

# Проблеми реконструкції житлових будинків у складних інженерно – геологічних умовах

Кривошеєв П. І., Черний Г. І  
НДІБК, м. Київ

---

*Викладено особливості складних інженерно-геологічних умов України та м. Києва. Розглянуто сучасні геотехнічні проблеми, що вирішуються фахівцями НДІБК при реконструкції житлових будинків з урахуванням щільної міської забудови. Висвітлені методи та заходи щодо підсилення основ, усунення понаднормативних кренів та інженерного захисту будинків і споруд.*

Проблема реконструкції житлових будинків у складних інженерно-геологічних умовах має велике народногосподарське значення, по-перше тому, що майже вся територія України характеризується такими умовами, а по-друге, через те, що ресурс більшої частини житлового фонду, що характеризує його експлуатаційну придатність, близький до вичерпання.

Якщо в звичайних ґрунтових умовах за час зведення будинку здійснюється єдиний деформаційний ґрунтовий процес – рівномірне первинне осідання, що не призводить до помітних ушкоджень, то у складних умовах це осідання нерівномірне і ушкоджує будинок. Через це у складних умовах будинки завжди знаходяться у гіршому стані.

До того ж критерії впливу на будівлі різних ґрунтових процесів, що виникають у складних ґрунтових умовах, чинними нормами не досить уніфіковано, а вплив деяких з них, таких як зрушення над підземними міськими спорудами та вплив вібрації і суфозії не визначено.

До складних інженерно-геологічних умов чинні норми відносять ґрунти з особливими властивостями – просадні, що набухають, біогенні, мулисті, елювіальні, засолені, насипні й інші, а також над гірничими виробками, карстові, зсувні і сейсмонебезпечні території. Ступінь небезпеки визначає склад і властивості ґрунтових масивів і рельєф місцевості.

Більшу частину території Києва, у тому числі всю її історичну частину, складають ділянки залягання просадних, що набухають, біогенних, елювіальних і насипних ґрунтів та зсуво-небезпечні території. Крім того є ділянки, підроблювані тунелями метро й іншими підземними спорудами. Є також суфозійно небезпечні ділянки, де існує небезпека ідентична карстової, а також ділянки інтенсивних віброколивань від дії транспорту і стаціонарних джерел. Найбільш істотне значення мають для Києва зсуви, осідання, виробки підземними спорудами, суфозія, нерівно стисливі ґрунти і висока щільність забудови.

Зсуви рідко виникають раптово. Звичайно їм передують повільне деформування – так названий крип або повзучість ґрунтового масиву. Але за останні десятиріччя зсувний крип став протікати протягом багатьох років, не переходячи в активну, абсолютно руйнівну для будинків стадію. Крип має сезонний характер. Рух ґрунту в осінні і весняні вологі періоди активізується, у сухий літній і морозний зимовий періоди рух припиняється, а іноді проявляється тільки в роки значного обводнювання ґрунтового масиву зсувного схилу.

Київ розміщений у значній частині на зсуво-небезпечній території. У старій історичній частині вона складає понад 5 тис. га. Зсуво-небезпечні схили Дніпра сягають понад 10 км, є також ділянки іншої, пересіченої ярами, правобережної частини міста, на схилах Батієвої, Бугринової, Звіринської гір, долини р. Либідь, глибоких ярів та ін. Зсувні процеси за останні десятиріччя в Україні активізуються. У Києві кількість зсувів і площа зсувних ділянок за звітами СУППР зростає.

Через дефіцит вільних земельних територій в останні роки активізувалося освоєння зсуво-небезпечних земельних ділянок, що раніше вважалися непридатними для житлового й іншого будівництва. Наприклад, у Києві вже забудовано понад 25 тис. га таких ділянок.

Просадні лесові ґрунти поширені більш ніж на 60% території України. У зв'язку з підйомом рівня ґрунтових вод нижні частини лесових товщ значною мірою обводнені. Тривале техногенне обводнення призводить до деградації лесу. Обводнення території негативно відбилось на технічному стані майже всіх старих будинків багатьох міст.

Осідання земної поверхні й ушкодження будинків спричиняє підземне міське будівництво. У Києві передбачено його значне розгортання: підземний комплекс на Європейській площі, підземні автостоянки біля стадіону Динамо, Бессарабки, вокзалу, 700-м автотранспортний тунель біля Чорної гори. Це потрібно для старої частини м. Києва, з вузькими крутими вулицями, але при проектуванні не завжди враховується руйнівний вплив підземних споруд на сусідні будинки, оскільки чинними нормативами такий вплив не визначено.

У м. Києві за останні роки поширились суфозійні процеси. Як і карстові, вони утворюють на земній поверхні провали й руйнують будинки. За останні роки утворилося кілька суфозійних провалів у центральних районах міста. Кілька років тому провал глибиною 3 м утворився біля дворової стіни будинку, де знаходиться резиденція Президента України. Внаслідок таких самих процесів було ушкоджено Будинок торгівлі по вул. Смірнова-Ласточкина і неподалік від нього будівля Інституту ортопедії. Вплив таких процесів на стан будинків чинними нормативами не визначено.

Слабкі водонасичені біогенні ґрунти залягають біля р. Либідь. Будинки, тут одержали ушкодження при первинному осіданні. Багатоповерховий будинок на перетині проспектів Повітрофлотського та Перемоги потребує істотного ремонту з частковим відселенням мешканців.

Зі складними умовами пов'язаний вплив на будинки підтоплення, а також тимчасового затоплення міських територій, що призводить до заповнення водою підвалів будинків, знижує несучу здатність ґрунтів, змінює властивості ґрунтів, підвищує сейсмічну небезпеку. Підтоплення має місце в багатьох містах України внаслідок підняття рівня ґрунтових вод. В м. Києві воно відбувалось на Подолі після проходження тунеля на невеликій глибині, баражний ефект від якого обумовив підйом рівня ґрунтових вод і затоплення підвалів багатьох житлових будинків. Це потребує розробки захисних заходів при реконструкції будинків.

Навантаження на ґрунт не локалізуються безпосередньо під новобудовою, а в глибині ґрунтового масиву поширюються на прилеглі ділянки. У щільно забудованих міських кварталах навантаження ґрунтових основ новобудов, прилеглих до старих будівель, призводить до нерівномірного осідання цих будівель. Захист будівель від додаткових навантажень основ при будівництві в районах щільної забудови будівельними нормами України не регламентовано, але в НДІБК розроблено відповідні рекомендації при наземному будівництві на суміжних ділянках і при підземних роботах.

У великих містах є ймовірність того, що ґрунтова основа може кілька разів зазнати деформацій при спорудженні підземних колекторів і переходів, при наземному будівництві на суміжних ділянках, дренажі ґрунту,

піднятті рівня підземних вод тощо. Ущільнення забудови центральних районів м. Києва посилило небезпеку для будинків і через інтенсифікацію віброколивань ґрунту. Її визначило посилення транспортних потоків і розміщення нових підземних і наземних об'єктів із потужними вентиляційними установками й іншим устаткуванням, яке випромінює вібраційні хвилі. Це призвело до появи зон, де рівень віброколивань у ґрунтах досягнув небезпечних меж. За цими межами віброколювання призводять до процесів віброущільнення і віброповзучості ґрунту та до нерівномірних віброосідань будівель, спроможних їх ушкодити самостійно або в сполученні з дією інших чинників, пов'язаних із будівельними роботами. Геотехнічне обґрунтування будівельних робіт у щільно забудованих кварталах, особливо поблизу історичних будівель, повинно передбачати захист і від цієї повторної небезпеки, що виникає на стадії експлуатації будівель та після завершення будівництва.

НДІБК, як базова організація з науково-технічної діяльності в сфері геотехніки, виконує такі функції:

- розроблення нормативних документів;
- дослідження основ, фундаментів, підземних споруд та розробка способів їх захисту від деформаційних впливів;
- аналітична обробка баз даних щодо сучасного науково-технічного рівня в геотехніці з метою їх застосування в складних інженерно-геологічних умовах;
- координація діяльності провідних установ, що працюють над проблемою,

Загальна кількість нормативних та інструктивних документів з геотехніки, підготовлених НДІБК, сягнула за позначку 100, а в розробці їх були задіяні практично всі провідні фахівці інституту. Вказані документи регламентували практично всі сторони будівельної практики у складних інженерно – та гірничогеологічних умовах.

З визначних останніх напрацювань відзначимо два документи: ДБН В.1.1-3-97 «Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів і обвалів. Загальні положення», та ДБН В.1.-5-2000 «Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах», що є дуже важливі, оскільки на території України є понад 16000 зсувів, а руйнації від їхньої дії відбуваються дуже значні.

Зараз розроблюється ДБН «Основи та фундаменти будинків і споруд».

Основні напрацювання інституту в області геотехніки можна згрупувати за такими основними напрямками:

- ущільнення ґрунту;

- зміцнення і закріплення ґрунту;
- пальові фундаменти;
- усунення понаднормативних кренів будинків і споруд;
- геотехнічний моніторинг;
- водопониження і гідроізоляція;
- геоекологія.

Ущільнення, зміцнення і закріплення ґрунтів в основах будинків є найбільш надійними заходами забезпечення нормальної їх експлуатації. Хоча переважно ці методи розроблено для нового будівництва, але частину їх успішно застосовують при реконструкції. Надійний метод попереднього ущільнення лесових ґрунтів замочуванням і глибинними вибухами мало придатний для існуючих будинків. Ефективне ущільнення лесів через свердловини, заповнені піском, щебенем, шлаком та жорстким бетоном з трамбуванням. На таких основах будинки не одержали ніяких ушкоджень за 30–40 років експлуатації. Цей метод також у первісному вигляді придатний лише для нового будівництва.

Запорізьким відділенням НДІБК була розроблена придатна для застосування при реконструкції будинків бурозмішувальна технологія армування товщ ґрунто-цементними елементами. Було виготовлено обладнання для проходки свердловин, через які подається рідкий цементний розчин для утворення закріплення діаметром до 500 мм. Ця перспективна технологія дозволяє вести роботи з підвалів і не впливає на стан існуючої будівлі. У такий спосіб в 2002 р. були стабілізовані ґрунти в основах Мелітопольського залізничного вокзалу.

Відновлення технічного стану будинків, ушкоджених внаслідок локальних просідань лесової основи можливо через підведення під них паль. Серед ексклюзивних напрацювань НДІБК в цьому напрямі визначимо буронабивні палі з витрамбованим розширенням в п'яті та частотрамбовані палі. Натурні експерименти та окремі стендові випробування такої конструкції дали можливість їх широкого застосування при підвищеному рівні ґрунтових вод, де застосування традиційних технологій неможливе. Жорсткий бетон наполовину з шлаком або щебенем можна втрамбувати в середовище з низькими механічними властивостями через свердловину, стінки якої зберігаються в умовах динамічної дії при обводненні до глибини 5...6 м.

При реконструкції будівель для підсилення основ широко використовують буроін'єкційні технології. У обводнених ґрунтах буріння ведуть з промиванням свердловин глинистим розчином, арматурний каркас встановлюють у заповнену розчином свердловину. Малогабаритні бурові верстати вітчизняного виробництва забезпечують виконання під будь-



яким кутом паль діаметром 100...350 мм і глибиною до 40м, у т.ч. через тіло існуючих фундаментів. Натурні випробування буроін'єкційних пальових фундаментів надали можливість «Гідроспецбуд» та іншим організаціям при науково-технічному супроводі НДІБК після 1993 р. впровадити таку розробку більш ніж на 40 об'єктах.

Перспективними напрямками збільшення несучої здатності основ і фундаментів є армування ґрунту геосітками, а також застосування технології улаштування буронабивних паль з напірним бетонуванням.

Термічне закріплення ґрунтових основ може бути ефективно застосовано при реконструкції будівель. Запорізьке відділення НДІБК поліпшило його технологію через застосування пристроїв для герметизації об'єму, де йде процес, і його регулюванням за допомогою електрозапальників, відсікачів об'єму свердловин, регуляторів тиску, термопар. Термічне закріплення ґрунту стало можливим на значних глибинах, завдяки чому і були стабілізовані основи на 16 об'єктах в Запоріжжі, а також в Росії. Поряд з традиційним базовим термозакріпленням було розроблено і застосовано технологію електротермозакріплення.

У відповідних умовах може бути також застосовано цементацію. На будівництві спортивного комплексу в м. Запоріжжі на борту колишнього кар'єру була застосована цементація. Шістдесят дві тонни цементу, поданого в тріщини, дозволили створити високоміцну основу.

НДІБК є світовим лідером щодо усунення понаднормативних кренів будинків і споруд. Корикування просторового положення будівельних об'єктів можна досягати підйомом або опусканням. Для цього застосовують плоскі домкрати і вибурювання ґрунту з-під фундаментів. Починаючи з 1977 р. НДІБК впроваджено мобільну електрогідравлічну систему підйому, що включає 100...150 плоских домкратів, трубопроводи, насосну станцію, пульт управління. Поряд застосовується і система опускання, що використовує вибурювання ґрунту станками горизонтального буріння. Загалом із застосуванням цих технологій в 24 містах України, Росії, Казахстану, Грузії вирівняно 70 будинків і висотних споруд. Роботи велись без відселення мешканців і без зупинки виробництва.

З метою забезпечення надійності та безпеки під час будівництва, реконструкції будинків і споруд геотехнічні роботи повинні супроводжуватися моніторингом, який включає спостереження, оцінку і прогноз стану об'єкта.

В результаті виконаної в інституті науково-дослідної роботи створено базовий алгоритм проведення моніторингу напружено-деформованого стану будинків і споруд. Для практичної реалізації вимірювально-інфор-

маційного блока розроблені конструкції електромагнітних датчиків для контролю переміщень будівельних об'єктів, наприклад, осідань, у т.ч. відносних, лінійних і кутових зміщень (розкриття тріщин, крени, відносні зміщення об'єктів, деформацій в будівельних конструкціях), а також величини і напрямку дії механічних зусиль і напруг в будівельних конструкціях.

Проблема захисту територій від підтоплення підземними водами має такі напрями свого вирішення:

- визначення причин підтоплення;
- обстеження та паспортизація підтоплених територій;
- розробка схем і способів захисту територій підтоплення в містах і населених пунктах;
- виготовлення обладнання та моніторинг за водопониженням.

Ефективна реконструкція житлових будинків та забезпечення їх надійної і безпечної експлуатації у складних інженерно-геологічних умовах можуть бути здійснені тільки за умови залучення науково-дослідних установ до науково-технічного супроводу виконання спеціальних проектних і будівельних робіт.

Отримано 25.05.06