сміттям та хмизом, однак низка фітоіндикаційних ознак (у тім числі всихання молодих дерев) свідчить про їхню періодичну активність.

Однак яскравих випадків активізації карсту вздовж залізниць принаймні останні півсторіччя не спостерігали. Проте наявні окремі наслідки впливу будівництва та функціонування автомобільних шляхів на локальних територіях. Наприклад, поблизу с. Старий Чорторійськ Маневицького р-ну після будівництва під'їзної асфальтової дороги від села до бетонного шосе Київ–Ковель на полі західніше від неї утворилась група з 15 карстових лійок. Лійки правильної конусоподібної форми, діаметром до 15 м, глибиною до 8 м, схили круті – 40–50. Дно лійок сухе навіть під час сильної зливи (особисте обстеження 22.06.2003 р.), що свідчить про велику водовбирну здатність і, можливо, наявність понорів. Інший випадок – утворення кількох карстових провалів значних розмірів (до 130 м у діаметрі, до 8,4 м глибини) і складної морфології з північного боку автотраси Київ–Ковель (398-й км). Орієнтовний вік цих провалів (оцінений фітоіндикаційними методами) становить 15–20 років, окремі з них поглиблюються, ускладнюючись свіжими (два–чотири роки) лінійно витягнутими провальними формами. Найімовірніше, посилення карстопроявів тут зумовлене формуванням під шосе своєрідного лінійного гідрогеологічного бар'єра та локалізованою концентрацією стоку. Подібні умови іноді виникають навіть під ґрунтовими дорогами внаслідок тривалого ущільнення порід і періодичних механічних навантажень (зокрема, схожі умови сприяли утворенню карстової лійки провальної форми безпосередньо біля дороги з с. Рудка Червенська до с. Оленине Камінь-Каширського р-ну влітку 2006 р.).

Отже, головний техногенний вплив на розвиток карстового процесу відбувається через перебудову гідродинамічних зон, перерозподіл та локалізацію водного стоку, зростання агресивності вод та збільшення механічних навантажень на масиви розчинних порід. Такі види впливу найбільше характерні під час будівництва та експлуатації шляхів сполучення і промислових об'єктів, а також після комплексу заходів осушувальної меліорації.

1. Бут Ю.С., Наседкин И.Ю. Формирование баланса грунтовых вод Полесья. – К.: Наук. думка, 1981. – 172 с.
2. Гайдін А.М., Рудько Г.І. Сульфатний карст та його техногенна активізація (на прикладі Карпатського регіону України). – К.: Т-во “Знання”, 1998. – 74 с.
3. Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. – М.: Недра, 1978. – 263 с.
4. Кутепов В.М., Кожевникова В.Н. Устойчивость закарстованных территорий. – М.: Наука, 1989. – 151 с.
5. Малі річки України: Довідник / За ред. А.В. Яцика – К.: Урожай, 1991. – 296 с.
6. Отчет по изучению современных экзогенных геологических процессов на территории Волынской и Ровенской областей УССР за 1983–1984 гг. – Ровно: ГРЭ, 1984. – 204 с.
7. Пелешенко В.И., Закревский Д.В., Хильчевский В.К. и др. Уровенный и гидрохимический режимы на осушительной системе “Верховье р. Стоход” // Физ. география и геоморфология, – 1980. – Вып. 24. – С. 74–80.

8. Тутковский П.А. Карстовые явления и самобитные артезианские ключи в Волынской губернии. Статья 1. Провалы почвы на Полесской железной дороге. – Житомир, 1910. – 127 с.
9. Тутковский П.А. Карстовые явления и самобитные артезианские ключи в Волынской губернии. Статья 2. Провалы почвы в побережье рек Стохода, Стыри и Горыни // Тр. Об-ва исследователей Волыни. – 1912. – Т. 8. – С. 79–117.
10. Тутковский П.А. Озеро Свитязь и народные предания о нем // Киевская старина – 1901. – Т. 72.
11. Федонюк М.А. Обсяги карстової денудації в межах басейнів річок Волинського Полісся // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Вип. 4. – С. 256–260.
12. Экологическая геология Украины. – К.: Наук. думка, 1993. – 408 с.

ANTROPOGENIC FACTORS OF KARSTS ACTIVISATION IN VOLYN POLISSYA AREA

M. Fedonjuk

*Luts state tehncial University,
Lvivs'ka St., 75, UA – 43018 Luck, Ukraine*

Karst activation under the influence of antropogenic factors is considered. Analysys of influence of dreanaige melioration end building is given

Key words: karsts in chalk, karstic denudation, antropogenic influence, hydrodynamic areas

Стаття надійшла до редколегії 15.06.2007

Прийнята до друку 20.09.2007