



ФАРЕНЮК ГЕННАДІЙ ГРИГОРОВИЧ

Доктор технических наук, академик, директор Государственного предприятия "Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций".

Автор более 150 научных работ.
E-mail: adm-inst@ndibk.kiev.ua



КРИВОШЕЕЕ ПЕТР ИВАНОВИЧ

Кандидат технических наук, профессор, Президент Украинского общества механики грунтов, геотехники и фундаментостроения».

Автор более 160 научных работ.
E-mail: adm-inst@ndibk.kiev.ua



ШОКАРЕВ ВИКТОР СЕМЕНОВИЧ

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, директор Запорожского отделения ГП "Государственного научно-исследовательского института строительных конструкций". Вице-Президент Украинского общества механики грунтов, геотехники и фундаментостроения.

Автор более 170 научных работ.
E-mail: zoniisk@mail.ru

УДК ????

СТАН ТА ОСНОВНІ НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ПРОБЛЕМ БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД

Ключевые слова: модуль деформации, компрессия, штамповые испытания грунта.

У статті представлена інформація про стан підземного будівництва в Україні. З різноманітних питань, що визначають процеси освоєння підземного простору, можна виділити основні проблеми: освоєння підземного будівництва великих міст для розміщення об'єктів промислового, соціально-культурного та побутового призначення з урахуванням складних інженерно-геологічних умов України; вплив підземних об'єктів на існуючу забудову.

Порівняння традиційної забудови та територій з використанням підземного будівництва свідчать про доцільність останніх.

В статті представлена інформація о состоянии подземного строительства в Украине.

Из многообразия вопросов, определяющих процессы освоения подземного пространства можно выделить основные проблемы: освоение подземного строительства крупных городов для размещения объектов промышленного, социально-культурного и бытового назначения с учетом сложных инженерно-геологических условий Украины; влияние подземных объектов на существующую застройку.

Сравнение традиционной застройки и территорий с использованием подземного строительства свидетельствуют о целесообразности последних.

The information of underground building state in Ukraine. It is possible to define the basic problems from variety of the questions determining processes of development of underground buildings such as: development of underground building of large cities for placing of industrial objects, social and cultural facilities and household purposes taking into account difficult engineering-geological conditions of Ukraine; influence of underground objects on existing building. Comparison of traditional building of territories with use of underground buildings testify to expediency of the last.

У вересні 2015 р. в Запорізькому національному університеті була проведена Міжнародна наукова конференція «Підземний простір: освоєння, вивчення, вторинне використання». На конференції в основному розглядалися доповіді щодо стану існуючих історичних підземних споруд та їх музеєфікації на прикладах таких об'єктів в багатьох містах України (Запоріжжя, Одеса, Київ, Львів, Кривий ріг, Полтава та ін.), а також в деяких зарубіжних країнах (Польща, ФРН, РФ).

В доповіді від Науково-дослідного інституту будівельних конструкцій (ДП НДІБК) були висвітлені будівельні проблеми при спорудженні та експлуатації підземних споруд. При цьому такі проблеми мають місце як при будівництві нових об'єктів, так і при експлуатації існуючих. В сучасних умовах використання підземного простору в народно-господарських цілях є однією з важливих задач в розвитку міської забудови. Актуальність цієї проблеми підтверджується збільшенням міських територій та їх дефіцитом для забезпечення нової забудови. В підземних просторах розміщується багато об'єктів промислового та енергетичного призначення, стоянки автомобілів, холодильники, складські приміщення, транспортні споруди (метро, тунелі) та інші [1].

Багатофункціональне використання підземного простору широко використовується не тільки в Україні, але і в багатьох країнах світу, особливо в тих, де є дефіцит територій (Японія, Великобританія, Австрія, Франція, ФРН та ін.).

Разом з тим, особливістю будівництва та експлуатації будівельних споруд в Україні обумовлено складними інженерно-геологічними умовами, які охоплюють більше 80 % території, серед яких біля 20% являються сейсмонезбезпечними. До складних інженерно-геологічних умов відносяться райони з ґрунтами особливих властивостей (просідаючі, набухаючі, насипні та ін.), зсувонебезпечні, з підроблюваними територіями, карстами та ін.

Україна володіє значним будівельним фондом, ціна якого перевищує 60% ціни всіх основних фондів держави. Будівництво і експлуатація будівель і споруд в складних інженерно-геологічних умовах вимагає застосування спеціальних заходів їх захисту. Разом з тим в останні десятиліття на території України в результаті дії природних і техногенних факторів (зміни клімату, накопичення відходів, закриття

шахт, погіршення технічного стану водопровідно-каналізаційних і теплоенергетичних систем, старіння існуючих будівельних об'єктів) загострилась проблема безпеки промислово-міської агломерації [2].

Обстеження останніх років засвідчують тенденції збільшення цих негативних процесів, що призводить до затоплення територій, а також просідання ґрунтів, зсувів та інших явищ, що призводить до нового напружено-деформованого стану системи основи – фундаменти – будівельні конструкції.

Особливості будівництва та експлуатації об'єктів в таких умовах має значення для підземних споруд, які суттєво залежать від ґрунтових умов.

Вирішення комплексних науково-технічних проблем підземних об'єктів в значній мірі залежить від можливостей будівельної науки, одним із провідників представників якої є ДП НДІБК Мінрегіону України. В межах своїх базових напрямів діяльності інститут приймає участь у вирішенні:

- науково-технічних проблем підземних об'єктів АЕС, при ліквідації аварії на ЧАЕС, забудови підземного простору об'єктів різного призначення будівельної галузі, метро, тунелів та інших об'єктів;
- питань подовження ресурсу та запобігання і ліквідації аварій на існуючих підземних об'єктах, в т. ч. історичних та архітектурних пам'ятках;
- досліджень впливу спорудження підземних об'єктів на околишне середовище, а також вплив поточного будівництва на існуючі підземні споруди.

Прикладами впливу будівництва підземних об'єктів на довколишню забудову можуть бути:

- виконання робіт на глибокому котловані по вул. Мечнікова на довколишню житлову забудову;
- впливу підземних споруд метрополітену на надземні об'єкти;
- взаємодії об'єктів унікальної пам'ятки Юнеско Софії Київської з наслідками довколишнього будівництва, в т. ч. підземної споруди фітнес центру, а також висотних будинків на прилеглих вулицях, що є порушенням обмежень забудови охоронної зони довкола цього об'єкта.

На об'єктах Софії Київської в попередні роки були запроваджені і проводились науково-технічні дослідження та відповідні роботи, але вже в останній період знову виявлені події, які потребують додаткових досліджень, в т. ч. провали ґрунтів в районі підземних споруд Софії [3]. Це показує необхідність вивчення стану конструкцій середньовічних підземних споруд для подовження їх експлуатаційного ресурсу.

Значні комплексні проблеми існуючої забудови розглядалися також в містах Львові та Одесі, в результаті аналізів яких були підготовлені відповідні науково-технічні програми, в т. ч. з врахуванням стану підземних споруд. Сьогодні на часі є повернення до стану виконання цих програм.

До цього спонукає також досвід дослідження, проведеного ДП НДІБК спільно з іншими організаціями

стану підземних споруд пам'ятників історичної забудови центра Одеси [4].

Цілями цієї роботи було вивчення технічного стану підземних конструкцій будівель та їх споруд, їх фізичного старіння, стану інженерних комунікацій, виявлення причин негативного впливу на стан підземних частин споруд.

З Одеською міською адміністрацією був погоджений перелік першочергових об'єктів для досліджень, в т. ч. таких знакових, як Одеський оперний театр, Потьомкінські сходина, адміністративна будівля міськкадміністрації, філармонія, ліцеї та інші громадянські об'єкти.

В процесі виконання робіт проводились аналіз наявної технічної документації і матеріалів попередніх робіт та поточні обстеження і фіксація дефектів. Були також враховані особливості будівельних конструкцій, матеріалів для них, а також чинників природних та техногенних впливів на об'єкти в процесі їх експлуатації.

Конструктивні рішення обстежуваних споруд, в основному, виконані із пиляних ракушняків, вразливих до гідрогеологічних впливів. Стіни будівлі виконані зі складною перев'язкою блоків. Перекриття влаштовані по дерев'яним прогонам, в спорудах мають місце конструкції у вигляді склепін.

На територіях об'єктів відмічено підтоплення, що пов'язано з незадовільним станом застарілих водоканалізаційних систем. Все це призвело до погіршення стану і так застарілих конструкцій, надмірним їх деформаціям, розтріскуванню та руйнуванню.

Ще одна проблема центру Одеси - катакомби, з недостатніми даними по їх розповсюдженні та стану.

Все це привело до активізації інженерно-геологічних процесів, просіданню та здвигки ґрунтових мас над підземними спорудами, зсувами та іншим явищам. На всі ці явища накладаються проблеми сейсмовпливів в зв'язку з сейсмічністю Одеського регіону.

Все це, а також звичайне старіння конструкцій будинків і споруд, визиває аварійну небезпеку будівельних об'єктів в центральній частині Одеси. Особливо це відноситься до таких вразливих, як підземні споруди історичних пам'яток (підвали, цокольні поверхи, просторові опорні конструкції та ін.), період експлуатації яких складає від 120 до 200 років і більше.

Виконані дослідження на зазначених 13 об'єктах показали, що зношеність конструкцій підземних споруд у них складає від 30 до 65 %. Оцінка технічного стану цих споруд знаходиться в межах задовільного

– незадовільного - передаварійного. Слід відмітити, що в різні періоди експлуатації цих об'єктів проводились їх обстеження, визначались дефекти, причини їх виникнення, а також проводились ремонти та підсилення окремих елементів. Але в силу розвитку відзначених вище явищ стан підземних споруд вимагає подальшого відслідковування. На основі виконаних досліджень буди надані відповідні рекомендації щодо забезпечення подальшої експлуатації таких об'єктів, а також пропозиції до плану робіт по збереженню архітектурно-історичних пам'яток центру Одеси.

Значні роботи в цьому напрямку виконані на такому визначному об'єкті, як Одеський оперний театр (рис. 1).

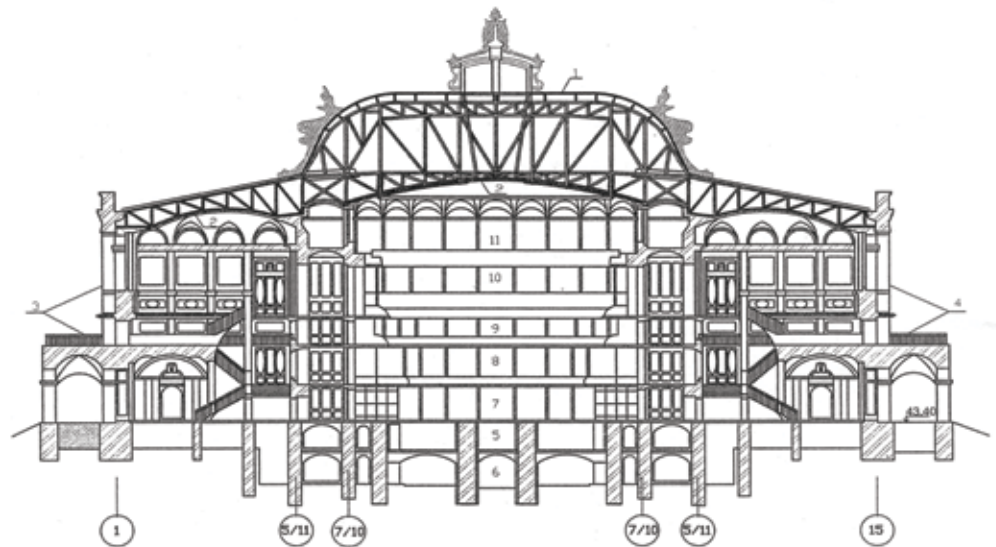


Рис 1. Поперечний розріз будівель Одеського оперного театру:
5 – верхній підвал, 6 – нижній підвал.

На цьому об'єкті проведені величезні обсяги робіт по обстеженню стану конструкцій, розробці технічної документації по збереженню цієї пам'ятки, також підсилені фундаменти та конструкції підземної та надземної частини будівлі [5].

В цілому виконані роботи засвідчують, що необхідність системного підходу до моніторингу конструкцій відповідальних об'єктів на стадії експлуатації. Наразі це передбачено нині діючим нормативним документом - ДБН по науково-технічному супроводу будівельних об'єктів [6].

Це особливо важливо для об'єктів, які мають історичне та культурне значення, а також сучасних стратегічно важливих і відповідальних об'єктів. В цьому є головна задача взаємодії експлуатуючих організації з відповідними науково-технічними установами будівельної галузі.

Деякі інші сучасні проблеми будівництва та експлуатації підземних споруд прослідковуються на прикладі метрополітенів. В світі щорічно вводиться в експлуатацію більше 100 км ліній метрополітену [1]. В Україні метрополітени побудовані в трьох містах - Києві, Харкові і Дніпропетровську загальною протяжністю біля 100 км. Віще уже відмічався



Рис 2. Лінії Донецького метрополітену в зоні виходів тектонічних порушень.

вплив метрополітенів на існуючі забудови в міському середовищі. Разом з тим в ряді випадків існують проблеми будівництва нових метрополітенів в складних геотехнічних умовах. Таким прикладом являється будівництво Донецького метро, траси якого знаходяться в безпосередній близькості від зон тектонічних порушень, або перетинають їх (рис. 2).

Ця проблема недостатньо вивчена і може принести складнощі при експлуатації тунелів, а також значним впливом на надземні споруди. Все це потребує більш широких досліджень природи тектонічних впливів на основи вирішення задач контактної взаємодії конструкцій тунелів з ґрунтовими масивами [7].

Одним із проблемних питань є вирішення влаштування фундаментів в зонах підземних виробок. Найбільш розповсюдженою технологією є тампування підземного простору з наступним влаштуванням паль. Така технологія була використана при влаштуванні пально-плитного фундаменту 22-24 поверхового трьохсекційного житлового будинку в зоні підземних виробок в м. Одесі [7].



Рис 3. Загальний вигляд підземної виробки.

При бурінні пошукових свердловин були виявлені підземні виробки (катакомби) з висотою проходу від 1,4 до 2,4 м, шириною від 1,5 м до 3,5 - 4,0 м (рис. 3).

На момент будівництва стан виробок був задовільним, а зона будівельної площадки розташовувалась до 28 % над катакомбами.

Для забезпечення будівництва було прийнято рішення гідро залива піщаною пульпою з підбученням покрівлі катакомби цементно-піщаним розчином. В якості фундаментів кожної із секцій виконані окремі плитно-пальові фундаменти з застосуванням буронабивних та бурін'єкційних паль діаметром 630 мм, довжиною 11 - 12 м. Поза зоною

катакомб також застосовані аналогічні конструктивні рішення паль [8].

Таким чином, на базі чисельного моделювання було застосовано достатньо просте та надійне рішення по влаштуванню фундаментів.

В цілому деякі приклади вирішення проблем будівництва та експлуатації підземних споруд можуть бути використані для більш широкого їх застосування.

Особливе місце у вирішення проблемних питань надійності та безпеки підземних об'єктів належить моніторингу та науково-технічному супроводу таких об'єктів, як при їх будівництві, так і в період експлуатації.

Основною метою науково-технічного супроводу є підтримка надійності, безпеки та довговічності будівельних об'єктів і конструкцій високої складності та відповідальності на всіх етапах їх життєвого циклу з врахуванням природних та техногенних умов оточуючого середовища.

Однією із складових такого супроводу являється моніторинг будівельних об'єктів з застосуванням автоматизованих систем контролю будівельних конструкцій з відслідковуванням напрямів та величин зміщення окремих елементів конструктивної системи, величин їх нахилів, величин розкриття тріщин та ін.

Для моніторингу впливу підземних об'єктів на існуючу забудову ДП НДІБК та ТОВ «Геоінжиніринг» розроблені локальна та автоматизована системи «Моніторинг» на основі індуктивних перетворювачів з періодичними вимірами змін в конструкціях, їх обробкою та збереженням.



Рис 4. Дзвіниця Софії Київської, на якій використана система «Моніторинг».

Така система ефективно використовувалась на таких унікальних об'єктах, як стадіон «Шахтар» в Донецьку і на дзвіниці Софії Київської, яка піддає (рис. 4).

В цілому наведені приклади показують велику розповсюженість та ефективність використання підземного простору в різних сферах народно-господарської, культурологічної та інших напрямів діяльності. В зв'язку з цим доцільно зосередитись на:

- розробці нормативної бази проектування, будівництва та експлуатації підземних об'єктів;
- підготовці кадастру існуючих підземних об'єктів різного призначення, в т. ч. з використанням існуючих підземних утворень;
- розробці підходів захисту територій від технологічних впливів підземних об'єктів, а також їх захисту від впливу ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пустовойтенко В.П. Освоение подземного пространства – важнейшая задача развития крупных городов Украины: Сборник тезисов докладов международной конференции «Проблемы и перспективы освоения подземного пространства крупных городов». - Днепропетровск. - 1996. – С.3-13.
2. Яковлев Є.О. Регіональні зміни екологічного стану геологічного середовища міст та селищ, як фактору сучасного розвитку інженерних вишукувань для будівництва в Україні / Є.О. Яковлев // Світ геотехніки. - 2013. - №3. С. 8-12.
3. Лихович І. План порятунку для Софії / І. Лихович, А. Слікачук // Газета «День». - №24-25. – 12-13 лютого 2016 р. – С. 8-9.
4. Подземные конструкции зданий и сооружений памятников исторической застройки центральной части г. Одесса: отчет о научно-технической работе. – К.: ГП НИИСК, 2001. – 420 с.
5. Особенности реконструкции здания Одесского театра оперы и балета / [Катруца Ю.А., Быков Э.Н., Белоконь Ю.Н. и др.]. – К., 2007. – 271 с.
6. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів: ДБН В.1.2-5:2007. – [Чинний від 2008-01-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 14 с. – (Будівельні норми України).
7. Тоннели метрополитенов в грунтовых массивах с тектоническими нарушениями / [Розенвассер Г.Р., Дуванский А.В., Маликов С.С. и др.] // Світ геотехніки. – 2015. – №1. – С. 22-25.
8. Опыт устройства фундаментов и укрепления их оснований в зоне подземных выработок / [Митинский В.М., Баранник С.В., Чепелев В.Т. и др.] // Світ геотехніки. – 2013. – №3. – С. 26-32.