

ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ БУРОІН'ЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ СТАТИЧНОГО ЗОНДУВАННЯ

А.В. Романенко, І.В. Масвська

Запропоновано методика визначення несучої здатності бурюін'єкційних палей для будівельного майданчика на базі проведеного статичного зондування та випробування статичним навантаженням палей. Наведено некоректність методик СНиП [1] з визначення несучої здатності палей теоретичним методом. Показані результати розрахунку, що ілюструють залежності несучої здатності від різних факторів: довжин палей, ґрунтів по боковій поверхні та під нижнім кінцем.

Вступ

У зв'язку з тим, що останнім часом зростає кількість будинків та споруд, які будуються на фундаментах із бурюін'єкційних палей, виникла потреба швидко, точно і якнайдешевше визначити їх несучу здатність. В той же час будівельні норми вимагають проведення статичного зондування майже на кожному будівельному майданчику. Тому, якщо вдасться досить точно визначити несучу здатність бурюін'єкційних палей за результатами статичного зондування, то це стане одним із найпоширеніших методів визначення несучої здатності палей.

Метод статичного зондування є сьогодні одним з найпрогресивніших і найрезультативніших. Його застосування дає можливість детально вивчити склад, стан і властивості ґрунтів в умовах природного залягання. При цьому максимально можливі глибини зондування складають 20-25 м. Об'єм отримуваної інформації залежно від конструкції вживаного зонда може бути надзвичайно різноманітний.

Початкові передумови та припущення

Несуча здатність бурюін'єкційних палей визначається для будівельного майданчика, що знаходиться у с. Чайка Києво-Святошинського району Київської області. Для цього майданчика було проведено ряд геологічних вишукувань які представлені у вигляді:

- інженерно-геологічних розрізів, отриманих із пробурених свердловин на майданчику, із зазначенням потужності шарів, що залягають;
- таблиці фізико-механічних характеристик кожного інженерно-геологічного шару;
- результатів статичного зондування (статичне зондування виконане зондом II типу, тобто опір зонда представлений окремо під нижнім кінцем та по боковій поверхні);
- результатів випробувань ґрунту статичним вдавлюючим навантаженням натурної палі;

Геологічна будова ділянки представлена здебільшого четвертинними відкладами льодовикового походження. Зокрема для верхньої частини геологічного розрізу (0-7...8 м) характерно часте перемежування невеликих потужністю шарів супіску, суглинку, та піску мілкого з прошарками супісків, суглинків, яке здебільшого не має чітко визначених границь. У нижній ж частині розрізу (7...8-15...18 м) розповсюджені піщані відклади, які представлені пісками мілкими та середньої крупності. Проектні довжини бурюін'єкційних палей під різні частини будинку мають перемінну довжину від 15 до 18 м та діаметр 620 мм.

Визначення несучої здатності бурюін'єкційних палей відбувалося для двох дослідних точок (1 - довжина палі 18 м, ґрунт під вістря палі - пісок середньої крупності, щільний; 2- довжина палі 16 м, ґрунт під вістря палі – пісок мілкий, щільний) за такою методикою:

- 1) визначалась теоретично несуча здатність забивної палі (за методикою СНиП 2.02.03-85), зокрема окремо по боковій поверхні (f_3) та під вістря палі (R_3). При цьому переріз палі був обраний прямокутний 300x300 мм.
- 2) визначалась теоретично несуча здатність бурюін'єкційної палі, також окремо по боковій поверхні (f_6) та під вістря палі (R_6).
- 3) визначались коефіцієнти для переходу від несучої здатності забивної палі до бурюін'єкційної:
 - для нижнього кінця палі (під вістря палі) – $K1 = R_6/R_3$;
 - для бокової поверхні – $K2 = f_6/f_3$.
- 4) обробка результатів статичного зондування та визначення за ними несучої здатності для

- забивної палі [2], також окремо по боковій поверхні (f_{c3}) і під нижнім кінцем (R_{c3}).
- 5) потім з допомогою перевідних коефіцієнтів та результатів статичного зондування визначили шукану несучу здатність буроін'єкційної палі:
- для бокової поверхні – $f = K_6 \cdot f_{c3}$;
 - для вістря палі – $R = K_b \cdot R_{c3}$.
- 6) сумарна несуча здатність буроін'єкційної палі $F_d = f + R$.

Результати дослідження

Результати теоретичного визначення несучої здатності забивної палі прямокутного перерізу 300x300 мм та буроін'єкційної палі діаметром 620 мм представлені у табл. 1. Слід також зазначити, що забивна паля існує лише теоретично, оскільки по-перше забивка палі на глибину 18 та 16 м, потребує спеціального обладнання, а по-друге серед ґрунтів трапляються такі, які мають показник текучості близький до 0 та щільні піски.

Таблиця 1

Несуча здатність забивної та буроін'єкційної палі визначеної теоретично

№	Забивна паля			Буроін'єкційна паля		
	f_3 , кН (по боковій поверхні)	R_3 , кН (під вістря)	f_3 , кН (загальна)	f_6 , кН (по боковій поверхні)	R_6 , кН (під вістря)	F_6 , кН (загальна)
1	835,2	1267,2	2102	1936,5	1784	3721
2	806,4	953,5	1760	1764,8	1333	3098

Перевідні коефіцієнти будемо визначати окремо для нижнього кінця палі та її боковій поверхні. При чому враховуючи параметри палі, тобто площі обпирання для нижнього кінця палі та периметру для бокової поверхні. Для цього із таблиці 1 виберемо несучу здатність забивної та буроін'єкційної палі під нижнім кінцем і знайдемо коефіцієнт K_1 , аналогічну операцію проводимо і для бокової поверхні і знаходимо коефіцієнт K_2 . Результати занесемо до таблиці 2. Як видно з таблиці 2 коефіцієнт K_1 майже однаковий, очевидно він не залежить від довжини палі, на відміну від коефіцієнта K_2 .

Таблиця 2

Визначення перевідних коефіцієнтів K_1 та K_2 для переходу від результатів статичного зондування до несучої здатності буроін'єкційних палі по боковій поверхні

№ дослід. точки	R_n , кН	R_3 , кН	K_1	f_6 , кН	f_3 , кН	K_2
1	1784	1267,2	1,41	1936,5	835,2	2,32
2	1333	953,5	1,4	1764,8	806,4	2,19

Визначення несучої здатності забивної палі за результатами статичного зондування також виконувалось за методикою СНиП [1], і також окремо для бокової поверхні - f_{c3} , та під вістря палі – R_{c3} . (таблиця 3). Якщо порівняти ці результати з результатами визначених теоретично то вони мають істотну різницю, наприклад для першої дослідної точки теоретична несуча здатність становить 2102 кН, а за результатами статичного зондування – 1088 кН. Дана проблема серед науковців зустрічається не вперше. Так у статі Димова Л.А. [3] порівняно несучу здатність забивної палі, визначеної теоретично та за результатами статичного зондування, але уже на глинистих ґрунтах і також виявлено, що несуча здатність, визначена теоретично, значно завищена. Якщо у тому випадку причина у недостовірному показнику текучості I_L , то у даному випадку причиною може бути необґрунтоване збільшення несучої здатності піску під вістря палі у зв'язку з його високою щільністю, а також некоректність визначення опору по боковій поверхні для супісків із показником текучості, що наближається до 0.

Після пророблених операцій була визначена шукана несуча здатність буроін'єкційних палі (таблиця 3), шляхом перемноження перевідних коефіцієнтів на несучу здатність, визначену за результатами статичного зондування.

Таблиця 3

Визначення несучої здатності бурюін'єкційних паль за результатами статичного зондування

№ дослідної точки	R _{сз} , кН – забивна паля	K1	R, кН – бурюін'єкційна паля	f _{сз} , кН – забивна паля	K2	f, кН – бурюін'єкційних паля	F, кН – загальна для бурюін'єкційної палі
1	559,4	1,41	788,8	526,8	2,32	1222,2	2011
2	561,6	1,4	786,24	451,7	2,19	989,2	1775,4

Якщо порівняти усі несучі здатності для даних дослідних точок (таблиця 4), а саме: теоретичну, за результатами статичного зондування та випробування готової палі вдавлюючим навантаженням, то яскраво помітно, що несуча здатність бурюін'єкційних паль визначених теоретично значно завищена, що може призвести до суттєвих негативних наслідків. Наприклад для першої дослідної точки різниця між теоретичним значенням та фактичним складає 55%!!!, причому не у кращу сторону, в той же час несуча здатність визначена за результатами статичного зондування відрізняється від фактичного всього на 16% і до того ж у сторону запасу. Звісно слід зазначити, що при статичному здавлюванні дослід був припинений внаслідок зриву анкерних паль, що дає змогу стверджувати, що палі ще мають певний відсоток запасу. Але тим не менш методика СНиП потребує очевидного доопрацювання як і теоретичного методу, так і обробки результатів статичного зондування.

Таблиця 4

Порівняння несучої здатності набивної палі визначеної різними методами

№ дослідної точки	Несуча здатність набивної палі (теоретична)	Несуча здатність бурюін'єкційної палі за результатами статичного зондування	Несуча здатність бурюін'єкційної палі за результатами випробування ґрунту статичним здавлюванням навантаженням на палю
1	3721	2011	2400
2	3098	1775,4	2100

Висновки

- Несуча здатність бурюін'єкційної палі визначена теоретично істотно відрізняється від результатів сатичного випробування, що викликає сумніви щодо достовірності методики СНиП.
- Дана методика з визначення несучої здатності бурюін'єкційної палі за результатами статичного зондування та використанням перевідних коефіцієнтів, може бути використана проектними організаціями для будівельних майданчиків, де не планується проводити статичні випробування.

Список літератури

1. Свайные фундаменты : СНиП 2.02.03-85.– М: Госстрой, СССР, 1986.
2. Ґрунти. Методи польових випробувань статичним і динамічним зондуванням : ДСТУ Б В.2.1-9-2002 (ГОСТ 19912-2001).
3. Димов Л.А. Несущая способность свай в глинистых грунтах по результатам расчетов и полевых испытаний / Л.А. Димов, И.Л. Димов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2006. – № 3. – С. 26-29.

Маєвська Ірина Вікторівна – к.т.н., доцент кафедри промислового та цивільного будівництва Вінницького національного технічного університету.

Романенко Андрій Васильович – магістрант кафедри промислового та цивільного будівництва Вінницького національного технічного університету.