

У сформованих містах містобудування вирішує два найважливіші завдання: збереження історичного вигляду міста і його модернізація, без якої неможливе функціонування великих міст. І в першу чергу — модернізація житлового фонду в умовах сформованої забудови шляхом створення та проходження єдиної містобудівної концепції, з метою збереження існуючих будівель, інженерних споруд, і міського ландшафту.

Бурхливе зростання населення великих міст ставить проблему вибору майданчиків для нового житлового будівництва, як правило, шляхом планування і проведення нового будівництва в центральних районах зі щільною забудовою і складними інженерно-геологічними умовами, що у великій мірі пов'язане з використанням обмежених територій, порушенням рівноваги системи "основи – будівлі та споруди", і, отже, значним чином впливає на навколишню забудову.

Проблеми реконструкції міської забудови визначаються соціально-економічними, нормативно-правовими, функціонально-територіальними, екологічними чинниками і умовами інвестиційного процесу, суттєвими змінами в структурі суб'єктів містобудівної діяльності і їх взаємозв'язків, а звідси — зміни акцентів і концепції містобудівного управління, що направлені на обґрунтованість містобудівних рішень, підвищення якості містобудівної дисципліни [38]. Основними причинами цих процесів є сучасні умови землекористування та розвитку міської території, цілі, мотивації, інтереси до питань містобудівного розвитку цілих шарів суспільства. Відповідно, змінюються й перерозподіляються ролі, задачі й функції кожного з учасників процесу містобудівного розвитку. Закономірно посилення значення соціально-економічних, екологічних прогнозів розвитку міст. У цій ситуації виняткове

значення здобуває містобудівне планування як основний етапу процесу управління територіальним розвитком міста, істотно підвищується дієвість і ступінь реалізації містобудівних рішень, зростає значення комплексу проектно-планувальних робіт — схем і проектів районного планування, генеральних планів, проектів детального планування, як основних документів, що повинні визначати і вирішувати органічно й у найбільшій мірі проблеми галузевого і територіального планування — комплексне розміщення населення, виробництва, елементів соціальної й інженерної інфраструктури. Закономірний також ріст вимог до якості їхньої розробки й обґрунтованості прийнятих рішень, особливо щодо джерел і ефективності використання обмежених ресурсів розвитку міст.

Розміщення нового житлового будівництва у містах передбачається як на вільних територіях, так і в районах реконструкції, з розміщенням нового житлового будівництва на найбільш придатних для забудови територіях з урахуванням складних геологічних і містобудівних умов [42].

Реконструкція житлової забудови, на сучасному етапі, як правило, передбачає планомірне упорядкування територій використання вивільнюваних ділянок для розміщення нового житлового будівництва з метою вирішення невідкладних загальноміських потреб.

Здійснення реконструкції забудови забезпечується містобудівними вимогами, спеціальними розрахунками, та науково-технічним супроводом.

Таким чином, при реконструкції міських територій зі щільною забудовою та в складних інженерно-геологічних умовах, необхідними етапами її проведення є інженерні вишукування та обстеження прилеглої забудови, проектування об'єктів з урахуванням всіх вищезазначених чинників із розробкою відповідної проектно-технологічної документації з виконання будівельно-монтажних робіт та моніторингу об'єкта, прилеглої забудови та території, та обов'язкове проведення науково-технічного супроводу задля безпечного проведення всіх процесів реконструкції міської території зі щільною забудовою з метою її збереження та захисту територій.

Процеси проведення реконструкції міських територій в умовах щільної забудови пов'язані з улаштуванням глибоких котлованів та будівництвом заглиблених споруд, одним з основних питань впливу яких на існуючу прилеглу забудову є забезпечення її збереження та нормальної експлуатації.

Діючими нормативними документами [42 – 50] рекомендуються методи оцінки впливу глибоких котлованів на розташовані поблизу будинки і споруди, орієнтовані на дотримання всіх технологічних вимог ведення будівельних робіт. Технологічні чи фізичні процеси, що проходять в ґрунтах основи поблизу котлованів, можуть привести до значно більшого впливу будівництва на існуючу забудову.

Оскільки будівництво будинків із заглибленими спорудами проводиться в умовах тісної міської забудови, остання попадає в зону впливу і зазнають додаткових деформацій. У зв'язку з цим виникає проблема забезпечення збереження існуючої забудови. Фактори, що впливають на величини деформацій навколишніх будинків:

- методи влаштування котловану і огорожі, що закріплює його стіни;
- інженерно-геологічні і гідрогеологічні особливості будови товщі ґрунтів в основах прилеглих до котловану будинків і споруд;
- відносна далекість будинку від заглиблених споруд: L/H , у тому числі з урахуванням різниці позначок закладення фундаментів існуючих будинків і дна котловану, $(H-h)/L$, де L – відстань від будинку до заглибленої споруди, H – глибина котловану, h – глибина закладення фундаменту будинку.
- категорії споруд, матеріали стін та перекриттів, стан конструкцій будинків і їх статус та ін.

Одним з основних питань впливу глибоких котлованів на прилеглу забудову є забезпечення збереження існуючої забудови при будівництві заглиблених споруд.

Причинами деформацій існуючих будинків і споруд при влаштуванні поблизу глибоких котлованів є:

- зміна гідрогеологічних умов, або зниження рівня підземних вод;
- збільшення вертикальних напружень в основі під фундаментами існуючих будинків;
- технологічні фактори – динамічні впливи, влаштування усіх видів паль, фундаментів глибокого закладення, огорож котлованів та їх конструкцій, ін'єкційних анкерів та ін.
- негативні процеси в ґрунтовому масиві, що пов'язані з виконанням геотехнічних робіт (суфозія, пливуні та ін.).

Розрахунок основ і фундаментів існуючих будинків за I групою граничних станів виконується відповідно до вимог ДБН В.2.1-10-2009 "Основи та фундаменти будівель та споруд" у наступних випадках:

- влаштування котлованів, траншей (у тому числі під захистом тиксотропних розчинів) поблизу будинків;
- зниження планувальних позначок поблизу зовнішніх стін будинків;
- зміни порового тиску у ґрунтовому середовищі;
- передачі на існуючі фундаменти додаткових навантажень і впливів.

При цьому використовуються методи розрахунку, засновані на пошуку найбільш небезпечної поверхні ковзання, що відокремлює масив ґрунту, що зрушується, від нерухомого (наприклад, методи круглоциліндричних чи ламаних поверхонь ковзання, метод логарифмічної спіралі та ін.).

Величини коефіцієнта запасу стійкості приймають не менш 1,2 (коефіцієнт запасу по ґрунту) або 1,35 (коефіцієнт запасу по навантаженню) при використанні розрахункових значень характеристик ґрунту для розрахунків по першій групі граничних станів.

Розрахунок основ існуючих будинків споруд за II групою граничних станів виконується у всіх випадках, якщо вони знаходяться в зоні впливу нового будівництва.

Розрахунок додаткових деформацій основ будинків і споруд, що

піддаються впливу котлованів та нового будівництва, проводяться з умов спільної роботи споруд і основи, за винятком випадків, викладених у ДБН В.2.1-10-2009 Основи і фундаменти будівель та споруд [48].

Граничні значення додаткових деформацій основи $S_{ad,u}$, що викликані прилеглим будівництвом чи котлованом, визначають на основі розрахунків спільної роботи конструкцій будинків чи споруд і основи на дію припустимих величин внутрішніх зусиль у конструкціях, викликаних додатковими деформаціями основи в процесі нового будівництва, а також з урахуванням ступеня зносу конструкцій, конструктивних і експлуатаційних вимог, величин деформацій, які відбулися.

Для будинків і споруд II і III рівнів відповідальності орієнтовні значення граничних додаткових максимальних деформацій, відносних різниць осадок і кренів приведені в Додатку 5 "Рекомендацій з обстеження і моніторингу технічного стану експлуатованих будинків, розташованих поблизу нового будівництва чи реконструкції" (1998р.) у залежності від типу будинку, споруди, їх категорії та стану.

При влаштуванні нового будівництва чи котлованів поблизу забудови прогнозовані величини додаткових деформацій існуючих будинків і споруд — S_{ad} від усіх факторів впливу визначають на основі комплексного математичного моделювання методом скінченних елементів з використанням нелінійних моделей ґрунтів.

Розрахунок деформацій основ існуючих будинків при підвищенні рівня підземних вод, викликаного новим будівництвом, виконують відповідно до рекомендацій [48] для двох основних випадків:

- виникнення додаткових ефективних напружень у ґрунті за рахунок підйому рівнів ґрунтової води (РГВ);
- зниження величин модуля деформації ґрунту при його водонасиченні.

Деформації основ існуючих будинків при тимчасовому чи постійному (дренаж) водозниженні поблизу їх визначають від впливу виникаючих додаткових напружень у ґрунті, викликаних зважуючою дією води:

$$\sigma_w^{don} = (\gamma - \gamma_{sb}) \cdot h_w \quad (2.1)$$

де γ — питома вага ґрунту; $\gamma_{sb} = (\gamma_s - \gamma_w)/(1 + e)$ — питома вага ґрунту в зваженому стані; γ_s — питома вага часток ґрунту; γ_w — питома вага води; e — коефіцієнт пористості; h_w — зниження рівня підземних вод для точок, що знаходиться нижче нового положення РГВ, чи відстань до старого положення РГВ для точок, що знаходяться вище нового і нижче старого РГВ.

Згідно ДБН В.2.1–10–2009 "Основи і фундаменти будівель та споруд" розрахунки впливу глибоких котлованів проводяться у випадках, коли відстань до нього менша, чим встановлена за графіками:

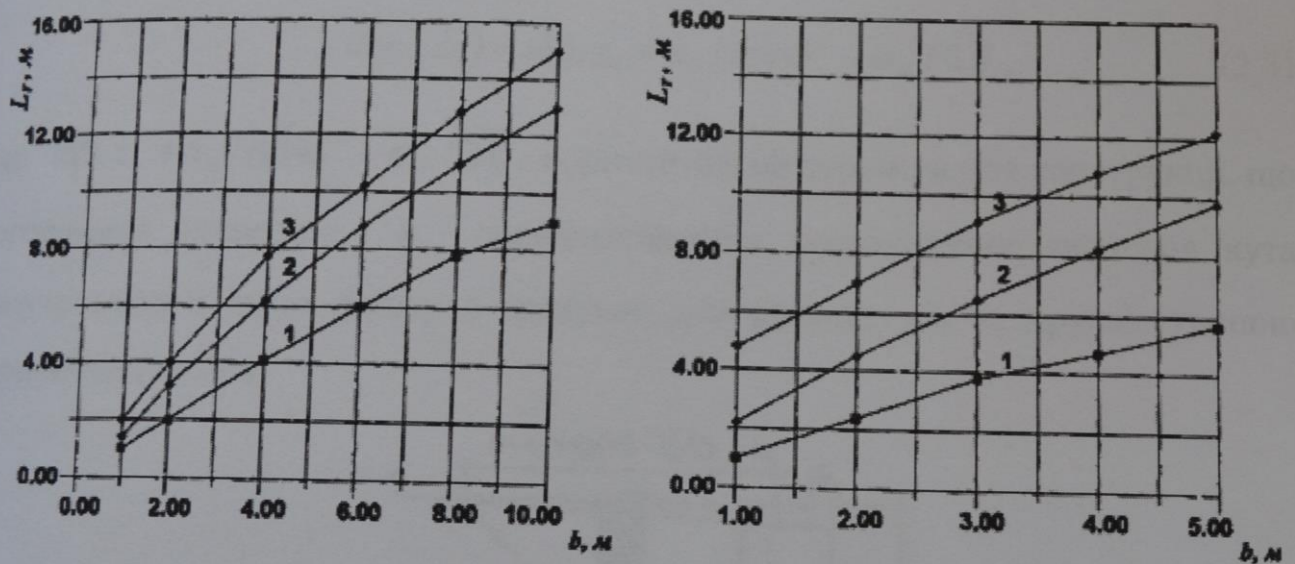


Рис. 2.1. Графіки для визначення відстані між фундаментами, при якому враховується вплив нового будівництва. а – для квадратного фундаменту; б – для прямокутного фундаменту. 1 – $p = 0,1$ МПа; 2 – $p = 0,2$ МПа; 3 – $p = 0,3$ МПа.

Величина L/b у випадку визначення впливу квадратного фундаменту знаходиться за графіком на рис. 2.1,а; у випадку прямокутного фундаменту з відношенням сторін L_r – за графіком на рис. 2.1,б; для проміжних значень відносин величина x_0, z_0 визначається інтерполяцією.

Розрахунок деформацій і горизонтальних зсувів існуючих фундаментів, викликаних деформаціями конструкцій, що огорожують котловани, проводять без врахування міцності елементів будинку. У випадку,

якщо існуючий фундамент попадає в призму активного тиску ґрунту, можна вважати, що його переміщення безпосередньо залежать від величин горизонтальних зсувів конструкції, що огорожує котлован. Площа епюри деформацій поверхні ґрунту дорівнює площі епюри горизонтальних переміщень конструкції, що огорожує котлован. Форми цих епюр відповідають один одному, а величини переміщень точок фундаментів з відповідними координатами знаходяться зі співвідношень:

осідання:

$$s(x_0, z_0) = \frac{u(0, z_0 + x_0 / \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi_{II} / 2))}{\operatorname{tg}(45^\circ - \varphi_{II} / 2)}, \quad (2.2)$$

горизонтального переміщення:

$$u(x_0, z_0) = u(0, z_0 + x_0 / \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi_{II} / 2)), \quad (2.3)$$

де $u(0, z_0 + x_0 / \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi_{II} / 2))$ - горизонтальне переміщення конструкції, що огорожує котлован; φ_{II} - середньозважене розрахункове значення кута внутрішнього тертя ґрунту в градусах для розрахунків за другою групою граничних станів.

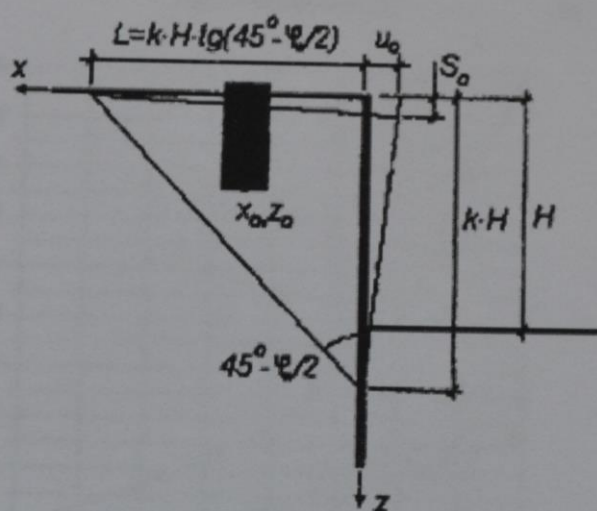
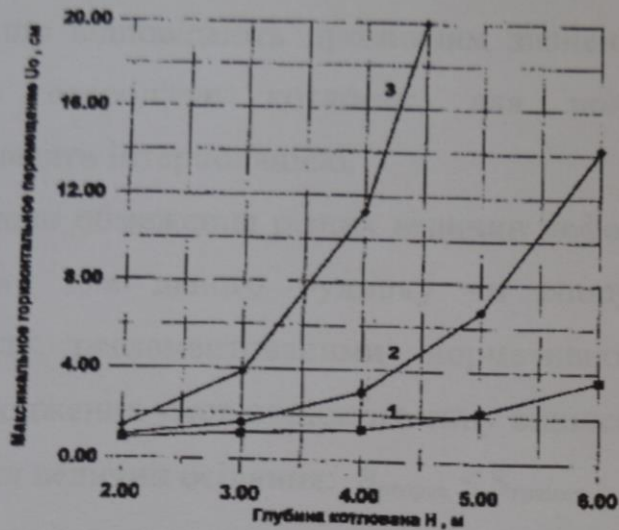
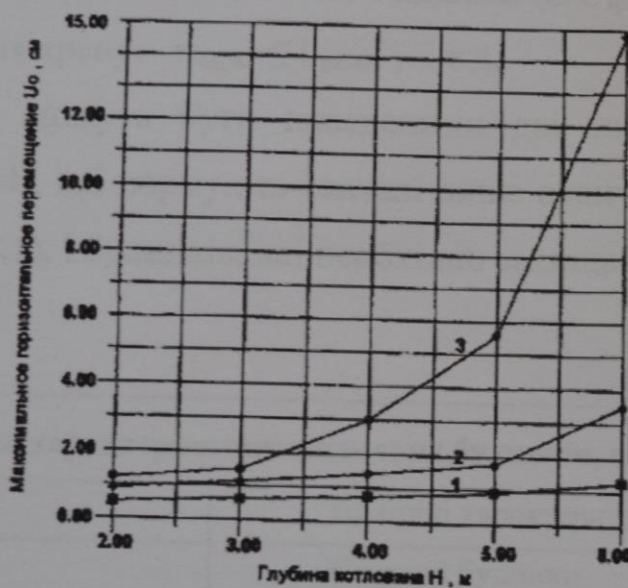


Рис. 2.2. Схема для визначення деформацій і горизонтальних переміщень фундаментів поблизу кріплень котлованів

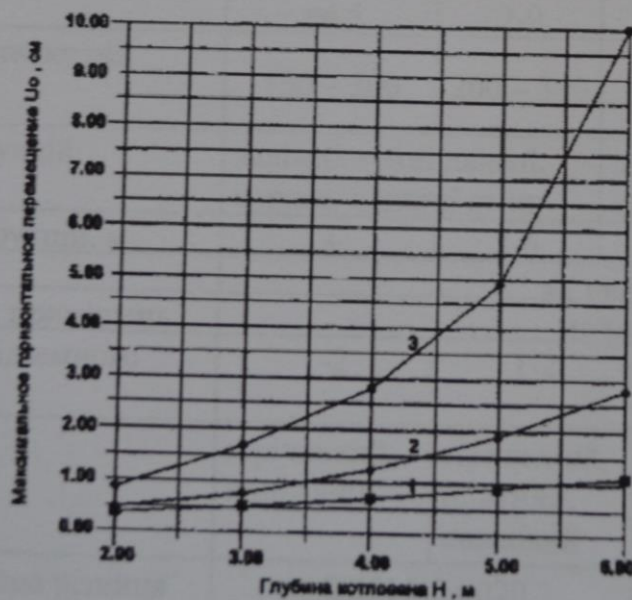
Довідкові величини переміщень верха консольної конструкції, що огорожує котлован, для різних ґрунтових умов у залежності від глибини котловану і типу конструкції приведені на рис. 2.3.



А)



Б)



В)

Рис. 2.3. Величини максимальних горизонтальних переміщень огорожувальних конструкцій у залежності від глибини котловану: а) у пісках; б) у супісках і суглинках; в) у глинах; 1 - стіна в ґрунті товщиною 600 мм, $EI = 540000 \text{ кН}\cdot\text{м}^2$; 2 - шпунт ларсен-5, $EI = 107000 \text{ кН}\cdot\text{м}^2$; 3 - огороження з труб 325 мм із кроком 1 м, $EI = 21000 \text{ кН}\cdot\text{м}^2$.

Величини, що відповідають проміжним значенням жорсткості згину конструкції, що огорожує котлован, для попередніх розрахунків допускається визначати інтерполяцією.

В основі умови обмеження різних величин деформацій основи лежать граничні величини для даного будинку чи споруди значення, що є „невідомими”, але регламентованими нормативною літературою. До найбільш розповсюджених умов подібного типу відносяться:

- обмеження величин осідання: $S_{\text{розрах}} \leq S_{\text{гранич}}$;
- обмеження відносних величин осідання: $(S/L)_{\text{розрах}} \leq (S/L)_{\text{гранич}}$;
- обмеження крену: $i_{\text{розрах}} \leq i_{\text{гранич}}$; і т.д.

Як приклад можуть бути наведеними дві таблиці з нормативних документів [52 – 54], які нормують вказані вище величини для будинків, що будуються (табл. 2.1), і будинків, які необхідно захищати (табл. 2.2).

Таблиця 2.1.

| Основні характеристики житлових будинків, що забудовуються | | | | | |
|--|---------------------------|---|-------------------------------|---|-----------|
| Найменування | | Технічні характеристики | | | |
| Призначення | | Житлові будинки | | | |
| Поверховість | | до 5 | 7-9 | 10-17 | 18-22 |
| Приблизний рівень тиску під фундаментами, кПа | | 100 – 200 | 200 – 300 | 250 – 350 | 300 - 450 |
| Тип несучих конструкцій | | залізобетонні панелі, каркас, цегляні стіни | | залізобетонні панелі, каркас | |
| Крок несучих конструкцій, м | | 3 | 3-6 | 3-6 | |
| Наявність підвалу | | як правило є | | | |
| Наявність підземних приміщень | | може бути | | | |
| Кількість поверхів підземного приміщення, пов. | | 1-2 | 1-2 | 1-4 | 2-4 |
| Тип фундаменту | | стрічковий, пальовий | стрічковий, плитний, пальовий | стрічковий, плитний, пальовий, комбінований плитно-пальовий | |
| Граничні деформації основи (прил.4 ДБН В.2.1-10-2009.) | Відносна різниця осідання | 0,0016-0,0020 | | 0,0020 | |
| | крен | 0,005 | | 0.005 | |
| | середнє осідання, см | 10 | | 10 | |

Таблиця 2.2.

| Технічні характеристики існуючих будинків, тих що підлягають захисту | | | | |
|--|---|--|--|--|
| № | Найменування | Технічні характеристики | | |
| 1 | Вік будівлі | XIXст. та раніше | кін.XIX – сер.XXст | кінець XXст. |
| 2 | Призначення | Житлові та громадські будівлі | | |
| 3 | Поверховість | 2-3 | 5-7 | до 10 |
| 4 | Приблизний рівень тиску під фундаментами, кПа | 100 - 200 | 200 - 300 | 250 - 350 |
| 5 | Тип несучих конструкцій | дерев'яні, камені, цегляні стіни | цегляні, залізобетонні стіни, колони, сталеві конструкції | |
| 6 | Крок несучих конструкцій, м | 3 | 3-6 | 3-6 |
| 7 | Наявність підвалу | погреба, підвали | підвали, технічні підпілля | |
| 8 | Наявність підземних приміщень | — | Були в торговельних будинках | Були в різноманітних будинках |
| 9 | Кількість поверхів підземного приміщення | | 1-2 | 1-4 |
| 10 | Тип фундаментів | бутові, бутобетонні, цегляні, пальові, з дерев'яних паль | бутові, бутобетонні, цегляні, пальові, з дерев'яних паль, залізобетонні, стрічкові та окремостоячі, плитні, пальові з залізобетонних забивних та буронабивних паль | залізобетонні, стрічкові та окремостоячі, монолітні, пальові з залізобетонних забивних та буронабивних паль, „щілинний”, способом „стіна в ґрунті” |
| 11 | Гранично-відносні деформації різниці осадок | | | 0,0016-0,002 |
| 12 | крен прил. 4 ДБН | | | 0,005 |

^{<1>} уточнюється в залежності від належності до того або іншого типу будинків по пп. 1-3 прил. 4 ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти будівель та споруд.

Перераховані вище умови проектування передбачають, що ґрунт основи деформується в стадії лінійного деформування, тому необхідною умовою є те, що середній тиск під подошвою споруд P_{II} не перевищує розрахункового опору ґрунту основи R :

$$P_{II} \leq R, \quad (2.4)$$

або для "слабкого" шару ґрунту сумарне вертикальне напруження не повинне перевищувати величини аналога $R (R_z)$.

З перерахованих вище умов проектування основ впливає, що найбільш гнучкими і всеосяжними умовами є умови в деформаціях (по граничних деформаціях). У той же час, у порівнянні з умовами по першому граничному стані, вони легше піддаються перевірці за обмірюваннями в натурі опусканням, зсувам і т.д.

У зв'язку з цим дослідження і розрахунки при проектуванні глибоких котлованів слід проводити за деформаціями. Конкретна послідовність замовлень на геотехнічні дослідження, розрахунки, спостереження за деформаціями будинків і споруд у натурі, повинні бути підлеглі саме оптимальному проектуванню основ і фундаментів будинків і споруд, а критерієм оптимальності проектування повинні виступати співвідношення розрахункових і граничних деформацій, що спостерігаються. Умова за першим граничним станом, звичайно, повинна виконуватися завжди. З іншого боку, умова за деформаціями — більш гнучка, тому що перш ніж ґрунти основи починають руйнуватися, у них вже спостерігаються деформації великі граничні чи нормальні, при яких умови експлуатації будівель або споруд можуть бути порушені.

Звідси виникає необхідність у нелінійних методах розрахунку основ, коли лінійна теорія не може бути використана, як, наприклад, у випадку оцінки деформацій будинків, що безпосередньо примикають до місця влаштування глибокого котловану під нове будівництво в умовах щільної забудови.