

УДК 624.139

А.А. Франівський, к.т.н.;

В.П. Максименко, к.т.н.;

П.В. Войтенко, НДІБВ

**ДЕФОРМАЦІЇ ІСНУЮЧИХ СПОРУД
В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ ЗАБУДОВИ***

АНОТАЦІЯ

На основі просторової моделі ґрунтової основи майданчика будівництва та врахування реальних ґрунтово-геологічних умов проведено розрахунок на вплив нового будівництва на оточуючу забудову та інженерні мережі.

Ключові слова: ущільнена забудова, просторова модель ґрунтової основи, деформації існуючих споруд.

У великих містах, наприклад, Києві, значно зменшуються вільні площі для забудови через те, що забудова особливо центральних районів міста ущільнюється. Нові будівлі та споруди розташовуються в безпосередній близькості до існуючих забудов. Через значну висоту багатоповерхових, особливо висотних, будинків та жорстко обмежені розміри в плані виникають значні осідання ґрунтової основи під новою спорудою, які нерідко викликають руйнування сусідніх споруд. Слабкі ґрунти, які є характерними для ґрунтово-геологічних умов у Києві, також сприяють виникненню додаткових осідань як нового будівництва, так і існуючої забудови.

Крім того, геологічна будова Києва досить різноманітна і має значну мінливість інженерно-

геологічних умов. Ґрунти, якими складена територія, мають різні геотехнічні характеристики, внаслідок чого виникає необхідність виконання ретельних інженерно-геологічних вишукувань. Гідрогеологічні умови також несприятливі і характеризуються наявністю широко розповсюджених водоносних горизонтів, а в центральній частині міста проходить гирло р. Либідь.

На сьогоднішній день у нормативних документах вперше закладено характеристики допустимих додаткових осідань існуючих споруд, які попадають в зону впливу нового будівництва. Додаткові осідання ґрунтової основи існуючої забудови та їх нерівномірність наведено в табл.1. [1]

Розмір зони впливу нового будівництва на ґрунтову основу існуючої забудови для кожного будинку визначається за результатами розрахунку, який виконується за допомогою підсистеми "Ґрунт" програмного комплексу "Мономах 4.5".

Просторова модель ґрунтової основи майданчика будівництва містить опис характеристик типів ґрунтів (ІҒЕ), відомості про свердловини (розташування, відмітки гирла, складові шари ґрунту), а також відомості про навантаження на ґрунт (його розташування, величину та відмітки площини прикладання). На підставі інформації, яка міститься в моделі ґрунтової основи, можна отримати відомості про кожен шар у будь-якій точці будівельного майданчика (рис.1).

Модель ґрунтової основи містить відомості про геологію в кожній точці майданчика будівництва. Кожен складовий ІҒЕ (інженерно-геологічний елемент) описується такими характеристиками ґрунту:

- Модуль деформації E ;
- Коефіцієнт Пуассона ν ;

*Кольорові рисунки 1, 3, 4 до статті див. на стор. 36

Таблиця 1. Максимально-допустимі додаткові осідання ґрунтової основи існуючих будинків у зоні впливу нового будівництва

Конструктивна схема існуючого будинку	Максимальна допустима величина додаткових осідань ґрунтової основи ΔS , см	Відносна різниця осідань ґрунтової основи $\Delta S/L$
Будинок із залізобетонним каркасом	4	0,002
Будинок із несучими стінами з цегляної та іншої дрібноштучної кладки з армуванням або влаштуванням залізобетонних поясів	3	0,0015
Будинок із несучими стінами з цегляної кладки без армування	2	0,001
Будинок з несучими стінами з крупних панелей	1	0,002

- Питома вага ґрунту γ ;
- Питоме зчеплення c ;
- Кут внутрішнього тертя ϕ ;
- Водонасичення (так, ні);
- Вологість W ;
- Коефіцієнт пористості e .

Для розрахунку використовується розрахункова схема у вигляді лінійно деформованого півпростору (задача Бусінеска). Розрахунок виконується за трьома методами пошарового підсумування згідно з ДБН В.2.1-10:2009 на постійні, довготривалі татимчасові навантаження для свердловин на основі інженерних вишукувань, що представлені замовником.

Метод 1

Значення коефіцієнта постелі $C1$ в розрахунковій точці з координатами (x, y) визначається за формулою:

$$C1 = E0 / (Hc * (1 - 2 * \nu O^2)), \quad (1)$$

де $E0$ – середній модуль деформації; Hc – потужність геологічного елемента; νO – середній коефіцієнт Пуассона;

Метод 2

Значення коефіцієнта постелі $C1$ в розрахунковій точці з координатами (x, y) визначається за формулою:

$$C1 = q / S, \quad (2)$$

де q – значення рівномірно розподіленого навантаження в розрахунковій точці з координатами (x, y) ; S – величина осідання.

Метод 3

Значення коефіцієнта постелі $C1$ в розрахунковій точці з координатами (x, y) визначається, як за методом 1, за формулою (1) з тією різницею, що при визначенні середнього модуля деформації $E0$ враховується поправочний коефіцієнт Kj .

$$E0 = \Sigma(\sigma_{zp,jk} * h_j) / \Sigma (\sigma_{zp,jk} * h_j) / Kj * E_j.$$

Такий же коефіцієнт вводиться і при визначенні величини осідання

$$S = 0,8 * \Sigma (\sigma_{zp,jk} * h_j / Kj) * E_j.$$

Прийнято, що коефіцієнт K змінюється від 1 до 10 за законом квадратної параболи $K(z) = 9 * z / Hc + 1$ в межах стиснутої товщі Hc . Тут $\delta_{zp,jk}$ – додаткове вертикальне напруження на глибині zp від k -го зовнішнього навантаження; h_j – товщина j -го шару ґрунту; E_j – модуль деформації j -го шару ґрунту.

Метод 3 запропонований з метою усунути недоліки, виявлені при оцінці результатів розрахунку за першими двома методами. У методі 1 – це неможливість врахувати наростання модуля деформації по глибині, що призводить до завищених значень осідання, а отже, і зниженням значень коефіцієнта постелі $C1$. У методі 2 – це наявність різкого стрибка значень коефіцієнта постелі $C1$ в місцях різкої зміни значень прикладених навантажень. Зауважимо, що цей недолік методу 2 зберігається і при використанні наростаючого за глибиною модуля деформації. Оцінка результатів розрахунку за методом 3 показала, що ці результати близькі до результатів розрахунку за схемою у вигляді лінійно-деформованого шару. Для всіх методів значення коефіцієнта постелі $C2$ у розрахунковій точці з координатами (x, y) визначається за формулою:

$$C2 = C1 * Hc^2 * (1 - 2 * \nu O^2) / (6 * (1 + \nu O)). \quad (3)$$

Для методу 1 цю формулу можна записати:

$$C2 = E0 * Hc / (6 * (1 + \nu O)). \quad (4)$$

За результатами розрахунків визначаються максимальні осідання та відносна нерівномірність осідань, як для нового будівництва, так і для оточуючих споруд, що знаходяться в зоні впливу нового будівництва. Розрахункові значення порівнюються із нормативними значеннями цих величин згідно з табл. 1 [1].

При розрахунку будівлі на плитно-пальовому фундаменті навантаження від каркаса на ґрунтову основу з врахуванням моделі лінійно-деформованого напівпростору розподіляються по глибині залягання паль, під фундаментною плитою, в свою чергу, передається не більше 15% від усього навантаження [2].

За даними методами проведено розрахунок реального об'єкта висотного будівництва по вул. Льва Толстого в Києві (рис.2).

По вул. Л. Толстого розглядався 27-поверховий торговельно-офісний центр, що складається з 27 надземних поверхів та одного підземного (цокольного) поверху. Площа забудови складає 4000 м² загальною висотою 113,6 м.

У зоні впливу нового будівництва розташовано п'ять існуючих будинків: 2-поверховий цегляний будинок по вул. Льва Толстого, 55, одноповерховий цегляний будинок з мансардою та підвалом по вул. Льва Толстого, 55-А, шестиповерховий цегляний будинок з мансардою та підвалом по вул. Жиланській, 83/53, житловий одноповерховий цегля-

ний будинок по вул. Гайдара, 3 та житловий 4 поверховий панельний адміністративний будинок по вул. Гайдара, 6 (рис.3).

У геоморфологічному відношенні ділянка будівництва належить до долини р. Либідь. Гідрогеологічні умови характеризуються наявністю трьох горизонтів підземних вод, перший з яких знаходиться в алювіальних відкладеннях і залягає на момент вишукувань (грудень 2007 р., травень 2008 р.) на глибині 1,0-1,7 м, що відповідає позначці 120,82-120,50 м. Підземні води другого горизонту приурочені до пісків бучакської свити і залягають на глибині близько 45,5-47,5м, що відповідає позначці 76,67-74,30м. Підземні води третього напірного горизонту знаходяться в пісковіку і залягають на глибині 93,5 м, що відповідає позначці 28,30 м.

У процесі інженерно-геологічних вишукувань було розвідано 12 свердловин глибиною до 40 м. Всі вишукування проводилися лише на території нової забудови і через це в процесі розрахунку не можна повноцінно врахувати ґрунтовий масив зони впливу. Тому для створення більш точної моделі ґрунтового масиву та проведення більш точного розрахунку потрібно створювати віртуальні свердловини, щоб охопити існуючу забудову. Але це лише припущення, через що потрібно проводити інженерно-геологічні вишукування і біля споруд, котрі попадають в зону впливу нового будівництва. Це дозволить найточніше описати ґрунтовий масив та виконати розрахунок, врахувавши реальну основу під існуючими будинками.

Згідно з додатком 10 до СНиП 1.02.07-87 територія належить до II (середньої) категорії складності інженерно-геологічних умов. Рельєф ділянки спокійний. Відмітки поверхні змінюються в межах 128.6-131,1м. У геологічній будові на розвіданих глибинах до 100,0 м беруть участь четвертинні відкладення, які представлені алювіальними пісками: супісками і заторфованими ґрунтами, під якими залягають київські мергельні глини, далі залягають палеогенові піски і супіски, які відносяться до бучакської свити і канівських записочених глин. Всі ці відкладення кайнозою підстилають відкладення мезозою, які представлені крейдою і сантонською записоченою глиною і пісковиком.

Враховувавши план забудови (рис.3) та гідрогеологію району забудови, був виконаний розрахунок впливу осідань нового будівництва на існуючу за-



Рис.2. Загальний вигляд об'єкта розрахунку по вул. Л. Толстого

будову (рис.4). За отриманими результатами, зведеними в таблицю 2, зроблено наступні висновки:

- максимальні осідання ґрунтової основи під висотним будинком складають 15,7см та відносна різниця осідань ґрунтової основи під висотним будинком складає 0,00173, що не перевищує нормативних значень;

- максимальні додаткові осідання для будинків по вул. Льва Толстого, 55 та вул. Гайдара, 6 перевищують нормативно-допустимі в межах 5%, для інших будинків знаходяться в межах нормативних значень.

У зв'язку з перевищенням максимальних розрахункових осідань ґрунтової основи будинку по вул. Льва Толстого, 55 над нормативно допустимими необхідно перед початком будівництва виконати запобіжні заходи щодо збереження цілісності споруди, в складі яких рекомендується влаштування огорожі (шпунтової стінки) для відокремлення існуючої споруди від ділянки нового будівництва та укріплення конструкцій будинку.

З урахуванням результатів деформаційного розрахунку ґрунтової основи висотного будинку та наближенням максимальних розрахункових осідань ґрунтової основи інших оточуючих споруд

Таблиця 2. Зведені результати деформаційного розрахунку ґрунтової основи нового будівництва та оточуючої забудови по вул. Л.Толстого

№№ з/п	Найменування об'єктів	Розрахункові максимальні осідання S max, см	Допустимі максимальні осідання [S max], см	Розрахункова різниця осідань ΔS/L	Нормативна різниця осідань [ΔS/L]
1	Висотна споруда по вул. Льва Толстого, 57 у Голосіївському районі м. Києва	15,7	Не нормується	0,00173	0,002
	Оточуюча забудова в зоні впливу нового будівництва				
2	2- поверховий цегляний будинок вул. Льва Толстого, 55 у Голосіївському районі м. Києва.	2,1	2	0,00027	0,001
3	Одноповерховий цегляний будинок з мансардою та підвалом по вул. Льва Толстого, 55-А у Голосіївському районі м. Києва.	0,343	2	0,000221	0,001
4	Одноповерховий цегляний будинок з мансардою та підвалом по вул. Жиланській, 83/53 у Голосіївському районі м. Києва.	0,642	2	0,000275	0,001
5	Житловий одноповерховий цегляний будинок по вул. Гайдара, 3 у Голосіївському районі м. Києва.	0,265	2	0,000143	0,001
6	Житловий 4- поверховий панельний адміністративний будинок по вул. Гайдара, 6 у Голосіївському районі м. Києва	1,014	1	0,000343	0,001

до нормативно допустимих запропоновано проводити геотехнічний моніторинг ділянки будівництва та існуючої забудови в зоні впливу нового будівництва в процесі будівництва та експлуатації на визначений в індивідуальних технічних вимогах (ІТВ) та проектній документації на період до стабілізації деформацій ґрунтової основи. Необхідні роботи щодо спостереження рекомендовано включити в програму науково-технічного супроводу у відповідності з ДБН В.1.2-5:2007 [3].

Своєчасне виконання подібних розрахунків дає можливість вжиття необхідних запобіжних заходів та збереження цілісності існуючої забудови. Крім того, ці розрахунки можуть бути основою для формування юридичних і майнових відносин між забудовником та власником існуючих споруд, що знаходяться в зоні впливу нового будівництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-24:2009 *Проектування висотних житлових і громадських будинків.*
2. ДБН В.2.1-10:2009 *Основи та фундаменти споруд.*
3. ДБН В.1.2-5:2007 *Науково-технічний супровід будівельних об'єктів.*
4. ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95) *"Основи та фундаменти споруд. Ґрунти. Класифікація", Держбуд України. – К.: 1997.*

5. ДСТУ Б В.2.1-5-96 (ГОСТ 20522-96) *"Основи та фундаменти споруд. Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань". Держбуд України. - К.: 1997.*

6. ДБН В.1.2-12:2008 *Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки, Мінрегіонбуд України. – К.: 2008,*

АННОТАЦІЯ

На основі просторової моделі ґрунтового основи площадки строительства и учета реальных ґрунтово-геологических условий произведен расчет на воздействие нового строительства на окружающую застройку и инженерные коммуникации.

Ключевые слова:уплотненная застройка, просторовая модель ґрунтового основи, деформации существующих сооружений.

ANNOTATION

On the basis of spatial model of the soil base of construction site and the consider of real soil-geological conditions produced the calculation on influence of new building on surround building and engineering communications.

Keywords: compacted buildings, spatial model of the soil base, deformations of existing constructions.