

АНАЛІЗ ДОСТОВІРНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ БУРОІН'ЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ ЗА ДЮЧИМИ МЕТОДИКАМИ СНіП

Романенко А.В., Маєвська І.В.

Вінницький національний технічний університет
м. Вінниця, Україна

АНОТАЦІЯ: Проаналізовано достовірність визначення несучої здатності буроін'єкційних палей за методикою СНіП, шляхом порівняння її із статичними випробуваннями палей на вертикальне навантаження.

АННОТАЦИЯ: Проанализирована достоверность определения несущей способности буроинъекционных свай по методике СНиП, с помощью сравнения ее со статическим испытанием свай на вертикальную нагрузку.

ABSTRACT: Reliability of definition of bearing ability of chisel piles by technique SNiP, by means of its comparison with static test of piles for vertical loading is analyzed.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: буроін'єкційна паля, несуча здатність, осідання, статичне випробування.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Сучасні будівлі та споруди передають на основу значні вертикальні навантаження, тому у фундаментобудуванні дістали широке поширення пальові фундаменти, зокрема із буроін'єкційних палей. Розрахунок несучої здатності таких палей виконується за методикою, викладеної у СНіП [1]. При цьому коефіцієнти по боковій поверхні (відповідно до зміни №1 даного СНіП) слід використовувати як для бурових палей. Розрахована несуча здатність буроін'єкційних палей за даною методикою, як правило, є заниженою, тому загальна кількість палей на майданчику збільшується на 10...20%. Також цими нормами передбачається статичне випробування

паль у кількості не менше 2 паль, що значно збільшує вартість влаштування фундаментів із буроін'єкційних паль.

Накопичений досвід використання буроін'єкційних паль у Росії [3, 4] свідчить, що фактична несуча здатність бурових паль, влаштованих за буроін'єкційною технологією, майже завжди у 1,5...2 рази більша, ніж теоретична, а в окремих випадках і до 3 разів.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ, У ЯКИХ ЗАПОЧАТКОВАНО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЦІЄЇ ПРОБЛЕМИ

Питання про резерв несучої здатності буроін'єкційних паль стало актуальним, коли їх почали широко застосовувати. Це насамперед великі міста: такі як Санкт-Петербург, Київ, Москва та ін. Саме тому у цих містах найбільше займаються цим питанням та шукають відповіді на нього. Так у статтях [3, 4] розглянуто досвід влаштування буроін'єкційних паль у м. Санкт-Петербург. В дослідженнях зазначено, що буроін'єкційні паль мають майже двократний резерв у несучій здатності. Дослідники рекомендують визначати несучу здатність під вістря палі не за методикою СНіП [1], а як для глибокої опори, коли визначається опір ґрунту. Наведена також статистика, що фактична несуча здатність буроін'єкційних паль, визначена за результатами статичних випробувань, співпала із результатами теоретичної несучої здатності лише у 7% розглянутих випадків. Але і цю похибку на їх думку можна уникнути, якщо здійснювати належний контроль за якістю виготовлення паль, виконувати моніторинг геологічних виробок.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

В цьому дослідженні для 8-ми будівельних майданчиків, що розташовані на території України, були проведені статичні випробування буроін'єкційних паль і геологічні вишукування. Для кожної дослідної палі було теоретично за методикою СНіП визначено несучу здатність паль за формулою, наведеною у СНіП [1]:

$$Fd = \gamma_c (\gamma_{cR} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i), \quad (1)$$

- де γ_c – коефіцієнт умов роботи палі;
 γ_{cR} – коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі;
 R – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі;
 A – площа обпирання палі;
 u – периметр поперечного перерізу стовбура палі;
 γ_{cf} – коефіцієнт умов роботи ґрунту по боковій поверхні палі;
 f_i – розрахунковий опір i -го шару ґрунту по боковій поверхні палі;

h_i – товщина i -го шару ґрунту, що дотикається до бокової поверхні палі.

Попередньо для цих майданчиків проведено статичні випробування натурних паль. Випробування проводились до осідання, що становить:

$$s = \zeta s_{u, mt}, \quad (2)$$

де $s_{u, mt}$ – граничне значення середнього осідання фундаменту проекційної будівлі відповідно до [2];

ζ – коефіцієнт переходу від граничного значення середнього осідання фундаменту будівлі $s_{u, mt}$ до осідання палі, отриманої при статичних випробуваннях з умовною стабілізацією.

Якщо осідання, визначене за формулою (2), перевищує 40 мм, то за частинне значення граничного опору палі слід приймати навантаження, що відповідає осіданню 40 мм.

Порівнюючи несучу здатність бурюін'єкційної палі, що визначена теоретично та за результатами статичного випробування, можна проаналізувати, який резерв у несучій здатності має паля. Також можна визначити, від яких параметрів різниця у несучій здатності залежить більше: ґрунту в основі палі, діаметру палі, довжини палі.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідні будівельні майданчики розташовані у м. Бровари, Одесі, Феодосії, Хмельницькому та чотири у Києві. Коротка характеристика ґрунтових умов майданчиків, їх місце знаходження, а також призначення будівлі наведено в табл. 1 (далі для зручності будівельні майданчики будуть називатись за номером згідно з табл. 1).

З табл. 1 видно, що на будівельних майданчиках під номерами 1-4, під вістрям паль знаходяться піски, а на майданчиках 5-8 – суглинки та глини. Слід відзначити, що геологічні колонки, побудовані для кожної із дослідних паль для визначення теоретичної несучої здатності, можуть мати деяке відхилення через те, що вишукування проводились на певній відстані від місць випробування паль. Для кожного із даних будівельних майданчиків було визначено кількість статичних випробувань (відповідно до вимог СНиП [1]), величину осідання, до якої необхідно проводити випробування (за формулою 2), розміри паль (діаметр та довжина паль).

У табл. 2 наведено такі показники:

- розміри дослідних паль (довжина та діаметр);
- кількість випробувань для кожного майданчика;
- величина навантаження, при якому припинялось статичне випробування палі;
- величина осідання при цьому навантаженні;
- теоретична несуча здатність, визначена за формулою (1).

Таблиця 1

Найменування будівельних майданчиків, на яких проводились статичні випробування паль, та коротка характеристика ґрунтових умов

Номер, місце знаходження будівельного майданчика, призначення будівлі	Ґрунт під вістря палі	Ґрунт по боковій поверхні палі
1. м. Бровари, Київської обл. житлова будівля	Пісок дрібний, щільний	Супісок твердий, пісок дрібний
2. м. Київ, вул. Старонаводницька, багатоповерховий гараж	Пісок дрібний та пілуватий, щільний	Суглинок, супісок, пісок пілуватий, глина тверда, пісок дрібний
3. м. Київ, бульв. Шевченка житлово-офісний комплекс	Пісок пілуватий, щільний	Суглинок, супісок, пісок пілуватий
4. м. Київ, вул. Виборгська, офісний центр	Пісок середньої крупності	Пісок насипний та середньої крупності
5. м. Одеса, торгово-офісний центр	Глина легка	Суглинок лесовий, глина легка
6. м. Феодосія, водно-оздоровчий комплекс	Глина тверда, коричнево-сіра	Глина напівтверда, пісок середньої крупності
7. м. Хмельницький, житлова будівля	Глина тверда, непросідна	Суглинок, глина тверда
8. м. Київ, бульв Л. Українки, торгово-офісний центр	Глина легка	Суглинок, пісок пілуватий

З аналізу результатів у табл. 2 можна побачити, що лише на будівельному майданчику №4 (випробування №1) та №7 несуча здатність, визначена за результатами статичного випробування, виявилась нижче, ніж теоретична несуча здатність. На майданчику №4 досить потужна товща насипних ґрунтів від 2 до 5 м, і палі були використані з метою прорізати цю товщу та передати навантаження на пісок середньої крупності. Також є висока імовірність того, що у точці випробування палі геологічна колонка ґрунтів відрізняється від геологічного розрізу, побудованого за результатами геологічних вишукувань.

На майданчиках №1 та №3 переважають піщані ґрунти і резерв несучої здатності становить від 40 до 90%. Це найбільш поширені палі діаметром 620 та 720 мм, та довжиною 14...20 м, що використовуються на території України. Причиною такого запасу, при таких довжинах паль, є неврахування усієї несучої здатності палі по боковій поверхні, через уведення у формулі коефіцієнтів умов роботи палі по боковій поверхні, що використовуються для звичайних бурових паль.

Таблиця 2

Результати статичного випробування паль та теоретична несуча здатність паль

№ будів. майданчика	Результати статичного випробування паль					Теоретична несуча здатність паль визначена за методикою СНиП, кН	Різниця між теоретичною несучою здатністю та фактичною, %
	№ випробування	Розміри дослідних паль		Величина навантаження, кН	Величина осідання, мм		
		Діаметр, мм	Довжина, м				
1	1	620	14	3000	12,9	1807	+66%
	2	620	14	3000	19,9	1788	+68%
	3	620	16	2750	18,2	2018	+36%
2	1	820	20	4200	2,06	2755	+52%
	2	820	17	5000	2,15	2720	+84%
	3	820	17	4200	3,3	2550	+65%
	4	620	22	3600	3,75	1965	+83%
	5	620	16	3600	5,92	1532	+135%
	6	620	8	3000	6,15	1050	+186%
3	1	720	20	4750	6,6	3060	+55%
	2	720	20	4750	5,8	2885	+64%
	3	720	18	5000	6,4	2730	+83%
4	1	420	8	425	17,41	505	-15%
	2	420	8	400	19,03	377	+6%
5	1	220	10	650	22,47	257	+152%
	2	220	10	750	19,56	260	+188%
	3	220	10	550	8,34	248	+122%
6	1	1000	19	4400	22,67	3516	+25%
	2	1000	19	4000	23,51	3671	+9%
	3	1000	19	4000	19,83	3770	+6%
7	1	620	14	1400	7,4	1688	-17%
	2	620	14	1400	8,46	1617	-13%
8	1	620	23	4750	11,83	3558	+33,5%
	2	620	23	5100	15,17	3550	+44%

Для будівельного майданчика №7 було неможливо провести подальше випробування через відсутність обладнання, але по існуючому осіданні величиною 7 і 8 мм помітно, що навантаження ще можна збільшувати.

На майданчиках 6 та 8, де основою під вістря палі та по боковій поверхні служать глинисті ґрунти, запас несучої здатності знаходиться у межах 6...44%. У порівнянні із палями у піщаних ґрунтах це дещо менший запас. Для майданчика №5, де діаметр палі становить 220 мм різниця є досить значною до 200%, що також підтверджує припущення щодо резерву несучої здатності палі не тільки великих діаметрів. На майданчику №2, що займає значну територію і має переважно щільні піски, є досить велика різниця між теоретичними значеннями несучої здатності палі, а несуча здатність, визначена за результатами статичного випробування, має значно менший розкид, незважаючи на різну довжину палі. Таким чином, можна висунути припущення, що несуча здатність у щільних пісках не так залежить від глибини, як для інших ґрунтових умов.

ВИСНОВКИ

1. Виконаний аналіз свідчить, що у 90 % випадках буроін'єкційні палі мають резерв фактичної несучої здатності у порівнянні із розрахованою за методикою СНіП величиною від 6 до 180%.

2. Розглянуті випадки свідчать про те, що можна зменшувати кількість палі на будівельних майданчиках, але при цьому необхідно здійснювати контроль за процесом влаштування палі.

3. Необхідно уточнити коефіцієнти умов роботи буроін'єкційних палі по боковій поверхні, що пропонує СНіП, на більш високі з урахуванням технологій влаштування таких палі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Свайные фундаменты: СНиП 2.02.03-85. – М: Госстрой, СССР, 1986. – 48с.
2. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10:2009.– К.: Мінрегіонбуд України, 2009.– 105 с.
3. Улицкий В.М. О Несущей способности буровых свай в инженерно-геологических условиях Санкт-Петербурга / Улицкий В.М., Парамонов В.Н., Шашкин А.Г. // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2000. - №3.
4. Сотников С.Н. Опыт применения буровых свай при строительстве зданий в центре Санкт-Петербурга / Сотников С.Н., Соловьева А.В., Зиновьева И.Д. // Основания, фундаменты и механика грунтов. - 1999. - №5. - с. 8-12.

Стаття надійшла до редакції 18.05.2011 р.