

РОЗРОБКА ПЕРШОЇ РЕДАКЦІЇ ДСТУ-Н Б В.1.1-XX:201X «НАСТАНОВА ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ СПОРУД НА ЗАКАРСТОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ»

Червинський Я.Й., Титаренко В.А., Дворник А.М.,
Домбровський Я.І., Шомка М.В.

ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»
м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ: Першу редакцію ДСТУ–Н.Б.В.1.1-XX:201X «Настанова щодо проектування споруд на закарстованих територіях» розроблено у розвиток положень ДБН В.1.1-XX:201X «Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення проектування». Цей стандарт встановлює вимоги щодо безпеки, експлуатаційної придатності та довговічності споруд, конструкцій, технічних систем, територій при проектуванні на закарстованих територіях, описує обґрунтування для їх розрахунку та верифікації.

АННОТАЦИЯ: Первая редакция ДСТУ-Н.Б.В.1.1-XX: 201X «Руководство по проектированию сооружений на закарстованных территориях» разработана в развитие положений ДБН В.1.1-XX: 201X «Здания и сооружения в сложных инженерно-геологических условиях. Общие положения проектирования». Настоящий стандарт устанавливает требования безопасности, эксплуатационной пригодности и долговечности сооружений, конструкций, технических систем, территорий при проектировании на закарстованные территории, описывает обоснования для их расчета и верификации.

ABSTRACT: The first edition of DSTU-N.B.V.1.1-XX: 201X "Guidelines for the design of structures on karst areas" designed to develop the provisions of DBN В.1.1-XX: 201X "Buildings and structures in difficult engineering-geological conditions. General design position. " This standard specifies safety requirements, serviceability and durability of structures, constructions, engineering systems, the design of areas on karst territories, describes the rationale for their calculation and verification.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: карст, карстовий провал, мульда осідання.

ВСТУП

Першу редакцію Державних стандартів України ДСТУ–Н.Б.В.1.1-XX:201X «Настанова щодо проектування споруд на закарстованих територіях» розроблено Державним підприємством «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» на замовлення Міністерства регіонального розвитку та будівництва України. Для роботи над проектом цих стандартів була створена робоча група, до складу якої залучені провідні фахівці проектних, виробничих, науково-дослідних організацій і університетів України в галузях промислово-цивільного будівництва та інженерної геології, гідрології, серед яких Я. Червинський, В. Титаренко, Ю. Немчинов, А. Петраков, Ю. Слюсаренко, І. Матвеев, М. Корнієнко та інші.

Мета роботи полягає в розробленні загальних настанов і підходів до проектування будівельних об'єктів різних конструктивних рішень на закарстованих територіях, які б відповідали сучасній потребі й стану нормативної бази України, міждержавним і міжнародним нормативним документам у галузі проектування будівель та споруд в умовах закарстованості територій. У першій редакції проекту ДСТУ-Н.Б.В.1.1-XX:201X наведено положення і вимоги до проектування, організації будівництва та заходів захисту об'єктів на закарстованих територіях, будівель і споруд всіх видів і класів наслідків (відповідальності), містяться основні вимоги до заходів захисту об'єктів, матеріалів, які при цьому застосовуються, до стійких конструкцій споруд в умовах закарстованості територій, особливостей будівництва й експлуатації при проектуванні об'єктів, складу інженерних вишукувань, вимог щодо оцінювання впливу будівництва на навколишнє середовище (ОВНС).

Причини появи та розвитку карстових процесів, заходи захисту від карстопроявів, геотехнічні методи і конструктивні рішення щодо карсто-небезпечних явищ досліджували М. Метелюк, І. Бойко, Ю. Великодний, Л. Гінзбург, А. Дранников, М. Корнієнко, І. Лучковський, М. Маслов, С. Месчян, О. Петраков, Є. Сорочан, Г. Стрижельчик, О. Трофимчук, К. Шадунц, Д. Шапіро та інші [4 – 6], а також іноземні геотехніки.

Перша редакція ДСТУ-Н.Б.В.1.1-XX:201X «Настанова щодо проектування споруд на закарстованих територіях» розроблено у розвиток положень ДБН В.1.1-XX:201X «Будинки, будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення проектування» [1].

При розробці нормативного документу акцентувалась увага на вирішенні наступних задач:

– розроблення загальних настанов і підходів до проектування будівельних об'єктів різних конструктивних рішень на закарстованих територіях;

– урахування особливостей і умов закарстованих територій України при проектуванні будівельних об'єктів;

– доповнення і розвиток вимог ДБН В.2.1-10-2009 та ДБН В.1.1-XX:201X* настановами з проектування споруд на закарстованих територіях з урахуванням досвіду їх проектування в Україні;

– включення настанов з проектування будівель і споруд різних конструктивних рішень, які раніше не враховувались, а саме: із заглибленими нижніми поверхами, з фундаментами глибокого закладання; з прорізанням нижніми поверхами шарів закарстованих порід, з конструктивними заходами захисту тощо;

– включення загальних настанов з проектування будівельних об'єктів на закарстованих територіях з урахуванням сейсмічних і динамічних впливів, суфозії, зрушення, гідрогеологічних чинників і одночасної дії різних умов;

– актуалізація норм проектування на закарстованих територіях відповідно до сучасних вимог науки та техніки у будівельній галузі.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Створення національного стандарту ДСТУ-Н з проектування будівель і споруд на закарстованих територіях спрямоване на забезпечення проведення єдиної технічної політики з питань проектування будівельних об'єктів різних конструктивних рішень в складних інженерно-геологічних умовах, характерних для території України, на основі таких підходів до вибору конструктивної схеми споруд і заходів захисту, що відповідають інженерно-геологічним умовам ділянки забудови з карстово-суфозійними процесами.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Структура ДСТУ-Н складається з 12 розділів та містить 10 додатків.

У структурному елементі «ВСТУП» наведено загальну характеристику структури проекту ДСТУ-Н і його взаємозв'язок з іншими стандартами.

У розділі «1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ» окреслена технічна галузь, на яку поширюються вимоги об'єкта стандартизації.

У розділі «2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ» наведені посилання на нормативно-правові акти, нормативні акти і нормативні документи.

У розділі «3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ» наведені терміни, вжиті у проекті ДСТУ-Н, та визначення позначених ними понять.

У розділі «4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ» наведені позначки та скорочення, вжиті у проекті ДСТУ-Н.

У розділі «5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ» наведені загальні настанови з проектування і розрахунків, що характерні для закарстованих територій. Наголошується, що до закарстованих відносяться території, на яких в геологічному розрізі спостерігається розчинення гірських порід (вапняків, доломітів, крейди, гіпсу, ангідридів, кам'яної солі тощо), де прогнозується виникнення чи вже існують карстопрояви.

При проектуванні нових об'єктів на закарстованих територіях варто передбачати заходи інженерного захисту території, що виключають можливість виникнення карстових деформацій, або забезпечують зменшення їх несприятливого впливу на споруди. Якщо вжиття цих заходів не виключає повністю можливість утворення карстових деформацій або з технічних чи економічних причин неможливе вжиття цих заходів, повинні використовуватись методи конструктивного захисту споруд. Протикарстовий захист може бути спрямований на: зміну природного ходу карстових процесів; збереження будівель і споруд та забезпечення безпеки людей без впливання на природний хід карстового процесу; зменшення шкідливого впливу господарської діяльності на карстові процеси. Метою протикарстового захисту є запобігання, усунення або зниження до допустимого рівня негативного впливу на об'єкти діючих та потенційно можливих небезпечних карстових процесів. Приведені загальні рекомендації щодо розробки проєктів планування на закарстованих територіях (планувальні проти карстові заходи).

У розділі «6 КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕРИТОРІЙ ТА РАЙОНУВАННЯ» наведено класифікацію та основні механізми утворення карстових деформацій, які залежать від природних і техногенних чинників. Розділ 6 складається з наступних підрозділів:

Підрозділ «6.1 Класифікація карсту за природними факторами». Тут приведена класифікація карсту залежно від літологічного складу та розчинності карстових порід, глибини розташування порід, що схильні до картування, гідрогеологічних умов, фізико-механічних властивостей покривних порід. Приведено карту-схему розміщення карстових порід на території України.

Підрозділ «6.2 Підземні карстопрояви». Розглянуто механізми та особливості утворення і розвитку підземних карстопроявів.

Підрозділ «6.3 Поверхневі карстопрояви». Розглянуто механізми та особливості утворення і розвитку поверхневих карстопроявів.

Підрозділ «6.4 Вплив техногенних факторів на форми карстопроявів». При призначенні параметрів деформацій земної поверхні на закарстованих територіях доцільно враховувати зміни гідрогеологічних умов, які можуть вплинути на значне збільшення швидкості розчинення та виносу сульфатних і карбонатних порід, а також рекомендується враховувати техногенні впливи, що можуть призводити до активізації і збільшення швидкості протікання карстових і карсто-суфозійних процесів.

Підрозділ «6.5 Районування території». Приведені загальні настанови щодо мікрорайонування території за її карстонебезпечністю, яке рекомендується виконувати на початковому етапі розробки проектів детального планування і забудови закарстованих територій. Під мікрорайонуванням закарстованої території розуміють диференціювання її на зони і ділянки по ряду ознак, що характеризують ступінь та характер небезпеки карсту для будівель і споруд за розрахунковий термін їх експлуатації. Приводяться настанови щодо мікрорайонування території за характеристиками потенційних карстових деформацій земної поверхні (вид, механізм утворення, інтенсивність та розміри) та характером і ступенем чутливості карстового процесу до різних техногенних впливів.

У розділі «7 ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ ВИШУКУВАНЬ» наведено основні задачі інженерно-геологічних досліджень в районах розвитку карсту та методи їх вирішення. Розділ 7 складається з наступних підрозділів:

Підрозділ «7.1 Загальні положення». Наведено загальні настанови щодо задач, об'ємів та вимог до результатів вишукувань.

Підрозділ «7.2 Вишукування для розробки передпроектної документації». Інженерні вишукування забезпечують отримання попереднього районування території за ступенем її закарстованості. На даній стадії здійснюються камеральні та (за необхідності) польові роботи.

Підрозділ «7.3 Вишукування для розробки проектів». Метою інженерних вишукувань на даній стадії є вивчення умов та чинників розвитку карсту і встановлення критеріїв для районування закарстованих територій за категорією стійкості для будівництва.

Підрозділ «7.4 Вишукування для розробки робочої документації». Завданнями інженерно-геологічних досліджень на ділянках та майданчиках розташування проектних будівель і споруд є: уточнення та деталізація карстовиникаючих чинників, виявлення і визначення основних параметрів порожнин, розвідка ослаблених або цільних зон та прогноз розвитку карстових порожнин з метою зонування (мікрорайонування) ділянки за ступенем карстової небезпеки для розробки проекту інженерної підготовки територій та протикарстових заходів. Дослідження виконуються на території, віднесеній до II і III по категоріям стійкості. В межах поширення IV категорії дослідження призначаються за наступних умов:

- неповний об'єм досліджень на попередній стадії;
- складні інженерно-геологічні умови;
- проектування споруд і будівель класу наслідків СС3.

Підрозділ 7.5 «Вишукування для розробки проектів тампонажу порожнин». Для прийняття обґрунтованого рішення по тампонажу карстових зон основними даними про характер закарстованості порід є:

- тип карсту;

- механізм карстових деформацій: швидкість розчинення порід;
- потужність закарстованої зони;
- розміри і форми карстових порожнин в плані та по висоті;
- кількість карстових порожнин по усій площі тампонажних робіт;
- просторове розміщення карстових порожнин і їх зв'язок з тектонічними умовами;
- ярусність (поверховість) карстових порожнин;
- склад заповнювача порожнин, його фізико-механічні характеристики;
- наявність порожнин поблизу майданчика тампонажних робіт.

У розділі «8 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ТА ЗАХОДИ ЗАХИСТУ СПОРУД» наведено види і конструктивні рішення сучасних споруд за способами зведення, заходами захисту і методиками розрахунків, які рекомендуються для застосування в залежності від класу за відповідальністю споруд та категорії стійкості закарстованих територій. Наведені загальні настанови щодо виконання експлуатаційних та технологічних заходів протикарстового захисту.

У розділі «9 ГЕОТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ ПРОТИКАРСТОВОГО ЗАХИСТУ» наведено настанови щодо тампонування карстових порожнин і тріщин, влаштування компенсуючих ґрунтових подушок, закріплення закарстованих порід і (або) покриваючих ґрунтів ін'єктуванням спеціальних розчинів.

У розділі «10 ПРОЕКТУВАННЯ СПОРУД ТА ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ» наведено рекомендації з визначення зовнішніх навантажень і геотехнічних впливів, як вихідних даних для проектування на закарстованих територіях. При проектуванні споруд та заходів інженерного захисту на закарстованих територіях рекомендується враховувати визначені на основі даних інженерних вишукувань:

- тип карсту;
- форми та механізми формування підземних та поверхневих проявів карсту;
- особливості гідрологічних та гідрогеологічних умов;
- нерівномірно-понижену міцність та несучу здатність закарстованих порід, покриваючих ґрунтів та відкладень, що заповнюють поверхневі та захоронені карстові форми;
- небезпеку прояву та розвитку карстових деформацій в товщі ґрунтів та на земній поверхні;
- можливість значної активізації карстових процесів.

Проектування на територіях з карстопроявами на поверхні (відкритий карст) або в масиві ґрунту (покритий карст) необхідно виконувати в залежності від розподілу карстових деформацій за геометричними розмірами, інтенсивністю прояву і параметрами, що їх характеризують:

для територій з провальними карстопроявами;

– середнє (або прогнозоване), максимальне та розрахункове значення діаметрів карстових провалів d_{cp} , d_{\max} , d_n м;

– закон розподілу діаметрів провалів по території, середньоквадратичне відхилення;

– видима глибина карстової воронки h_n , м;

– розміри b , l м та глибина розташування H , м у масиві ґрунту карстової порожнини;

– ширина ослабленої зони навколо воронки a_n , м;

– коефіцієнт зменшення модуля деформації ґрунтів в ослабленій зоні β ;

– характеристика тривалого деформування ґрунту n_t

– інтенсивність прояву карстових деформацій по площі та у часі (кількість випадків появи карстових провалів та порожнин на одиницю площі території за одиницю часу);

для територій з непровальними карстопроявами:

– радіус кривизни поверхні осідання R , км;

– нахил бортів мульди i , мм/м;

– відносні горизонтальні деформації основи ε , мм/м;

– абсолютні горизонтальні переміщення основи ξ_m , м;

– вертикальна деформація (осідання) η , м;

– розміри в плані L_m та B_m , м;

– розміри b , l м та глибина розташування H , м карстової порожнини;

– розміри a_n , м та глибина розташування H_n , м розущільнених зон;

– коефіцієнт зменшення модуля деформації ґрунтів в ослабленій зоні β ;

– інтенсивність прояву карстових деформацій по площі та у часі (кількість випадків появи порожнин та просідань на одиницю площі території за одиницю часу).

Розрахунковий діаметр карстового провалу d_p допускається визначати з умови рівноваги кругло-циліндричного стовпа ґрунту, що зависає над карстовою порожниною певного розміру. При недостатності обов'язкових для розрахунку вихідних даних рекомендується приймати ймовірно-статистичні методи прогнозу розмірів карстового провалу відповідно до рекомендацій. Методики визначення розрахункового діаметру провалу приведені в додатках до ДСТУ-Н.

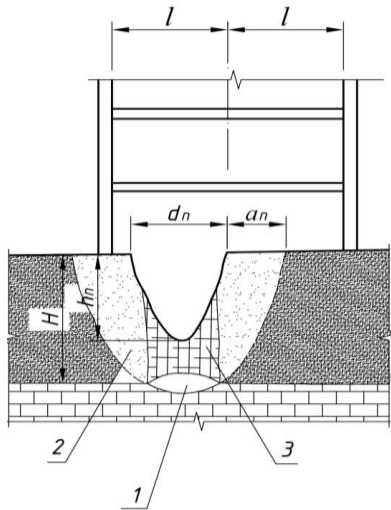
Параметри ослабленої зони a_n та характеристики ґрунтів в межах цієї зони рекомендується визначати за результатами комплексних досліджень в умовах конкретної ділянки будівництва/реконструкції, що включають:

– інженерні вишукування ділянок існуючих на території забудови карстових воронк (геодезична зйомка поверхні землі, оконтурювання меж воронк, дослідження ґрунтів за межами воронки);

– моделювання процесу влаштування провалу в лабораторних умовах;

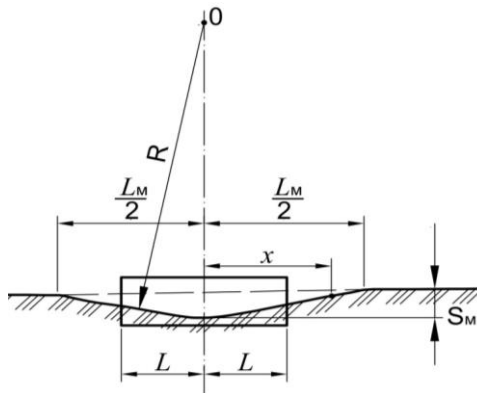
–чисельне моделювання процесу влаштування провалу.

Для попередніх розрахунків допускається визначати a_n відповідно до додатку до ДСТУ-Н.



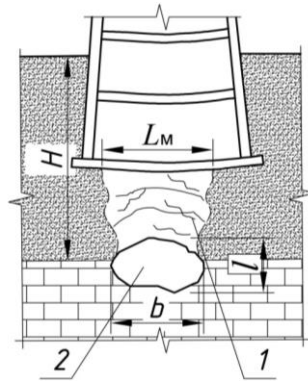
1 – порожнина; 2 – зона послаблення ґрунтів основи; 3 – стовп зрушення

Рис. 1. Схема та основні параметри деформування земної поверхні в умовах утворення провалу у формі воронки



а) при утворенні карстових та карстово-суфозійних провалів; б) при осіданні земної поверхні на великій площі з утворенням мульди осідань

Рис. 2. Схема та основні параметри деформування земної поверхні в умовах осідань



1 – зона локальних осідань; 2 – порожнина

Рис. 3. Схема та основні параметри деформування земної поверхні в умовах просідань (локальних осідань) над порожниною

Характеристики жорсткості основи споруд приймають в залежності від моделі основи у відповідності з вимогами ДБН В.2.1-10 і характеризують коефіцієнтом жорсткості, коефіцієнтом неоднорідності, модулем деформації, параметрами опору зрізу (додаток Ж до ДСТУ-Н). Найнесприятливіші положення карстопроявів у вигляді порожнин, провалів та просідань (локальних осідань) при наявності необхідних вихідних даних оцінюються розрахунковими методами, що засновані на детермінованих моделях, з використанням, при необхідності, методів моделювання. Наведені загальні методи та схеми для оцінки найнесприятливіших положень карстопроявів відповідно до різних конструктивних систем будівель та споруд.

У розділі «11 НАСТАНОВИ З РОЗРАХУНКІВ ТА ПРОЕКТУВАННЯ» наведено настанови щодо розрахунків системи «основа-споруда», прийняття конструктивних рішень, заходів захисту будівельних об'єктів в залежності від геотехнічних навантажень і впливів.

Розрахунки та проектування споруд та заходів їх захисту рекомендується виконувати з урахуванням особливостей окремих видів карстових деформацій, поява яких прогнозується за розрахунковий період служби об'єкту. Рекомендується враховувати наступні впливи на конструкції фундаментів, що виникають при прояві окремих видів карстових деформацій:

1) споруди на фундаментах мілкового закладання (в тому числі мало-заглиблених) та заглиблених:

– миттєва повна втрата контакту між основою та фундаментом під провалом, що супроводжується перерозподілом навантажень на основу та додатковими нерівномірними деформаціями в зоні розуцілення ґрунту навколо воронки;

– поступова в часі часткова втрата контакту між основою та фундаментом в зоні просідання (локального осідання), що супроводжується перерозподілом навантажень на основу, додатковими нерівномірними осіданнями та горизонтальними зрушеннями в межах мульди;

– поступові в часі нерівномірні осідання та горизонтальні зрушення основи, що супроводжуються зменшенням модуля деформації ґрунтів у граничних частинах мульди;

2) споруди на фундаментах глибокого закладання:

– миттєва повна або часткова втрата несучої здатності основи фундаментів при утворенні провалу або порожнини в міжпальовому просторі чи безпосередньо під підшовою паль. Відбувається зниження несучої здатності та жорсткості ґрунтів основи в зонах розуцілення, що супроводжується появою додаткових горизонтальних навантажень зрушення на конструкції фундаментів в граничних зонах порожнини (провалу);

– поступове в часі часткове зниження несучої здатності основи фундаментів при утворенні порожнини зі стійким склепінням рівноваги в основі, що супроводжується додатковими нерівномірними осіданнями в зоні розуцілення ґрунту навколо порожнини;

– поступове в часі довантаження бічної поверхні паль внаслідок осідань масиву ґрунту в між пальовому просторі.

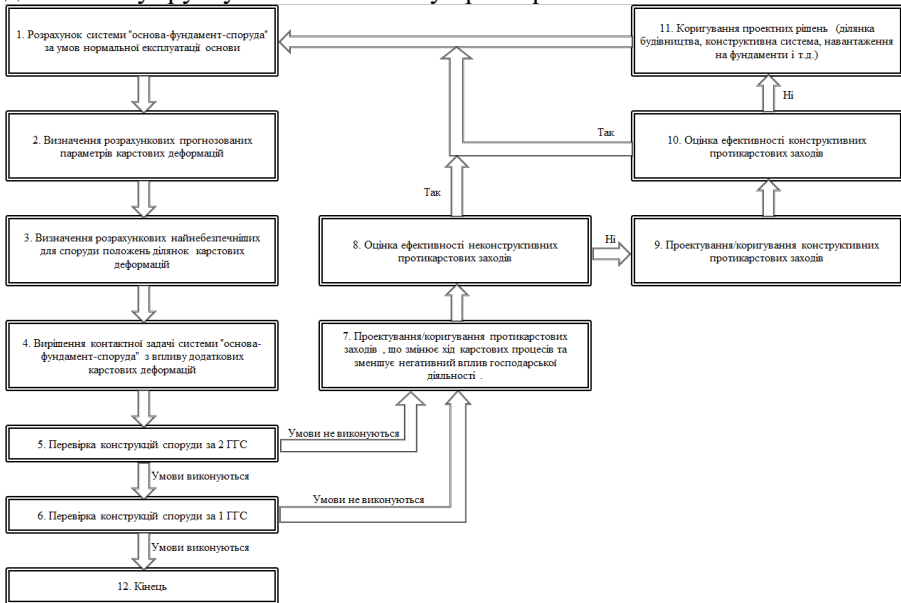


Рис. 4. Загальна блок-схема алгоритму проектування споруд на закарстованих територіях

При проектуванні споруд рекомендується дотримуватись алгоритму, наведеному на рис. 4.

У розділі «12 ЗАХИСТ ІСНУЮЧИХ БУДІВЕЛЬ ВІД КАРСТУ» наведено особливості протикарстового захисту будівель, що експлуатуються. Розділ 12 складається з наступних підрозділів.

Підрозділ «12.1 Загальні положення». Визначено особливості першочергової та планової необхідності виконання робіт по протикарстовому підсиленню будівельних об'єктів, зведених без урахування карстонебезпеки.

Підрозділ «12.2 Додаткові вихідні дані для проектування заходів захисту». Наведено перелік необхідних вихідних даних для проектування та методи їх отримання. Вихідними даними для підбору та визначення засобів захисту житлових будівель є матеріали обстеження та результати спостережень за станом будівель, що експлуатуються, також результати додаткових інженерно-геологічних вишукувань, матеріали прогнозованих деформацій земної поверхні.

Підрозділ «12.3 Визначення технічного стану будівель, що піддаються впливу додаткових деформацій». Наведено настанови з виконання комплексного дослідження технічного стану будівель та аналізу його результатів.

Підрозділ «12.4 Заходи захисту будівель, що експлуатуються». Наведено настанови з проектування та виконання першочергових та планових проти карстових підсилюючих заходів.

Підрозділ «12.5 Моніторинг розвитку карсту». Наведено загальні настанови з влаштування систем спостереження за розвитком карсту, аналізу отриманих даних тощо.

ДСТУ-Н Б В.1.1-XX:201X «Настанова щодо проектування споруд на закарстованих територіях» містить наступні додатки:

Додаток А. Карта-схема розміщення карстових порід України.

Додаток Б. Класифікація карстопроявів для проектування фундаментів в умовах покритого карсту.

Додаток В. Характер забудови і протикарстові заходи залежно від категорії стійкості територій за інтенсивністю утворення карстових провалів і їх середніх діаметрів.

Додаток Г. Рекомендовані види та об'єми робіт при інженерно-геологічних вишукуваннях на закарстованих територіях.

Додаток Д. Класифікація протикарстових конструктивних заходів.

Додаток Е. Ймовірнісний спосіб прогнозування провалів.

Додаток Є. Розрахунок діаметрів карстових провальних воронок.

Додаток Ж. Визначення параметрів послабленої зони навколо карстових провалів.

Додаток И. Визначення коефіцієнтів жорсткості основ на закарстованих територіях.

Додаток К. Бібліографія.

ВИСНОВКИ

Таким чином, настанови, викладені в ДСТУ-Н Б В.1.1-XX:201X «Настанова щодо проектування споруд на закарстованих територіях» забезпечують можливості проектування і зведення будівельних об'єктів на закарстованих територіях за рахунок прийняття надійних конструктивних рішень споруд та конструктивних і геотехнічних заходів захисту від негативних геотехнічних впливів на територіях з карстово-суфозійними процесами, що відповідають конкретним інженерно-геологічним і гідрогеологічним умовам ділянки забудови.

ЛІТЕРАТУРА

1. Защита зданий и сооружений, возводимых в карстовых и оползневых районах. – К.: НИИСК Госстроя СССР, 1990 г.
2. Методические рекомендации по проектированию бескаркасных жилых зданий в карстовых районах. – К.: НИИСК Госстроя СССР, 1986 г.
3. Методические рекомендации по проектированию фундаментов зданий и сооружений в карстовых районах. – К.: НИИСК Госстроя СССР, 1977 г.
4. Рекомендации по защите эксплуатируемых гражданских зданий в карстовых районах. – К.: НИИСК Госстроя СССР, 1989 г.
5. Рекомендации по использованию инженерно-геологической информации при выборе способов противокарстовой защиты. – М.: Стройиздат, 1987 г.
6. Рекомендации по проектированию фундаментов на закарстованных территориях. – М.: НИИОСП Госстроя СССР, 1985 г.

Стаття надійшла до редакції 06.09.2016 р.