

РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЛАНДШАФТОЗНАВСТВА ТА ГЕОМОРФОЛОГІЇ

УДК 502/504:551.438.5(477)

Мойсеєнко О. П.

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка

ПРОБЛЕМА РОЗВИТКУ І ПОШИРЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО КАРСТУ В МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Ключові слова: карст, техногенний карст, карстові області, картування, техногенні фактори

Вступ. Проблема розвитку карсту під впливом господарської діяльності людини є складовою частиною загальної проблеми взаємодії природи і суспільства. Карст, як і інші природні процеси, відчуває дедалі більший антропогенний вплив, що часто приводить до катастрофічних наслідків. Затоплення копалень, кар'єрів, руйнування мостів, ЛЕП, трубопроводів, промислових об'єктів, АЕС, гребель водосховищ, зміна водного режиму територій, виведення з землекористування сільськогосподарських угідь, формування карстових "бедлендів", забруднення поверхневих і підземних вод, виникнення провалів і деформацій поверхні та інші явища стають звичайними на інтенсивно використовуваних закарстованих територіях. Райони, що вважалися некарстовими, де гірничодобувна діяльність втягує в процеси карстоутворення глибинні товщі карстових порід, перетворюються в карстонебезпечні [1].

Постановка проблеми. Для багатьох міст проблема техногенної активізації карсту стає ключовим питанням, що визначає перспективи їх соціально-економічного розвитку. Прояви антропогенного карсту виявляють стійку еволюційну тенденцію - від локалізованих до площинних.

Недооцінка ролі карстових процесів в системі оптимізації регіонального природокористування часто призводить до негативних екологічних, інженерно-геологічних, а відповідно - соціально-економічних та, деколи, політичних наслідків і проблем [11]. Антропогенна активізація карсту небезпечна, перш за все, вже через те, що посиленій і часто невідворотній денудації піддається базовий компонент ландшафту - літогенний. Це призводить до збільшення об'ємів підземних порожнин, підвищення мінералізації вод у річках та водоймах, посилення провалотворення і загального

погіршення екологічної ситуації, інших супутніх процесів і явищ.

Тому, з огляду на те, що карстові процеси різного ступеня прояву, літологічних типів і інтенсивності поширені на території України та їх необхідно неодмінно враховувати у практиці господарювання і ресурсовикористання, застосовуючи запобіжні, лімітуючі чи інші конкретно необхідні заходи, **метою** статті є власне аналіз розвитку і поширення техногенного карсту в межах території України.

Виклад матеріалу дослідження. Загалом, під терміном **карст** розуміють систему процесів і явищ, що виникають і розвиваються під землею та на її поверхні внаслідок взаємодії вод (природних, антропогенних, ноогенних) з розчинними в даних умовах і у визначеному часовому інтервалі гірськими породами, а також подібними до них антропогенними та штучними утвореннями. Карстові процеси зменшують стійкість геологічного середовища.

Згідно з Д. С. Соколовим, існує чотири необхідних основних умови для виникнення і розвитку карсту: наявність рухливих вод; наявність розчинних порід; їх водопроникність; розчинна здатність вод. Виділяють поверхневі і підземні карстові форми. До поверхових карстових форм відносяться карри, жолоби і рови, лійки, блюдця і западини, улоговини, поля, останці. До підземних - карстові колодязі і шахти, провалля, печери. Концептуальним є визначення понять антропогенного (техногенного) карсту.

Під антропогенною активізацією карсту слід розуміти зростання темпів, параметрів і інтенсивності карстових процесів у порівнянні з попередніми, що спричинюються будь-якою безпосередньою чи опосередкованою діяльністю людини, і

призводять до погіршення ландшафтно-природничих, екологічних, інженерно-геологічних та соціально-економічних умов життєдіяльності людини і суспільства на певній території.

Тобто, під техногенним карстом мається на увазі інженерно-геологічний процес, що розвивається в породах що карстуються під переважним впливом антропогенних факторів і пов'язаних з ним явищ [10].

Загалом, в Україні породи що карстуються залягають під 67,3% території, в тому числі на 27 % проявляється відкритий карст. Карст розвинений у всіх основних геоструктурних регіонах України [18]. Найбільш значна ураженість цими процесами встановлена на території Волинської, Рівненської, Донецької, Луганської, Хмельницької, Тернопільської,

Вінницької, Миколаївської областей и Республіки Крим. Зазвичай, гірські породи, що карстуються в Україні, - це різні види карбонатів (вапняки, доломіти, мертелі), сульфатів (гіпсо-ангідрити) та хлоридів (кухонна та калійна солі). Найбільшого поширення серед розчинних порід мають карбонатні (вапняки, крейда), але на заході і сході країни значне поширення мають евапорити (гіпси, солі). Відповідно до схеми, розробленої В.Н. Дублянським і Г.Н. Дублянською (1992), за структурно-тектонічними ознаками виділяється 3 карстових країни і 7 карстових провінцій, а в їх межах за геоморфологічними і літологічними ознаками - 16 карстових областей і 46 карстових районів (рис. 1; табл. 1).

Таблиця 1 - Схема карстологічного районування України
(за В. Дублянським і Г. Дублянською, 1992, за [18])

Карстова країна	Карстова провінція	Карстова область	Кількість карстових районів
Кримсько-Кавказька (КК)	Кримська гірсько-складчата споруда (I)	Гірсько-Кримська (I-A)	4
Карпатська (КА)	Східно-Карпатська гірсько-складчата споруда (II)	Центрально-Карпатська (II-A)	3
		Закарпатська (II-Б) Прикарпатська (II-Б)	2 3
Східно-Європейська (СЕ)	Донецька складчата споруда (Ш)	Донбаська (III-A)	2
	Український щит (IV)	Північно-Придніпровська (IV-A)	3
		Південно-Придніпровська (IV -Б)	3
	Дніпровсько-Донецька западина з прилеглими схилами Українського щита та Воронезької антиклізи (V)	Дніпровська (V -A)	2
		Дніпровсько-Донецька (V -Б) Донецько-Воронезька(V -B)	2 3
	Південно-західний схил Українського щита (VI)	Поліська (VI-A)	3
Подільсько-Буковинська (VI-Б) Молдавсько-Подільська (VI-В)		4 3	
Південний схил Українського щита та Скіфська плита (VII)	Причорноморсько-Азовська (VII-A)	3	
	Добруджинська (VII-Б) Рівнинно-Кримська (VII-В)	1 5	

Розвиток техногенного карсту в Україні, так чи інакше, пов'язаний зі зміною кількості, якості, швидкості або гідравлічних градієнтів потоків природних вод, що надходять в тріщинно-карстових колекторах. При цих змінах виникають такі процеси інтенсифікації природного карсту [5]:

- корозійні, при яких відбувається розширення карстових порожнин тільки за рахунок розчинення карстових порід;

- корозійно-ерозійні, що викликають як розчинення, так і розмивання стінок порожнин;

- карстово-суфозійними, при яких поряд з двома першими процесами відбувається, вимивання заповнювача порожнин та внесення пухких перекриваючих порід у карстові порожнини з подальшим їх видаленням потоками карстових вод [6].

Всі ці процеси порушують стійкість склепінь карстових порожнин, а в кінцевому підсумку стійкість масивів гірських порід.



Рис. 1 – Схематична карта районування карсту України
(за В. Дублянським і Г. Дублянською, 1992, за [18])

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

Індекси регіонів: 1 = карстова країна; 2 = карстова провінція; 3 = карстова область; 4 = карстовий район.

Межі регіонів: 5 = карстової країни; 6 = карстової провінції; 7 = карстової області; 8 = карстового району; 9 = України.

Районування: Карстові країни: КК = Кримсько-Кавказька, КА = Карпатська, БЕ = Східно-Європейська. Карстові провінції: I = Кримська гірничо-складчаста споруда; II = Східно-Карпатська гірничо-складчаста споруда; III = Донецька складчаста споруда; IV = Український щит; V = Дніпровсько-Донецька западина з прилеглими схилами Українського щита та Воронежської антеклизі; VI = Південно-Західний схил Українського щита; VII = Південний схил Українського щита і Скіфська плита. Карстові області: IA = Гірничо-Кримська; II-A = Центрально-Карпатська; II-Б = Закарпатська; II-В = Прикарпатська; III-A = Донбаська; IV-A = Північно-Придніпровська; IV-Б = Південно- Придніпровська; V-A = Дніпровська; V-Б = Дніпровсько-Донецька; V-В = Донецько-Воронежська; VI-A = Поліська; VI-Б = Подільсько-Буковинська; VI-В = Молдавсько-Подільська; VII-A = Причорноморсько-Азовська; VII-Б = Добруджінська; VII-В = Рівнинно-Кримська.

Карстові райони: I-A-1 = Південно-Західний; I-A-2 = Центральний; I-A-3 = Північно-Східний; I-A-4 = Передгірний; II-A-1 = Стрімчакова; II-A-2 = Рахівсько-Чивчинський; II-A-3 = Складчасто-флішевий; II-Б-1 = Мукачівський; II-Б-2 = Тячівський; II-В-1 = Стебніківський; II-В-2 = Калуський; II-В-3 = Коломийський; III-A-1 = Північний; III-A-2 = Південний; IV-A-1 = Новоград-Волинський; IV-A-2 = Бердичівський; IV-A-3 = Уманський; IV-Б-1 = Кіровоградський; IV-Б-2 = Придніпровський; IV-Б-3 = Приазовський; V-A-1 = Переяславський; V-A-2 = Павлоградський; V-Б-1 = Ніжинський; V-Б-2 = Полтавський; V-В-1 = Новгород-Сіверський; V-В-2 = Сумський; V-В-3 = Старобільський; VI-A-1 = Західно-Волинський; VI-A-2 = Східно- Волинський; VI-A-3 = Мало-Поліський; VI-Б-1 = Центрально-Подільський; VI-Б-2 = Придністровський Лівобережний; VI-Б-3 = Придністровський Правобережний; VI-Б-4 = Східно-Подільський; VI-В-1 = Припрутська; VI-В-2 = Подністровський; VI-В-3 = Кодимський; VII-A-1 = Причорноморський; VII-A-2 = Нижньодніпровський; VII-A-3 = Кальміуський; VII-Б-1 = Добруджінський; VII-В-1 = Тарханкутський; VII-В-2 = Північно-Сиваський; VII-В-3 = Альмінський; VII-В-4 = Центрально-Кримський; VII-В-5 = Керченський.

Виділяють основні фактори, зміна яких в результаті техногенних навантажень приводить до формування техногенного карсту. Цими факторами є: літологія порід, її потужність, наявність водоносних горизонтів у перекриваючих і породах що карстуються, швидкості підземних потоків, наявність гідравлічних напорів та їх значення, агресивність підземних вод і водопроникні властивості порід [12].

На території України техногенний карст формується в карбонатних, сульфатних і галогенних породах, що карстуються. Його поширення має переважно локалізований характер, що зумовлено природними (місце розташування родовищ) та суспільними (можливість експлуатації) причинами.

До основних типів господарського освоєння територій, що впливають на розвиток техногенного карсту в межах України, можна віднести:

1 - зміна якості підземних вод, пов'язаних із закачуванням різних рідин і води. Так, при підземній виплавці самородної сірки в Передкарпатті, за час експлуатації родовища до катастрофічного розвитку техногенного карсту призвело порушення водного режиму, в результаті фільтрації від сіркодобувних свердловин в бік розвантаження, котра здійснювалася уздовж тектонічних порушень. При інтенсифікації припливів нафти до видобувних свердловинах шляхом закачування в пласт значних обсягів соляної кислоти з концентрацією 10-20%, яка активно розчиняє карбонатні породи, навколо привибійної частини свердловини утворюються тріщинно-карстові порожнини [7].

2 - водозниження: найбільш яскравим прикладом розвитку техногенного карсту в цих умовах є територія Язівського родовища сірки в Передкарпатті [7]. Проведення водознижувальних і осушувальних робіт в районі Язівського родовища призвело до того, що рівень основного водоносного горизонту (верхній-нижній тортон) знизився на 85 м, утворилася депресивна воронка в межах якої виділилося 10 ділянок, що належать за кількісними параметрами закарстованості до вельми нестійких, а три з них - долини річок Шкло і Терешки і майданчик водосховища Новий Яр - до катастрофічних. Тут середньорічна кількість можливих карстових провалів складає відповідно: 20,8, 13,3 і 13,8 воронок на 1 км² в рік, активність карсту через підвищення

швидкостей і агресивності підземних вод зросла в десятки разів. На сьогоднішній день в результаті тривалої розробки родовища утворилися лінзоподібні порожнечі висотою 5-10 м і в діаметрі 80-100 м, що представляють потенційну небезпеку цілісності земної поверхні. Не менш небезпечним випадком прояву техногенного гіпсового карсту є периферія Миколаївського кар'єра глини, який виявив своїм днищем обводнені гіпси Тортона, що було результатом збільшення водовідливу з кар'єру. Кількість провалів земної поверхні збільшилася, було повністю виведено з ладу 2 км² орних земель, деформовано полотно автомобільної дороги [15].

3 - потрапляння під землю значної кількості води для видобутку легко розчинних підземних копалин. Наприклад, Солотвинське родовище кам'яної солі, розташоване в межах складної солянокупольної структури, що порушена плікативною і диз'юнктивною тектонікою. У зв'язку з некерованою активізацією карстових процесів, раніше експлуатована шахта № 7 повністю затоплена. На місці шахтного стовбура утворилася воронка діаметром близько 150 м. На шахті № 8 продовжується розмив покрівлі. Карст на Солотвинському родовищі продовжує прогресувати, в цьому районі налічується 137 карстових воронок, форма воронок до 30 м в діаметрі, а глибина коливається від 0,5 до 8-10 м [16]. Калуське родовище калійних солей експлуатовалося рудником, що складається з 4-х шахтних полів. Рудні тіла знаходилися на глибині від 40-60 до 160-180 м, після припинення робіт рудника в утворені порожнечі загальним об'ємом 3 млн м³ надходили прісні води в кількості близько 200 м³/добу, що призвело до обвалення склепінь гірничих виробок. В результаті цього сформувалися провальні воронки, з них найбільш велика зруйнувала 30 житлових будинків в м. Калуші, а також дорогу, газопровід, водогін та інші господарські об'єкти [8]. Поклади кам'яної солі на Донбасі представлені родовищами в районі Артемівська та Слов'янська. Глибина розробки солі на Артемівському родовищі становить 120-320 м, а на Слов'янському 680-720 м. У результаті експлуатації родовищ утворилася мульда осідання площею 167 га з тріщинами відриву по бортах, деформаціями наземних споруд, з провальними воронками на цій

території, карстовими озерами і підтопленими ділянками [6].

4 - різко збільшує розвиток техногенного карсту будівництво різного роду іригаційних споруд: каналів, водосховищ, ставків і т.д. Активізація карстових процесів у зоні Північно-Кримського каналу (ПКК) сталася через значні фільтраційні втрати. Досвід експлуатації ПКК показав, що на ділянках каналу Красногвардійської і Чорноморської гілок, розташованих на перетині їх з тріщинно-карстовими зонами, щорічно утворюються тріщини в бетонному облицюванні каналу і великі провали, які супроводжуються великими втратами води. Іноді карстово-суфозійні воронки утворюються на прилеглих до каналу майданчиках. Розвиток техногенного карсту в межах водосховищ може відбуватися практично миттєво (наприклад, Межигірське водосховище), але іноді вплив карсту позначається через десятки років, наприклад, у Каховському водосховищі. Після будівництва греблі та створення водосховища почалася фільтрація в неогенові вапняки в обхід греблі. При цьому живлення неогенового водоносного горизонту збільшилось на 30% за рахунок дніпровських вод; порожнини діаметром більше 0,5 м виявлялися на відстані більше 3 км від річки. Карст і просідання земної поверхні за таких умов розвиваються

одночасно, тому що при розвитку підтоплення відбувається активізація карстових процесів за рахунок збільшення обводнення, подібно цьому виникають процеси просідання в лесових породах [17].

5 - на територіях промислово-міських агломерацій, що піддаються інтенсивному господарському освоєнню, вельми різко проявляються фактори, що сприяють розвитку техногенного карсту. Основними з них є: значні зниження рівнів експлуатаційного водоносного горизонту, пов'язані з відкачуванням для водопостачання або з будівництвом різних комунікацій (колекторів, тунелів і т.д.) з підтопленням значних територій у зв'язку з витокami з водопровідних систем, поливами, підпором ґрунтових вод. Планувальні роботи можуть або зменшити товщину шару пухких порід, котрі перебивають породи що карстуються, або, в окремих випадках, розкрити їх. Приклади розвитку техногенного карсту можна знайти в ряді міст України: Сімферополі, Севастополі, Маріуполі та ін. Характерним є те, що при проектно-пошукових роботах, як правило, карстові порожнини не виявлялись [13].

В результаті дослі було розроблено табл. 2, де показано поширення техногенного карсту та причини його виникнення на території України в межах природних карстових областей (рис. 2).

Таблиця 2 – Поширення в межах природних карстових областей техногенного карсту та причини його виникнення

Карстові області	Причини, що викликають розвиток техногенного карсту			
	Руйнування ґрунтово-рослинного покриву	Водопостачання в гірських розробках	Посилене осушення вологих ґрунтів і заболочених ділянок	Підтоплення зони інтенсивного водообміну на периферії водосховищ чи водоканалів
I-A Гірсько-Кримська	+	+		+
II-B Закарпатська		+		
II-B Прикарпатська		+		
III-A Донбаська		+		
IV-B Південно-Придніпровська		+		
VI-A Поліська	+		+	
VI-B Подільсько-Буковинська		+		
VI-B Молдавсько-Подільська				+
VII-A Причорноморсько-Азовська				+
VII-B Рівнинно-Кримська				+

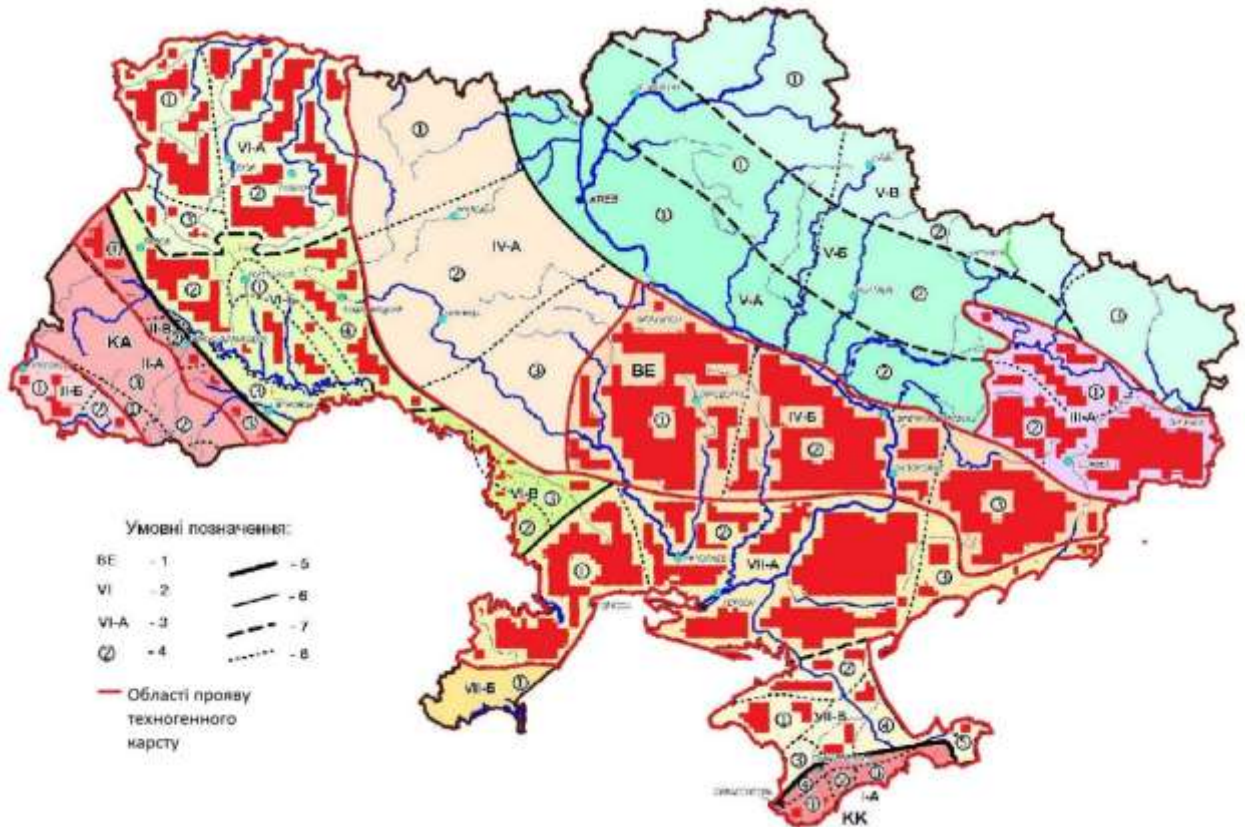


Рис.2 – Поширення техногенного карсту в Україні (зроблена на основі рис. 2 . Схематичної карти районування карсту України (за Дублянським і Дублянською,1992). за [18])

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

Індекси регіонів: 1 = карстова країна; 2 = карстова провінція; 3 = карстова область; 4 = карстовий район.

Межі регіонів: 5 = карстової країни; 6 = карстової провінції; 7 = карстової області; 8 = карстового району; 9 = України.

Районування: Карстові країни: КК = Кримсько-Кавказька, КА = Карпатська, БЕ = Східно-Європейська. Карстові провінції: I = Кримська гірничо-складчаста споруда; II = Східно-Карпатська гірничо-складчаста споруда; III = Донецька складчаста споруда; IV = Український щит; V = Дніпровсько-Донецька западина з прилеглими схилами Українського щита та Воронежської антеклізи; VI = Південно-Західний схил Українського щита; VII = Південний схил Українського щита і Скіфська плита. Карстові області: IA = Гірничо-Кримська; II-A = Центральньо-Карпатська; II-Б = Закарпатська; II-В = Прикарпатська; III-A = Донбаська; IV-A = Північно-Придніпровська; IV-Б = Південно- Придніпровська; V-A = Дніпровська; V-Б = Дніпровсько-Донецька; V-В = Донецько-Воронежская; VI-A = Поліська; VI-Б = Подільсько-Буковинська; VI-В = Молдавсько-Подільська; VII-A = Причорноморсько-Азовська; VII-Б = Добруджінська ; VII-В = Рівнинно-Кримська.

Карстові райони: I-A-1 = Південно-Західний; I-A-2 = Центральний; I-A-3 = Північно-Східний; I-A-4 = Передгірний; II-A-1 = Стрімчакова; II-A-2 = Рахівсько-Чивчинський; II-A-3 = Складчасто-флішевий; II-Б-1 = Мукачівський; II-Б-2 = Тячівський; II-В-1 = Стебніківський; II-В-2 = Калуський; II-В-3 = Коломийський; III-A-1 = Північний; III-A-2 = Південний; IV-A-1 = Новоград-Волинський; IV-A-2 = Бердичівський; IV-A-3 = Уманський; IV-Б-1 = Кіровоградський; IV-Б-2 = Придніпровський; IV-Б-3 = Приазовський; V-A-1 = Переяславський; V-A-2 = Павлоградський; V-Б-1 = Ніжинський; V-Б-2 = Полтавський; V-В-1 = Новгород-Сіверський; V-В-2 = Сумський; V-В-3 = Старобільський; VI-A-1 = Західно-Волинський; VI-A-2 = Східно- Волинський; VI-A-3 = Мало-Поліський; VI-Б-1 = Центральньо-Подільський; VI-Б-2 = Придністровський Лівобережний; VI-Б-3 = Придністровський Правобережний; VI-Б-4 = Східно-Подільський; VI-В-1 = Припрутська; VI-В-2 = Подністровський; VI-В-3 = Кодимський; VII-A-1 = Причорноморський; VII-A-2 = Нижньодніпровський; VII-A-3 = Кальміуський; VII-Б-1 = Добруджінський; VII-В-1 = Тарханкутський; VII-В-2 = Північно-Сиваський; VII-В-3 = Альмінський; VII-В-4 = Центральньо-Кримський; VII-В-5 = Керченський.

На даний час, у зв'язку з розвитком різних галузей господарської діяльності людини, змінюється екологічна обстановка, виникають різні аспекти освоєння та охорони закарстованих територій, що свідчить про актуальність досліджень техногенного карсту.

Найбільш повно питання розвитку техногенного карсту висвітлені в роботах Ф. В. Котлова [12], в яких систематизовано відмінності цього карсту від природного, виявлені і узагальнені основні антропогенні карстоформуючі фактори, а також відзначена слабка розробка заходів боротьби з антропогенними карстопроявами, і майже повна відсутність наукового та економічного обґрунтування управління цим процесом. Крім того, була розроблена типізація антропогенних геологічних процесів і явищ, закономірності їх розвитку та поширення. Антропогенний карст віднесений ним до процесів і явищ, викликаних зміною режиму поверхневих і підземних вод і зміною напруженого стану та статичної рівноваги в породах.

Найменш вивченими в даний час є закономірності, умови та характер прояву техногенного карсту, так як сам процес карстування пов'язаний із впливом багатьох, взаємопов'язаних між собою факторів. У багатьох випадках на процеси природного карстування накладаються техногенні фактори, що практично виключає можливість чіткого віднесення тих чи інших карстових проявів до природного або техногенного карсту. Тобто вивчення умов розвитку, прояву, прогноз техногенного карсту, районування території за умовами його розвитку повинно проводитися одночасно з вивченням особливостей природного закарстованості. Сучасне виявлення карстонебезпеки і прийняття рішень ще на ранніх стадіях проектування знизять витрати на будівництво та експлуатацію споруд [2, 13]. Тісний зв'язок між процесом природної закарстованості і розвитком техногенного карсту відмічений М. В. Комаровою та Е. С. Штенгеловим [9] і корелюється з участками дуже високої і високої інтенсивності природного карстування вапняків, розташованих в зонах розвитку тектонічної тріщинуватості.

Для спостереження за карстовими процесами використовуються методи гравірознавдя, магніторозвідки, електро-

магнітного профілювання, електромагнітного зондування, сейсморозвідки. За допомогою свердловинних геофізичних досліджень вивчаються фізичні властивості гірських порід навколо свердловин і між свердловинами, визначаються швидкості руху та фільтрації підземних вод. Застосування не менше двох методів, наприклад одного електророзвідувального і одного сейсмічного, може дати більш достовірне рішення поставлених завдань.

В останні роки для вивчення та контролю карстових процесів створюються геоінформаційні системи (ГІС).

Характер і обсяг протикарстових заходів залежить від конкретних інженерно-геологічних умов території і різний для промислово-міських будівель, автодоріг і залізниць, гідротехнічних підземних споруд і т.д. в практиці проектування і будівництва в карстових районах застосовуються захисні заходи. Вивчати карстові процеси необхідно, в першу чергу, для того, щоб зводити мегаполіси і окремі споруди в безпечній місцевості, займатися експлуатацією залізних магістралей [19]

У міському будівництві захищати землі від таких руйнівних процесів прийнято трьома основними способами: уникати будівництва на небезпечних ділянках територій; оптимально мінімізувати можливість утворення провалів над підземними пустотами і порожнинами; підготувати будівлі та споруди до можливих обвалів і просідань з точки зору інженера.

Перший спосіб включає в себе розробку архітектурно-планувальних рішень, які дозволяють виключити можливість зведення будівель на потенційно небезпечних ділянках. Як правило, вищезгаданий варіант боротьби з цими руйнівними процесами застосовується лише для освоєваних земель і не актуальний для забудованих районів.

Інженерні методи боротьби, які відносяться до другого способу, називають активними. Це набір комплексних заходів, спрямованих на те, щоб заповнити ніші і порожнини, які є під землею, а також розколи в карбонатних породах розчином цементу або бетону. Використовують і метод, який може захистити будівлі великого значення - ізоляція режиму гідрогеології шляхом виключення водного відбору.

Третій спосіб запобігання руйнівним наслідкам вищезгаданих процесів включає в себе створення унікальної індивідуальної конструкції фундаменту і самої споруди. Наприклад, цільні залізобетонні фундаменти у формі суцільних плит. Конструкції таких будов повинні бути з підвищеною просторовою жорсткості.

Для гірничо-добувних територій відомим способом попередження провалів над виробленим простором є його закладка [14]. Однак вартість цього заходу часто набагато більше, ніж очікуваний збиток. Тому в світовій практиці поєднують закладні роботи з захороненням відходів. Дешевшим є затоплення відпрацьованих шахт насиченим розсолон, успішно здійснюване в Калуші. Необхідним заходом є засипка карстових провалів. Чим раніше це буде зроблено, тим менше знадобиться матеріалу для засипання. У першу чергу потрібно створити перешкоду для виносу ґрунту, що засипається в гірничі виробки. Для цього спочатку потрібно заповнити джерло провалу великогабаритним матеріалом: каменем, бетонними блоками, колодами. Після цього можна засипати воронку місцевим ґрунтом, бажано глинистим.

Якщо спостерігається просідання поверхні, а провалів ще немає, можна здійснити закладку карстового каналу дисперсним матеріалом через свердловини[3].

Висновки. Карст, як і інші природні процеси, відчуває дедалі більший антропогенний вплив, що часто приводить до катастрофічних наслідків [1]. Затоплення копалень, кар'єрів, руйнування мостів, ЛЕП, трубопроводів, промислових об'єктів, АЕС, гребель водосховищ, зміна водного режиму територій, виведення з землекористування сільськогосподарських угідь, формування карстових "бедлендів", забруднення поверхневих і підземних вод, виникнення провалів і деформацій поверхні та інші явища стають звичайними на інтенсивно використовуваних закарстованих територіях. Тож, проблема розвитку техногенного карсту в Україні на даний час є досить актуальною.

На території України техногенний карст формується в карбонатних, сульфатних і

галогенних породах, що карстуються. Його поширення носить переважно локалізований характер, що зумовлено природними та суспільними причинами. Серед головних природних причин виникнення техногенного карсту в межах України можна виділити такі як: літологія порід, її потужність, наявність водоносних горизонтів у перекриваючих і породах що карстуються, швидкості підземних потоків, наявність гідравлічних напорів та їх значення, агресивність підземних вод і водопроникні властивості порід [12].

На території України поширення техногенного карсту можна спостерігати в межах таких природних карстових областей: I-A Гірсько-Кримська, II-B Закарпатська, II-B Прикарпатська, III-A Донбаська, VI-B Південно-Придніпровська, VI-A Поліська, VI-B Подільсько-Буковинська, VI-B Молдавсько-Подільська, VII-A Причорноморсько-Азовська, VII-B Рівнинно-Кримська.

Оскільки явище техногенного карсту викликає багато негативних наслідків для суспільства, його неодмінно потрібно ліквідувати, а ще краще – попереджувати його виникнення. Характер і обсяг протикарстових заходів залежить від конкретних інженерно-геологічних умов території і різний для промислово-міських будівель, автодоріг і залізниць, гідротехнічних підземних споруд і т.д. У практиці проектування і будівництва в карстових районах застосовуються захисні заходи. Основні способи та методи захисту від карсту у міському будівництві це - уникати будівництва на небезпечних ділянках територій; оптимально мінімізувати можливість утворення провалів над підземними пустотами і порожнинами; підготувати будівлі та споруди до можливих обвалів і просіданням з інженерної точки зору.

Отже, дослідження та своєчасне виявлення проявів техногенного карсту, особливо в межах вказаних природних карстових областей дозволить значно підвищити екологічну безпеку території та підтримувати нормальні умови життєдіяльності населення в потенційно карстонебезпечних регіонах України .

Список літератури

1. *Андрейчук В. Н.* Определение антропогенного карста. – Свердловск : УрО АН СССР, 1991. – 89 с.
2. *Сергеева Л. Г.* Влияние техногенеза на интенсивность карстовых процессов на территории Украины / Л.Г Сергеева // Проблемы техногенного карста : тез. докл. Всесоюз. конф.

(Кунгур, 1988). – Пермь : изд-во Пермск.гос. ун-т, 1988. – С. 19-21. **3.** Гайдін А. М. Сульфатний карст та його техногенна активізація / Гайдін А.М., Рудько Г.І. – К. : Знання, 1998. - 75 с. **4.** Гвоздецкий Н.А. Проблемы изучения карста и практика. – М. : мысль, 1972. – 392 с. **5.** Дублянская Г. Н. Теоретические основы изучения парагенезиса карст-подтопление / Дублянская Г.Н., Дублянский В.М. – Пермь : изд-во Перм. ун-ту, 1998. – 204 с. **6.** Регіональні інженерно-геологічні умови території України. – 1997. – Вип. 1. – С. 29-35. **7.** Блоцкий Н. А. Карст Язовского месторождения и его техногенная активизация / Н. А. Блоцкий // Физ. география и геоморфология. – 1985. – Вып. 32. – С. 78-84. **8.** Рудько Г. І. Катастрофічні провали в м Калуж та методика управління карстонебезпечними територіями / Г. І. Рудько // Катастрофи і аварії на закарстованих територіях : тез. докл. – Перм : ПермГУ, 1990. – С. 14-15. **9.** Комарова М. В. Карстологічне районування Півдня УРСР з метою прогнозу зміни інженерно-геологічної обстановки / Комарова М. В., Штенгелов Е. С. // ВІСМС. Експрес-інформація. Гідрогеол. і інж геол. – 1977. – Вип.5. **10.** Коржик В.П. О понятии и сущности техногенного карста / В.П. Коржик // Проблемы техногенного карста : тез. докл. Всесоюз. конф. (Кунгур, 1988). – Пермь : изд-во Пермск.гос. ун-т, 1988. – С. 15-16. **11.** Коржик В. П. Социально-экономические проблемы антропогенного карстогенеза / Коржик В. П., Заремська О. Н. // Региональные аспекты природопользования. – Чернівці – Сосновец, 2002. – С. 112-118. **12.** Котлов Ф. В. Антропогенный карст / Ф. В. Котлов // Новости карстоведения и спелеологии. – 1963. – №3. – С. 80-89. **13.** Луцкий А. В. Регіональний прогноз можливості розвитку карсту під впливом техногенної діяльності на території України / Луцкий А. В., Шутов Ю. І. // Регіональні інженерно-геологічні умови території України. – 1997. – Вип. 1. – С. 65-71. **14.** Пермяков Р. С. Технология добычи солей / Пермяков Р.С., Бельди М.П., Романов В.С. – М. : Недра, 1981. – 106 с. **15.** Шутов Ю. И. Развитие техногенного карста в районе Николаевского карьера / Ю. И. Шутов. // Проблемы техногенного карста : тез. докл. Всесоюз. конф. (Кунгур, 1988). – Пермь : изд-во Пермск.гос. ун-т, 1988. – С. 23-25. **16.** Рудько Г. І. Соляной карст Закарпатья / Г. І. Рудько, В. М. Чверенко // Инженерная геология карста : Тез. докл. Международного симпозиума. – Пермь : изд-во Пермск. гос. ун-т, 1992. – С. 47-49. **17.** Шеко А. І. Оцінка небезпеки і ризику екзогенних геологічних процесів / Шеко А.І., Круподеров В.С. // Геоєкологія. – 1994. – 3. - С.11-21. **18.** Экологическая геология Украины / Шнюков В.Ф., Шестоплов В. М., Яковлев Е. А. – К. : Наук. думка, 2009. – 407 с. **19.** Карст и меры борьбы с ним [Електронний ресурс]: //Режим доступу: <http://akril-stone.com/karst-i-mery-bor-by-s-nim.html>

Мойсеєнко О. П. Проблема розвитку і поширення техногенного карсту в межах території України. Показано актуальність дослідження проблеми розвитку техногенного карсту в Україні. Визначено такі важливі терміни як карст та техногенний карст. Проаналізовано просторовий розподіл природного карсту на території України та подано схематичну карту районування карсту України. Названо природні причини виникнення техногенного карсту в межах України та зроблено огляд техногенних факторів, що впливають на формування карсту при різних видах господарської діяльності, наведено приклади. Розроблено таблиця та рисунок, де відображено поширення в межах природних карстових областей України техногенного карсту та причини його виникнення. Названо методи дослідження карсту. Описано основні способи та методи боротьби з карстом.

Ключові слова: карст, техногенний карст, карстові області, картування, техногенні фактори.

Moiseienko O. The problem of technological karst and distribution within Ukraine. There is showed the studying actuality of technological karst development in Ukraine. Determined such important terms as karst and technogenic karst. Analyzed the spatial distribution of natural karst in Ukraine (the most significant infestation of these processes set in the Volyn, Rivne, Donetsk, Luhansk, Khmelnytsky, Ternopil, Vinnytsia, Mykolaiv regions and Crimea). Also, there is presented a schematic map of zoning of Ukrainian karst, where according to the structural and tectonic features are allocated three karst countries and seven karst provinces, and within it - sixteen karst regions and forty-six karst areas (according to geomorphological and lithological features). Named natural causes of technogenic karst in Ukraine (rock lithology, its power, presence of the aquifers in overlapping rocks and karst rocks, speed of underground streams, the presence of hydraulic pressures and their extent, chemical aggression of ground water and water resistant properties of rocks). Made overview of technogenic factors affecting the formation of karst in case of different types of economic activity, are examples. This technogenic factors are: change in groundwater quality associated with the injection of various liquids and water; dewatering; sinking into the ground significant amounts of water for extraction of easily soluble underground minerals; construction of different kinds of irrigation facilities, canals, reservoirs, ponds, etc.; intensive economic development on the areas of industrial urban agglomerations. Created a table and an image, which show the distribution within the natural karst regions of Ukraine technogenic karst and its root causes.

Also, there are named research methods of karst (for example gravity methods, methods of magnetic exploration, electromagnetic profiling, electromagnetic sensing, seismic, borehole geophysical research), stated that the current system of observations of the technological development of karst in Ukraine requires improvement and technical renovation. At the very end there are described basic ways

and methods of dealing with karst (for example avoid construction on hazardous areas, optimally minimize the possibility of formation dips over underground voids and cavities; prepare buildings for possible landslides and sinking from the engineering point of view).

Keywords: karst, industrial karst, karst area, mapping, man-made factors.

Моисеенко О. П. Проблема розвитку и поширення техногенного карсту в межах території України. Показана актуальність дослідження проблеми розвитку техногенного карста в Україні. Определены такие важные термины как карст и техногенный карст. Проанализировано пространственное распределение природного карста на территории Украины и представлена схематическая карта районирования карста Украины. Названы естественные причины возникновения техногенного карста в пределах Украины и сделан обзор техногенных факторов, влияющих на формирование карста при разных видах хозяйственной деятельности, приведены примеры. Разработаны таблица и рисунок, с помощью которых показаны распространение в пределах естественных карстовых областей Украины техногенного карста и причины его возникновения. Названы методы исследования карста. Описаны основные способы и методы борьбы с карстом.

Ключевые слова: карст, техногенный карст, карстовые области, картирование, техногенные факторы.

Надійшла до редколегії 28.04.2016

УДК 911.52(234.421.1)

Буряник О. О., Мельник А. В.
*Львівський національний університет
імені Івана Франка*

ЛАНДШАФТНА СТРУКТУРА СКОЛІВСЬКИХ БЕСКИД

Ключові слова: ландшафтна структура, висотна місцевість, стрія, Сколівські Бескиди

Постановка проблеми. Сколівські Бескиди згідно фізико-географічного районування Українських Карпат це окремий фізико-географічний (ландшафтний) район в межах Середньогірно-скибової області Карпатського гірського краю [12]. Він займає площу 1149,3 м² і розташований у межиріччі рік Стрий і Мізунка.

Сколівські Бескиди - унікальний природний район Українських Карпат, який характеризується значною різноманітністю фізико-географічних умов – складною геологічною будовою, високою розчленованістю рельєфу, густою річковою сіткою та своєрідним ґрунтово-рослинним покривом. Не зважаючи на значне вертикальне і горизонтальне розчленування рельєфу, природні територіальні комплекси (ПТК) середньогір'я тут активно використовуються для ведення лісового господарства, а в низькогір'ї і днищах річкових долин заселені і використовуються в сільському господарстві, вздовж річок проходять численні транспортні шляхи.

Тривале антропогенне навантаження призвело до поширення в Сколівських Бескидах таких негативних стихійних фізико-географічних процесів як селі і зсуви, паводки і повені, вітровали і буреломи тощо. Тому подальше господарське використання ПТК території,

в тому числі і їхнє рекреаційне освоєння, яке активізувалося в останні роки, а також ведення заповідної справи (тут з 1999 року функціонує національний природний парк «Сколівські Бескиди») потребує більш детального комплексного вивчення природних умов і створення відповідних ландшафтних карт.

Гірські території характеризуються складною ландшафтною структурою, яку на локальному рівні формують ПТК різних рангів – орокліматичні сектори, морфодинамічні висотні місцевості, літогенетичні стрії, урочища і фації [15]. Серед них з практичної точки зору на особливу увагу заслуговують висотні місцевості, стрії та урочища. На сьогодні загальна вивченість ландшафтної структури регіону пов'язана з ПТК рангу висотна місцевість.

Аналіз останніх досліджень. Перші картографічні зображення ландшафтної структури території Сколівських Бескид представлені на схематичних ландшафтних картах Українських Карпат та Львівської області укладених К. І. Геренчуком (1964, 1968, 1972). На них представлені ПТК двох рангів - ландшафтні яруси і місцевості. Зокрема в 1968 р. К. І. Геренчук виділяє ярус крутосхилового середньогір'я, який включає місцевості на крутих північних схилах скибових хребтів і місцевості на