

¹Є.А. Загоруйко, ¹А.Л. Ган, ²А.Я. Мурич¹Національний технічний університет України,
“Київський політехнічний інститут”,²Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра мостів та будівельної механіки

ОЦІНКА ВПЛИВУ АНКЕРНИХ ПАЛЬ НА ПАЛЮ, ЩО ВИПРОБОВУЄТЬСЯ, ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

© Загоруйко Є.А., Ган А.Л., Мурич А.Я., 2013

Наведено порівняльний аналіз впливу анкерних паль під час статичних випробувань з використанням програмного комплексу PLAXIS 3D FOUNDATION.

Ключові слова: анкерна паля, комп'ютерне моделювання, метод кінцевих елементів, несуча спроможність, статичне навантаження.

Presented a comparative analysis of the impact of anchor piles with static tests using software PLAXIS 3D FOUNDATION.

Key words: tie pile, computer modeling, finite element method, bearing capacity, static load.

Вступ. Під час зведення нових будинків і реконструкції існуючих однією з основних проблем будівництва є виключення неприпустимих додаткових деформацій прилеглих будівель. У плані статичної роботи основи найбезпечнішими як для існуючих, так і для будівель, що проектуються, є палові фундаменти, що прорізають товщу слабких глинистих ґрунтів і спираються на надійніші прошарки ґрунту. Під час підсилення фундаментів широкого застосування набули палі, що влаштовуються за буроін'єкційною технологією.

Досвід випробувань таких паль свідчить про те, що несуча здатність паль, розрахована за формулами і таблицями ДБН В.2.1-10-2009, виявляється у 2–3 рази нижчою від фактичної несучої здатності, визначеної в результаті статичних випробувань.

Під час статичних випробувань паль за ДСТУ БВ.2.1-1-95 пункт 5.10 чітко регламентує положення анкерних паль стосовно натурної: “Відстань від осі натурної палі, що випробовується, до анкерної палі або до найближчої опори вантажної платформи, а також до опор реперного пристрою повинна бути не меншою від 5, найбільших розмірів поперечного перерізу палі (діаметром до 800 мм), але не менш як 2 м. Під час контрольних випробувань паль ця відстань повинна бути не меншою за 3d, тобто не меншою, ніж 1,5 м. Для еталонної палі або палі зонду відстань повинна бути не меншою, ніж 1 м. Для паль діаметром більш ніж 800 мм, а також для гвинтових паль відстань між тією, що випробовується, та анкерною палями у світлі допускається зменшувати до 2d” [2].

Із вищенаведеного випливає, що несуча спроможність палі, розрахована за формулами і таблицями ДБН В.2.1-10-2009, визначається для поодинокі палі, а під час проведення випробувань натурна паля обмежена анкерними, які мають певний вплив на визначення несучої спроможності.

Мета роботи – оцінити і визначити вплив анкерних паль на палю, що випробовується, під час проведення натурних випробувань із використанням програмного комплексу PLAXIS 3D FOUNDATION.

Для описання поведінки ґрунтів у програмі PLAXIS 3D FOUNDATION є дві моделі матеріалу – модель Кулона-Мора і модель ґрунту, що зміцнюється.

Пружна ідеально-пластична модель Кулона-Мора [3, 4] побудована на основі закону Гука та умови міцності Кулона. Модель рекомендується для наближеної оцінки напружено-

деформованого стану ґрунту [4]. Вона враховує основні властивості ґрунту, такі як пружна поведінка за малих навантажень, мала жорсткість матеріалу під час руйнування, умова руйнування та пружне розвантаження після течії. Обмеження моделі: визначення опору ґрунту зсуву поблизу граничного стану, надлишкова дилатансія, нездатність описати явища гістерезису й зміни тензора пружних модулів після настання граничного стану. Фактично модуль Юнга й число Пуассона приймаються константами. Модель Кулона–Мора придатна для визначення несучої здатності ґрунтів, розрахунку стійкості схилів, підпірних стін.

Пружно-пластична модель з ізотропним зміцненням [3, 4] включає: як поверхню руйнування – формулювання Кулона–Мора; для описання пружної області напружено-деформованого стану – гіперболічне формулювання Duncan–Chang зі змінюваними модулями пружності для траєкторії первинного навантаження і траєкторії розвантаження–повторного навантаження; для описання пластичних зсувних і об’ємних деформацій – дві функції течії для девіаторного f_s та ізотропного f_c навантажень. Модель точно описує поведінку ґрунту за його екскавації, влаштування підпірних стін і проходження тунелів, що супроводжуються зменшенням середньої ефективної напруги й одночасно мобілізацією опору порід зсуву. Обмеження моделі: нездатність урахувати явища анізотропії міцності та жорсткості, повзучості й тривалої міцності, непридатність для комп’ютерного моделювання динамічних процесів.

Як приклад, були прийняті умови випробувань статичними навантаженнями буронабивних паль на будівельному майданчику. На майданчику випробувалися палі діаметром 620 мм завдовжки 9 м. Програмою статичних випробувань передбачалося навантаження палі з існуючої поверхні на задане навантаження або до максимально допустимого осідання – 40 мм.

Інженерно-геологічні умови тестового майданчика подані інженерно-геологічними елементами з фізико-механічними властивостями, наведеними в табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості ґрунтів тестового майданчика

Назва ґрунту	Характеристики ґрунту			
	щільність, кН/м^3	модуль деформації, МПа	кут внутрішнього тертя, град.	питоме зчеплення, кПа
Насипний ґрунт (t_{IV})	15,5	-	-	-
Пісок дрібний, щільний (e_{III-IV})	18,5	30	32	1
Супісок лесоподібний (e_{III-IV})	16,3	17	25	30
Супісок (e_{III-IV})	16,5	20	25	18
Суглинок (e_{III-IV})	19,5	12	17	20
Пісок дрібний, щільний (a_{III-IV})	19,0	40	32	1
Супісок (a_{III-IV})	17,8	20	27	27
Суглинок (a_{III-IV})	18,5	22	18	20

У програмі PLAXIS 3D FOUNDATION змодельовані інженерно-геологічні умови майданчика із застосуванням ґрунтової моделі Кулона–Мора (рис. 1) [3, 5].

На етапі комп’ютерного моделювання виконувалась перевірка несучої здатності палі, визначеної за результатами статичних випробувань із врахуванням анкерних паль та без них. За першою схемою, що враховувала наявність анкерних паль, згідно з вимогами ДСТУ БВ.2.1-1-95 [2] вертикальні переміщення під час моделювання збіглися з результатами натурних випробувань. Для другої схеми результат був іншим – величина вертикальних переміщень зросла на 4,35 мм, що становить 11,3 %. Переважно в реальних умовах палі розташовуються в ряді або в куші. Враховуючи це, можна припустити, що наявність анкерних паль впливає на результати статичних випробувань натурної палі. Порівняльні результати випробувань і комп’ютерного моделювання для тестового майданчика занесені у табл. 2. За результатами статичних випробувань і комп’ютерного моделювання побудований графік залежності вертикальних переміщень від прикладеного навантаження (рис. 2).

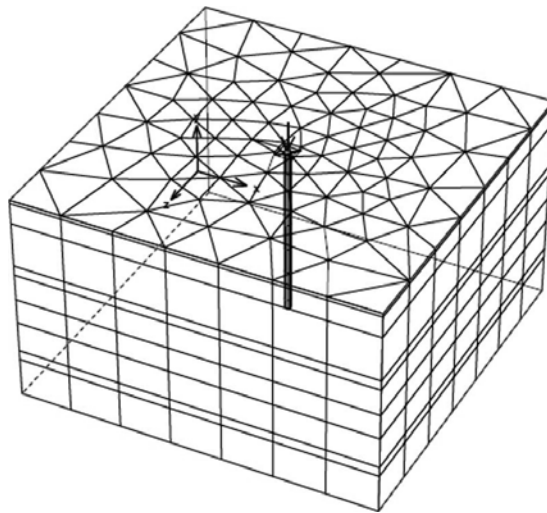


Рис. 1. Кінцево-елементна модель випробування палі

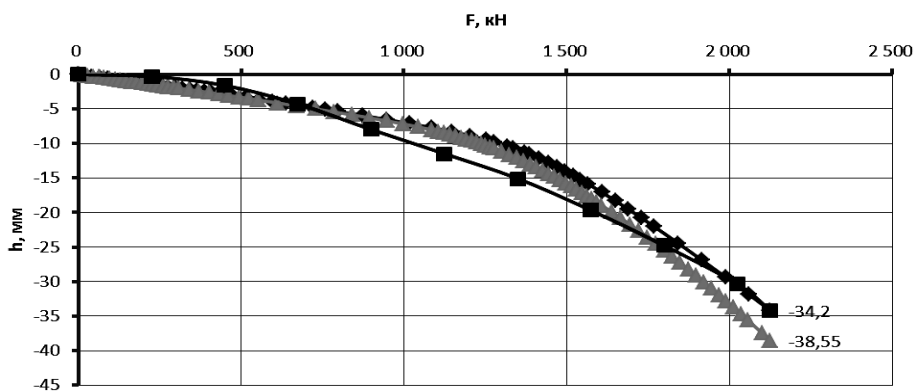


Рис. 2. Залежність вертикальних переміщень від навантаження палі: \blacksquare за результатами випробувань і комп'ютерного моделювання; \blacktriangle моделювання з урахуванням анкерних палей; \blacktriangle моделювання без урахуванням анкерних палей

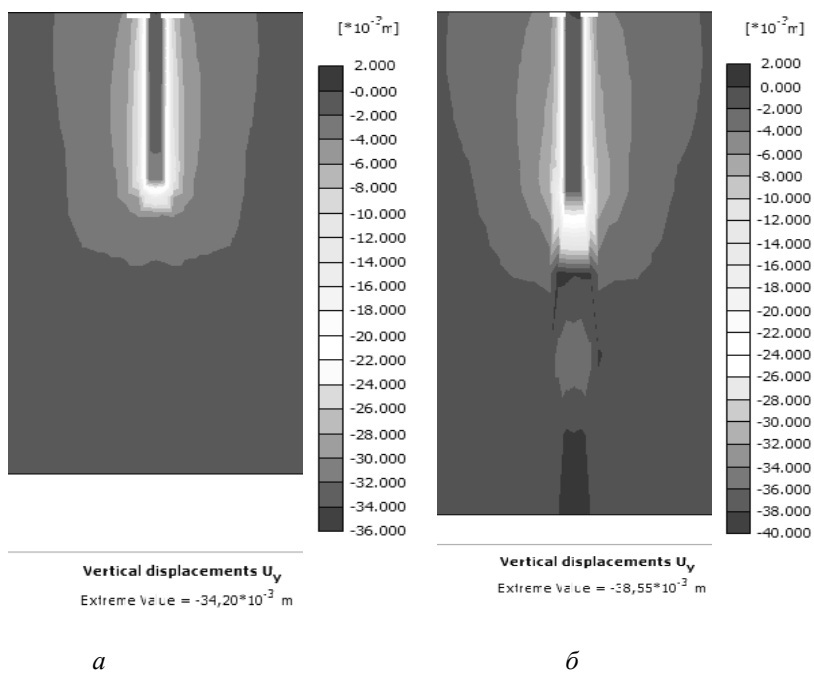


Рис. 3. Вертикальні переміщення палі №1 від прикладеного навантаження: а – із врахуванням анкерних палей; б – без врахування анкерних палей

**Порівняльні результати випробувань і комп'ютерного моделювання
для тестового майданчика**

За результатами	Навантаження на палю F, кН	Вертикальні переміщення палі h, мм
натурних випробувань	2125	34,20
комп'ютерного моделювання з урахуванням анкерних паль	2125	34,20
комп'ютерного моделювання без урахування анкерних паль	2125	38,55
Різниця:		4,35 (11,3 %)

Висновки. Отримані результати порівняльного аналізу дають можливість припустити, що існує вплив анкерних паль на натурну палю, що випробовується. Порівняння результатів випробувань і комп'ютерного моделювання для тестового майданчика свідчать про те, що величина вертикальних переміщень у моделі, де враховувались анкерні палі, на 11,3 % менша, ніж у моделі, в якій анкерні палі не враховувались. Подальша робота у цьому напрямку передбачає визначення залежності розташування анкерних паль стосовно випробувальної, а також можливість врахування впливу анкерних паль під час визначення несучої спроможності.

1. ДБН В.2.1-10-2009. *Основи та фундаменти споруд.* – 2009 – 58 с. 2. ДСТУ БВ.2.1-1-95. *Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи польових випробувань палями.* – 1995. – 58 с. 3. *Plaxis 3D Foundation Material Models Manual version 1.* – 2006. – 82 с. 4. Строчкова Л.А. *Определение параметров для численного моделирования поведения грунтов / Л.А. Строчкова // Изв. Томского политех. ун-та.* – 2008. – Т. 313, № 1. 5. *Plaxis 3D Foundation Tutorial Manual version 1.* – 2006. – 94 с.

УДК 69:624.05

І.Д. Іванейко, І.Б. Мудрий

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельного виробництва

МЕТОДИКА ВАРІАНТНОГО ПРОЕКТУВАННЯ СПОРУДЖЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ

© Іванейко І.Д., Мудрий І.Б., 2012

Представлено результати досліджень з формування методики вибору ефективної технології спорудження фундаментів за схем зведення із-за меж котлована стріловими кранами.

Ключові слова: функціональний простір, організаційно-технологічні рішення.

In the real article the presented results of researches are from forming of methodology of choice of effective technology of building of foundations at the charts of erection from at the limits of foundation pit by faucets.

Key words: functional space, institution and technological solutions.

Постановка проблеми. Методика вибору ефективної технології спорудження фундаментів за схем зведення із-за меж котлована повинна полягати у визначенні такої сукупності конструктивних елементів, послідовність освоєння фронтів робіт та засобів механізації і їх кількості, які б забез-