



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52031 (13) U
(51) МПК (2009)
E02D 35/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ГЛИБОКИХ КОТЛОВАНІВ НА ПРИЛЕГЛУ ЗАБУДОВУ

1

2

(21) u201001715

(22) 18.02.2010

(24) 10.08.2010

(46) 10.08.2010, Бюл. № 15, 2010 р.

(72) ЦИХАНОВСЬКИЙ ВАЛЕНТИН КОСТЯНТИ-
НОВИЧ, ПРУСОВ ДМИТРО ЕДУАРДОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб оцінки впливу глибоких котлованів на прилеглу забудову на основі моментної схеми методу скінченних елементів, який відрізняється тим, що у постановці задачі передбачають дискретне моделювання суттєво неоднорідних шарів ґрунту, а також наявність твердих вкраплень, які

моделюють елементи основ і фундаментів сусідніх прилеглих будівель, та розв'язують задачу стійкості на основі співвідношень теорії пластичної течії в приростах, що уточнюють за рахунок змін при обчисленні тензора напружень; далі визначають напружено-деформований стан ґрунтових масивів та розраховують ґрунтовий півпростір з включеннями конструктивних елементів фундаментів, підпірних стін та інших споруд поблизу котлованів, тим самим оцінюють вплив глибоких котлованів на прилеглу забудову та забезпечують збереження розташованих в зоні впливу існуючих будівель і споруд.

Корисна модель стосується галузі проектування будівель і споруд, будівельної механіки та механіки ґрунтів, а саме методології дослідження неоднорідного ґрунтового півпростору, основ та фундаментів прилеглих будівель, що розташовані в зоні впливу глибокого котловану.

Спосіб оцінки впливу глибоких котлованів може бути використаний при проектуванні об'єктів промислового, цивільного і транспортного будівництва у складних геологічних умовах з максимальним використанням підземного простору в умовах тісної міської забудови для забезпечення збереження існуючих прилеглих будівель.

Діючими нормативними документами рекомендується 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 [4-9].

Як аналоги використовуються методи розрахунку, засновані на пошуку найбільш небезпечної поверхні ковзання, де відокремлюється масив ґрунту, що зрушується, від нерухомого (наприклад, методи круглоциліндричних чи ламаних поверхонь ковзання, метод логарифмічної спіралі та ін.). Величини коефіцієнту 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 за I групою 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.

Відомими способами, які є прототипами, розраховують деформації 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 [1]. Площа епюри деформацій поверхні ґрунту дорівнює площі епюри горизонтальних переміщень конструкції, що огорожує котлован.

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 буді-

(19) UA (11) 52031 (13) U

вництва, а також з урахуванням ступеня зносу конструкцій, конструктивних і експлуатаційних вимог, величин деформацій, які відбулися.

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 [2, 3].

Міцність будинків і споруд залежить від характеристик міцності ґрунтової основи та комплексу причин і чинників, що здатні впливати на їх зміну. Ґрунти, як правило, являють собою складні дисперсні системи, фізико-механічні характеристики яких можуть змінюватися під впливом різних причин та чинників. Одними з визначальних чинників, що впливають на конструктивну схему конструкцій укріплень, економічність прийнятих проектних рішень є величини деформацій ґрунту в основах споруд, що розташовані неподалік. Складність процесів та значна кількість чинників, що виникають в природній основі при влаштуванні укріплень, їх зміни в часі та ін. розрахунками враховуються недостатньо.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки математичної моделі методики дослідження неоднорідного ґрунтового півпростору на основі нелінійної теорії пружності і пластичності, з розвитком основних співвідношень методу скінченних елементів на основі ефективної схеми з урахуванням геометричної і фізичної нелінійності у постановці задачі для визначення напружено-деформованого стану ґрунтової основи з метою оцінки впливу глибоких котлованів на прилеглу забудову.

Поставлена задача вирішується шляхом узагальнення залежностей механіки ґрунтів з метою отримання закономірностей, що дозволять більш обґрунтовано визначати величину напружено-деформованого стану ґрунтового півпростору та фундаментів прилеглої забудови в залежності від неоднорідностей ґрунтової основи. Даний підхід визначення розрахункової характеристики ґрунтової основи відрізняється від існуючих та раніше відомих тим, що дозволяє враховувати неоднорідність природної ґрунтової основи, фізико-механічні характеристики ґрунтів окремих елементів, їх зміну при зволоженні та інше.

Суттєві ознаки полягають також у теоретично обґрунтованому підтвердженні можливості дослідження плоского неоднорідного півпростору на основі нелінійної теорії пружності і пластичності з використанням інкрементальної теорії на основі розвитку теорії граничного напруженого стану ґрунтового півпростору з використанням геометричної і фізичної нелінійності у приростах деформацій і напружень із запровадженням розширеного критерію текучості Мізеса; встановленні закономірностей розвитку деформацій глибоких котлованів та основ прилеглої забудови з урахуванням розвитку суфозії та випору ґрунту

Терміном «вплив глибокого котловану на прилеглу забудову» позначають значні зміни в напружено-деформованому стані будинків і споруд при-

леглої забудови та пов'язують з відносною відстанню 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.

Визначення напружено-деформованого стану (НДС) ґрунтових масивів виконують на основі методу скінченних елементів (МСЕ) за моментною схемою скінченних елементів; у постановці задачі передбачають дискретне моделювання суттєво неоднорідних шарів ґрунту, а також наявність твердих вкраплень, які моделюють елементи основ і фундаментів сусідніх прилеглих будівель. У пограничних з твердими вкрапленнями шарах ґрунту утворюють пограничні дискретні шари елементів моделі (згущення сіткової області), де мають місце концентрації напружень і, як наслідок, виникає необхідність дослідження моделі півпростору у першому граничному стану за критерієм руйнування (розвитку зсувних деформацій) з використанням співвідношень нелінійної механіки ґрунтів. Розглядають задачу дослідження неоднорідного ґрунтового півпростору з урахуванням геометричної та фізичної нелінійності, у якості вихідних співвідношень МСЕ використовують теорію нелінійної пружності і пластичності із застосуванням співвідношень у приростах переміщень, деформацій і напружень.

Підтвердженням можливості здійснення способу є дослідження і розрахунки при проектуванні глибоких котлованів. 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.

Основні 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.

На основі алгоритмів розв'язку систем нелінійних алгебраїчних рівнянь рівноваги дискретної розрахункової моделі ґрунтового півпростору при наявності слабких прошарків ґрунтів проводять чисельні дослідження напружено-деформованого стану ґрунтового півпростору котловану при взаємодії з прилеглою забудовою.

На основі аналізу отриманих результатів виконують оцінку впливу глибокого котловану на оточуючу забудову [10].

Як конкретні приклади здійснення способу розглянуто напружено-деформований стан ґрунтової

основи та висотної будівлі в зоні впливу глибокого котловану та проведено аналіз проектних рішень щодо необхідності заходів додаткового закріплення існуючого шпунтового огородження.

Вивчення техногенного стану зони впливу глибокого котловану запроектованого об'єкту – нової будови житлового кварталу показало недостатність врахування особливості і складності інженерно-геологічних умов ділянки будівництва, що спричинило виникнення деформацій основи існуючого прилеглої 12-ти поверхового житлового будинку, які підтверджені проведеними обстеженнями та даними інструментальних вимірювань.

Також на підставі способу вивчення впливу глибокого котловану, що влаштовувався під багатопверховий житловий будинок. Поблизу котловану розташовано житловий дев'ятиповерховий будинок, побудований на стрічкових фундаментах глибиною 1,7м. Закріплення стінок котловану виконано бурунабивними палями діаметром 0,82м.

Розрахунковий фрагмент ґрунтового півпростору є дискретною моделлю, яка складається зі скінченних елементів з урахуванням порожнини, огорожувальних конструкцій та фундаментів існуючої будівлі.

Результати чисельних досліджень встановили, що величини деформацій стінки у допустимих межах і не викликають руйнівних внутрішніх зусиль; характер розвитку пластичних деформацій свідчить про досягнення навантаженнями другої критичної стадії, тобто на межі інтенсивного розповсюдження пластичних деформацій, за якими можливі утворення тріщин на поверхні ґрунту.

Визначений напружено-деформований стан ґрунтової основи, фундаментів та конструкцій будинків і споруд, що розташовані поблизу котлованів, при наявності неоднорідностей та слабких прошарків в основі та розвитку випору чи суфозії ґрунтів, що дозволяє обґрунтовувати оцінку впливу заглиблених споруд на прилеглу забудову.

На основі отриманих результатів означено ряд пропозицій рекомендаційного характеру, які вико-

ристані при реконструкції та забудові окремих ділянок в місті Києві та інших містах України.

В цілому спосіб дозволяє враховувати характер неоднорідностей ґрунтових основ при будівництві та реконструкції забудови та визначати вплив включень ґрунтових елементів різної потужності на пружно-деформований стан конструкцій, що знаходяться у взаємодії з ґрунтовою основою в складних геологічних умовах та особливо в умовах тісної прилеглої забудови.

Джерела інформації

1. Білеуш А.І, Ніщук В.С, Штекель А.С. та інші. Довідник. Інженерний захист та освоєння територій. «Основа», Київ, 2000. - 433с

2. Баженов В.А., Цихановський В.К., Кислоокий В.М. Метод скінченних елементів у задачах нелінійного деформування тонких та м'яких оболонок. - К.:КНУБА, 2000. - 386с.

3. Шимановский А.В., Цихановский В.К. Теория и расчет сильнонелинейных конструкций. - К.: Изд-во „Сталь“, 2005. - 432с.

4. ВСН 470-98. Организационно-технические правила строительства (реконструкции) объектов в стесненных условиях существующей городской застройки. - М.: 1998. - 75с.

5. СНиП 2.01.15-90. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений. - М.: «Стройиздат», 1990. - 42с.

6. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений. - М.: «Стройиздат», 1985. – 41с.

7. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. - М.: Стройиздат, 1987. – 42с.

8. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. - М.: «Стройиздат», 1987. – 40с.

9. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования. Москва, Госстрой, 1996г. – 48с.

10. Прусов Д.Е. Аналіз впливу заглиблених споруд на прилеглу забудову населених місць // Гігієна населених міст. - Вип. 47, - Київ, 2006. - С.20-25.