

## Визначення основних параметрів працездатності вдавлених висячих паль

Ірина Карпюк<sup>1</sup>, Василь Карпюк<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Одеська державна академія будівництва та архітектури  
4, вул. Дідріхсона, Одеса, Україна, 65029,  
<sup>1</sup>irina.carpyuk@gmail.com, orcid.org/0000-0003-3437-5882  
<sup>2</sup>v.karpiuk@ukr.net, orcid.org/0000-0002-4088-6489

DOI: 10.32347/0475-1132.39.2019.56-64

**Анотація.** Огляд літературних [1-6] і нормативних [7, 8, 12-17] джерел показав, що для більш широкого впровадження у практику будівництва ефективного способу заглиблення паль вдавлюванням необхідно вміти вірогідно визначати в конкретних ґрунтових умовах розрахунковий опір ґрунту основи одиночної палі при заданому осіданні або розрахункову несучу здатність ґрунту основи палі, осідання палі як окремо розташованого фундаменту чи у складі куца, граничне зусилля вдавлювання, відстань між палями, при якій їхній взаємний вплив і вплив на сусідні фундаменти стає мінімальним; час «відпочинку» палі, який необхідно вичікувати перед передачею на неї розрахункового навантаження та ін.

Проведені експериментально-теоретичні дослідження дозволили виявити вплив природних чинників на основні параметри працездатності одиночних висячих вдавлених і забивних паль. Встановлений взаємний негативний вплив двох по черзі вдавлених поряд розташованих паль на їхню несучу здатність та додаткові осідання. Підготовлені рекомендації щодо урахування цих даних у практичних розрахунках.

Характерною особливістю уточненої авторами методики визначення основних осідань коротких висячих призматичних паль у піщаних або близьких до них ґрунтах являється урахування впливу способу їх заглиблення вдавлюванням за допомогою коефіцієнта  $K_s$ , що змінюється в межах 0,9...1,6, а також умов роботи заново вдавленої палі в ґрунті за наявності поряд розташованої та навантаженої вертикальним статичним вдавлюючим навантаженням раніше заглибленої палі шляхом використання коефіцієнта  $\gamma_{c,s}=1,0...1,6$  в залежності від віддалі



**Ірина Карпюк**  
доцент кафедри  
основ і фундаментів  
к.т.н., доц.



**Василь Карпюк**  
професор кафедри залізобетонних  
конструкцій та транспортних споруд  
д.т.н., проф.

між ними.

Наведено доцільність застосування уточненої методики визначення дослідних і розрахункових значень несучої здатності та осідань двох по чергово вдавлених призматичних паль, що дало можливість більш якісно враховувати їх взаємовплив при вдавлюванні.

**Ключові слова.** паля, вдавлювання, несуча здатність, осідання, ґрунт, модельні дослідження, натурні експерименти, взаємодія, розрахунок, коефіцієнт.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Структурна перебудова економіки в останні десятиріччя призвела до переорієнтації значної частини організацій та фірм з типового будівництва на вільних територіях на реконструкцію, підсилення, модернізацію існуючих будівель та споруд, а також на нове будівництво в складних умовах

міської забудови зі збереженням історичних і архітектурних пам'яток.

Дана робота тісно пов'язана з науково-дослідною тематикою кафедри основ і фундаментів ОДАБА, входить до складу програми «Регіональна ініціатива» (п. 17) по збереженню історико-архітектурної і культурної спадщини Одещини, виконана в рамках держбюджетної наукової теми № держреєстрації 0114U000899 в тісному творчому співробітництві з провідними науково-вишукувальними і будівельними організаціями.

### АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Широке застосування заглиблення палей вдавлюванням [1-4] зумовлене: відсутністю динамічних навантажень на ґрунт основи і, як наслідок, на поряд розташовані несучі конструкції будівель та споруд, що дозволяє виконувати вказані роботи не тільки зовні, а й із середини будівель [5]; високою точністю заглиблення палей і, як наслідок, контролем за їхньою несучою здатністю; низькою енергоємністю [6]. Суттєвою перевагою методу заглиблення палей вдавлюванням являється й те, що він є екологічно чистим та запобігає багатьом професійним захворюванням. Доцільність застосування вдавлених палей з метою збільшення несучої здатності основ фундаментів неглибокого закладання або палевих фундаментів влучно сформульована в роботі [6].

### МЕТА РОБОТИ

Метою даної публікації є розкриття особливостей роботи вдавлених висячих призматичних палей, взаємного впливу одиночних палей, що знаходяться під дією статичного вертикального вдавлюючого навантаження, а також внесення відповідних пропозицій щодо уточнення існуючої методики їх розрахунку.

### ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Частина експериментів була виконана у лабораторних умовах з використанням мо-

делей палей для отримання якісної картини процесів, що відбуваються. Для прив'язки отриманих даних до натурних умов були виконані польові випробування реальних призматичних палей при будівництві житлового будинку в м. Одесі.

Експерименти показали, що розрахунок основних осідань одиночних вдавлених висячих призматичних палей без розширення, які прорізають шар ґрунту з модулем зсуву  $G_1$ , коефіцієнтом Пуассона  $\nu_1$  та опираються на ґрунт, який розглядається як лінійно-деформаційний напівпростір, що характеризується модулем зсуву  $G_2$  та коефіцієнтом Пуассона  $\nu_2$ , доцільно виконувати відповідно до рекомендацій додатка 4 до раніше діючого нормативного документа [7], а також [12] при  $N \leq \frac{F_d}{\gamma_k}$  і за умови

$$\frac{L}{d} > 5, \quad \frac{G_1 \cdot L}{G_2 \cdot d} > 1 \quad (\text{де } L - \text{довжина палі, м; } d$$

діаметр або розмір бічної поверхні палі, м) за формулою:

$$S = \frac{\beta \cdot N \cdot \gamma_{c,s}}{G_1 \cdot L \cdot K_s} \quad (1)$$

де,  $N$  - вертикальне навантаження, що передається на палю;

$\beta$  - коефіцієнт, який визначається за формулою вказаного додатку до [7].

Коефіцієнт  $K_s$ , який ураховує вплив способу заглиблення палей приймається таким, що дорівнює 1 для забивних палей, а для вдавлених - пропонується визначати за емпіричною залежністю (2), отриманою із відповідної математичної моделі шляхом заміни закодованих змінних на натуральні значення чинників [9]:

$$K_s = 18,65 - 9,20D(1 - 0,60\rho_d - 0,14D) - 21,08 \times \rho_d(1 - 0,30\rho_d) - 10,57W \times (1 - 10,04W), \quad (2)$$

де  $D$  - середня крупність піщинок у ґрунті;  $\rho_d$  - щільність ґрунту у сухому стані зі значеннями  $\rho_d = 1,23 \dots 1,68 \text{ т/м}^3$ ;  $W$  - вологість ґрунту, яка змінюється у межах  $W = 0 \dots 0,11$ .

$\gamma_{c,s}$  - коефіцієнт умов роботи щойно вдоволеної палі в ґрунті за наявності поряд роз-

ташованої та навантаженої ( $\gamma_k=1,2$ ) вертикальним статичним вдавлюючим навантаженням «існуючої» висячої палі. Він приймається таким, що дорівнює  $\gamma_{c,s}=1$  при віддалі між цими палями  $L \geq 8,5d$ . А при  $L < 8,5d$  коефіцієнт  $\gamma_{c,s}$  пропонується визначати за залежністю:

$$\gamma_{c,s} = 2,02 - 0,12L, \quad (3)$$

отриманої також із відповідної математичної моделі [9] (рис.1).

Діючі ДБН В.2.1-10-2009 [12] рекомендують визначати осідання пальового фундаменту як заглибленого умовного фундаменту на природній основі. Очевидно, що при проектуванні фундаментів із вдавнених паль при розрахунку доцільно використовувати більше з двох характеристичних (нормативних) значень осідань. Тоді формула (1) перетворюється у вираз:

$$S = \frac{\max S_{розр} \cdot \gamma_{c,s}}{K_s} \quad (4)$$

Дослідами, проведеними М. Лебединським, В.М. Голубковим [10] Koizumi Y., Chellis R.D., Schenck W. та іншими дослідниками в польових умовах з короткими висячими палями в натуральну величину, вдалося довести, що осідання пальових фундаментів при однакових умовах навантаження у 6...7 разів є меншим від осідань фундаментів на природній основі, складеній дрібними мулистими пісками. Було доказано, що осідання відносно невеликих пальових фундаментів зростають прямо пропорційно кореню квадратному від площі активної зони, розташованої у площині вістря паль. Зі збільшенням числа паль при любых віддаль між ними осідання збільшуються прямо пропорційно до їх числа. Але, зі збільшенням віддалі між ними інтенсивність наростання осідань зменшується. Дослідження роботи одиночних коротких висячих паль та куців із них при їхній кількості, що не перевищує 16 шт. [11], показали, що осідання одиночної палі

при однакових питомих навантаженнях, як правило, у 4...9 разів є меншими від осідань групи паль. При однакових осіданнях (~5мм) опір одиночної палі в 1,5...3,0 рази є більшим, ніж опір палі у пальовому фундаменті.

Додаткове осідання «існуючого» навантаженого фундаменту у вигляді одиночної короткої висячої призматичної палі, зумовлене вдавлюванням та навантаженням сусідньої такої ж палі, можна визначити за допомогою наступної залежності:

$$S_{12} = S \cdot K_{S,12} \cdot K_{\gamma_k}, \quad (5)$$

де  $S$  - осідання фундаменту, що розглядається, під дією розрахункового навантаження, виміряне або визначене за формулою (4);  $K_{S,12}$  - коефіцієнт, що характеризує відношення додаткових осідань «існуючої» палі  $S_{12}$  до основних осідань  $S$ , зумовлених дією розрахункового навантаження  $N$ , який визначається за залежністю (6), отриманою шляхом перетворення відповідної математичної моделі:

$$K_{S,12} = 26,43\rho_d(1 - 0,32D - 0,26\rho_d) + 9,07(1 + 0,18D) - 0,58L - 16,93; \quad (6)$$

$K_{\gamma_k}$  - коефіцієнт, який ураховує рівень навантаження на «існуючу» палю, у вигляді коефіцієнту надійності за навантаженням  $\gamma_k$ , який пропонується визначати за формулою (7).

$$K_{\gamma_k} = 12,64 - 15,34\gamma_k + 4,70\gamma_k^2 \quad (7)$$

У залежності від співвідношення дослідних факторів коефіцієнти  $K_{S,12}$  та  $K_{\gamma_k}$  змінюються, відповідно, у межах 0,93...4,26 та 0,15...1,00 (рис. 2):

В основу запропонованої блок – схеми розрахунку вдавнених висячих паль за I і II групами граничних станів (рис. 3) покладені рекомендації діючих нормативних документів з уточнюючими пропозиціями авторів.

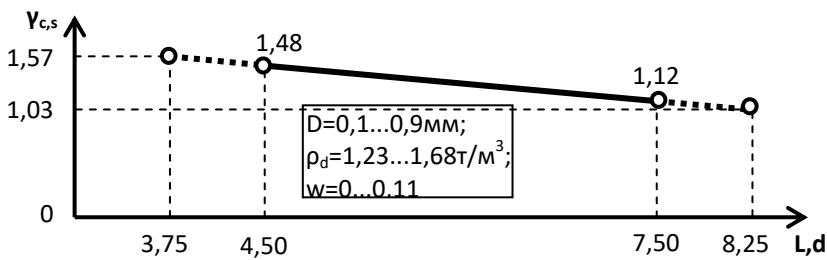


Рис. 1 Залежність коефіцієнту  $\gamma_{c,s}$  від віддалі між двома сусідніми палями.

Fig. 1. The dependence of the coefficient  $\gamma_{c,s}$  on the distance between two adjacent piles.

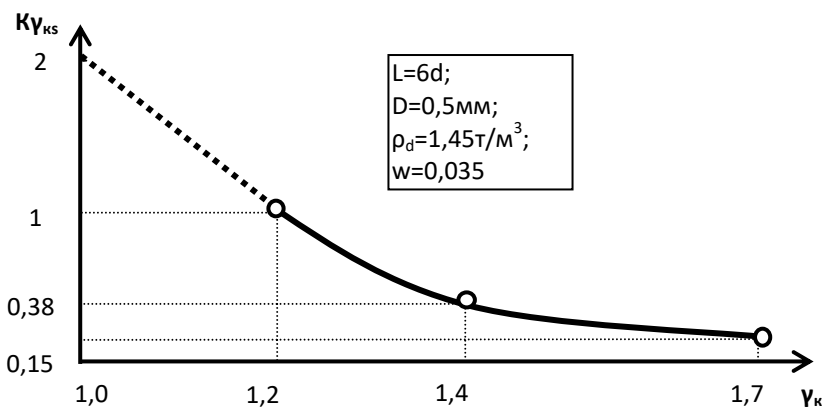


Рис. 2 Залежність коефіцієнту  $K_{\gamma_k}$  від рівня навантаження на «існуючу» палю.

Fig. 2 The dependence of the coefficient  $K_{\gamma_k}$  on the level of load on an «existing» pile.

Розрахункову несучу здатність висячої вдавненої палі рекомендується визначати за формулою (1) блок схеми, яка відрізняється від відповідної формули ДБН В.2.1-10-2009 [12] тим, що замість одного коефіцієнта умов роботи  $\gamma_{c1}=1$  пропонується використовувати два коефіцієнти  $\gamma_{c1}$  і  $\gamma_{c2}$ . В основі виразу (4) блок – схеми для уточнюючого коефіцієнта  $\gamma_{c1}$ , який інтегрально урахує особливості роботи вдавнених палей порівняно із забивними, лежить відповідна математична модель. Можливе зниження несучої здатності щойно вдавненої палі через наявність по сусідству такої ж навантаженої палі (кущовий ефект) ураховується коефіцієнтом  $\gamma_{c2}$ . Запропонована методика дозволяє також визначити несучу здатність вдавненої палі за результатами випробування аналогічної забивної палі в ідентичних ґрунтових умовах за допомогою залежності (2) блок-схеми. Найбільш простою і вірогідною видається оцінка несучої здатності палі через зусилля її вдавлювання за

допомогою коефіцієнта (виразу (11), отриманого із відповідної математичної моделі. Порівняння дослідних і розрахункових значень несучої здатності натурних 6-ти і 15-ти метрових висячих призматичних палей показало, що рекомендації нормативних документів РСН-357-91[13], РТМ 36.44.12.2-90[14], ТСН 50-302-96[15], ВСН 16-84[16], ДСТУ Б В.3.1-2:2016[17] і деяких дослідників, в тому числі авторів, визначати їхню несучу здатність через граничне зусилля вдавлювання, в цілому, забезпечують задовільну збіжність прогнозу і даних експериментів (табл. 1).

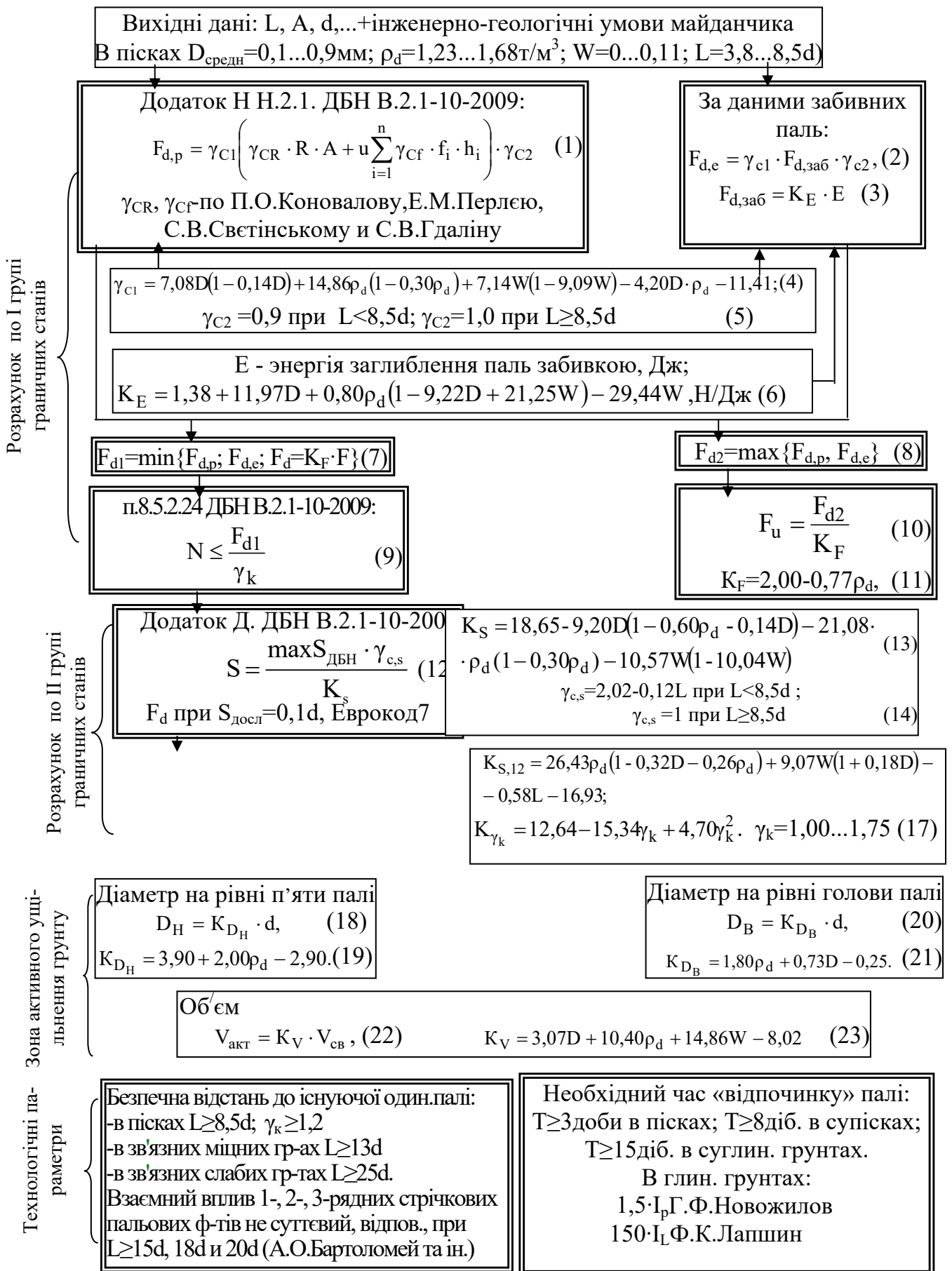


Рис.3. Блок-схема розрахунку основних параметрів працездатності висячої вдавленої призматичної палі.  
 Fig.3. The block diagram of the calculation of the basic parameters of the performance of a hanging prismatic pile which is immersed by indentation.

Таблиця 1. Порівняння дослідних і розрахункових значень несучої здатності натурних висячих призматичних палей

Table 1. Comparison of research and calculated values of the carrying capacity of full-scale hanging prismatic piles

п/п	Назва Норм, П.І.Б. дослідника		Середня дослідна несуча здатність палей $\bar{F}_d$ , кН			Розрахункова несуча здатність палей $\hat{F}_d$ , кН			Відношення розрахункової до середньої дослідної несучої здатності $\hat{F}_d/\bar{F}_d$				
			забивних L=6м	вдавлених		забивних L=6м	вдавлених		забивних L=6м	вдавлених			
				L=6м	L=15м		L=6м	L=15м		L=6м	L=15м		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)		
1	ДБН В.2.1-10-2009	[12]	188	181	990	242	242	1639	1,29	1,34	1,66		
2	РСН 357-91	[13]	188	181	990	242	166	1342	1,29	0,92	1,36		
3	РТМ36.44.12.2-90	[14]	188	181	990	242	195-410	2206	1,29	1,08-2,27	2,33		
4	ТСН 50-302-96	[15]	188	181	990	242	355	1855	1,29	1,96	1,87		
5	ВСН 16-84	[16]	188	181	990	242	$\leq 195$	$\leq 1020$	1,29	1,08	1,03		
6	ДСТУ Б В.3.1-2:20016	[17]	188	181	990	242	203	1063	1,29	1,12	1,07		
7	П.О.Коновалов	[18]	188	181	990	242	196	1422	1,29	1,08	1,44		
8	М.В.Корнієнко, О.Ф.Лебеда, О.В.Шепетюк, О.І.Балакшин	[19]	188	181	990	242	150... 188	$(F_d \leq F) \leq 1020$	1,29	0,83... 1,04	1,03		
9	А.В.Савінов, Ф.К.Лапшин	[6]	188 при S=16мм	181 при S=16мм	990 при S=16мм	242	324 при S=14мм	1144 при S=15,8мм	1,29	1,79 при S=14мм	1,16 при S=15,8мм		
			205 при S=40мм	195 при S=51мм	1160 при S=47мм		359 при S=38мм	1267 при S=39,7мм		1,84 при S=38мм	1,09 при S=39,7мм		
10	І.А.Карпюк	[9]	ДБН В.2.1-10-2009 при $S_{доп} \leq S_{унт}$			(3) 208	(1) 195	$\leq 1020$	1,11	(1) 1,08	1,03		
			188	181	990		(2) 173			(10) 175		(2) 0,96	(10) 0,97
			Єврокод 7 при $S_{доп}=0,1d$				(1) 195			$\leq 1020$		0,99	(1) 1,03
			210	190	1155	(2) 173	(10) 175	(2) 0,91	(10) 0,92				

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Характерною особливістю уточненої авторами методики визначення основних осідань коротких висячих призматичних палей у піщаних або близьких до них грун-

тах за формулами (1), (4) являється урахування впливу способу їх заглиблення вдавлуванням за допомогою коефіцієнта  $K_S$ , що змінюється в межах 0,9...1,6, а також умов роботи заново вдавленої палі в ґрунті за наявності поряд розташованої та наванта-

женої вертикальним статичним вдавлюючим навантаженням раніше заглибленої палі шляхом використання коефіцієнта -  $\gamma_{c,s}=1,0...1,6$  у залежності від віддалі між ними.

2. Додаткові осідання «існуючої» короткої висячої призматичної палі, які не достатньо ураховуються діючими нормативними документами при вдавлюванні та навантаженні сусідньої такої ж палі, можна обчислити за відомими вимірними або визначеними розрахунком основними осіданнями «існуючої» палі з урахуванням віддалі між ними, характеристик піщаного ґрунту ( $K_{s,12}=0,93...4,3$ ) та рівня навантаження на «існуючу» палю (коефіцієнт  $K_{\gamma k}=0,15...1,00$  і більше).

3. Порівняння дослідних і розрахункових значень несучої здатності та осідань двох почергово вдавлених призматичних паль показало доцільність застосування запропонованих авторами уточнень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Абелев М.Ю. Исследования осадок жилых зданий на свайных фундаментах в слабых грунтах от воздействия близрасположенных строящихся зданий / М.Ю. Абелев, К.М. Абелев, А.А. Постовалов // *Вісник ОДАБА №4*. - Одеса: ВМК «Місто майстрів», 2001.-С.57-60.
2. Гдалин С.В. Экспериментальные исследования несущей способности свай, погруженных способом вдавливания / С.В. Гдалин // *Сб. научн. тр. ВНИИГС. Технология и оборудования для специальных строительных работ*. - Л.: ВНИИГС, 1982. - С. 97-102.
3. Ильичев В.А. Исследования влияния строящихся заглубленных близрасположенных зданий / В.А. Ильичев, П.А. Коновалов, Н.С. Никифорова // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. - 2002. - №4.-С.8-11.
4. Перлей Е.М. Погружение свай способом вдавливания / Е.М. Перлей, Е.В. Светинский, С.В. Гдалин // - Л.: ЛДНТП, 1983.-32с.
5. Аббаев П.А. Усиление оснований и фундаментов зданий и сооружений путем вдавливания малых составных свай / П.А. Аббаев, А.С. Петрашень, М.А. Шевченко // *Труды III междунар. конф. «Проблемы свайного фундаментастроения» Часть 2*. - Пермь: Пермский политех. ин-т. - 1992г. - С.29-30.
6. Савинов А.В. Применение свай, погруженных вдавливанием, для усиления и устройства фундаментов в условиях реконструкции исторической застройки г. Саратова. А.В. Савинов. Саратов: Гос. техн. ун-т, - 2000. - 124 с.
7. СНиП2.02.03-85\*. Свайные фундаменты. - М.: ЦИТП: Госстрой СССР, - 1986. - 36 с.
8. ДСТУ Б В.2.1-27:2010 Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань. Київ. Мінрегіонбуд України, 2011. - 14 с.
9. Карпюк И.А. Особенности взаимодействия свай, погруженных вдавливанием, с грунтом основания: дис. на здобуття наук. ступеня кандидата техн. наук: 05.23.02 «Основы і фундаменти» Карпюк Ірина Анатоліївна. - Одеса, 2003.-227с.
10. Голубков В.Н. Несущая способность свайных фундаментов / В.Н. Голубков. - М.: Машстройиздат, - 1950. - 144 с.
11. Бартоломей А.А. Прогноз осадок свайных фундаментов / А.А. Бартоломей, И.М. Омельчак, Б.С. Юшков. - М.: Стройиздат, 1994. - 384 с.
12. ДБН В.2.1-10-2009. Основы та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Додано Зміну №1-2 від 1 липня 2012 року. Київ. Мінрегіонбуд України, 2009. - 161с.
13. РСН357-91 Технология устройства фундаментов из ж/б свай, погружаемых вдавливанием. Издание официальное. Киев: АП НИИСП Госстроя Украины, 1991. - 40 с.
14. РТМ 36.44.12.2-90. Проектирование и устройство фундаментов из свай, погружаемых способом вдавливания. - СПб: ВНИИГС Минстроя РФ, 1992.-46 с.
15. ТСН 50-302-96. Устройство фундаментов гражданских зданий и сооружений в Санкт-Петербурге и на территориях, административно подчиненных Санкт-Петербургу. - СПб.: Администрация Санкт-Петербурга, 1997. - 96 с.
16. ВСН 16-84. Инструкция по усилению фундаментов аварийных и реконструируемых зданий многосекционными сваями. - М.: Минпромстрой СССР, 1984. - 34 с.
17. ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд / Держбуд України. - Київ.: Держбуд України, 2016. - 82 с.

18. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. -М.: Стройиздат, 1988.- 287 с.
19. Корнієнко М.В., Лебеда О.Ф., Шепетюк О.В., Балакшин О.І. Особливості визначення несучої здатності задавлювальних паль. *Зб. наук. праць. 4-тої Укр. науково - техн. конф. "Механіка ґрунтів та фундаментобудування"*. – Вып.53. Книга2. – Київ: НДІБК. -2000. – С. 463-469.

## REFERENCES

- Abelev M.Yu., Abelev K.M., Postov-Lova A.A. (2001). Issledovaniya osadok zhilyih zdaniy na svaynyih fundamentah v slabyih gruntah ot vozdeystviya blizraspolozhennyih stroyaschihsya zdaniy. [Research on sediment of residential buildings on pile foundations in weak soils from the impact of nearby buildings under construction]. *Visa ODA-BA №4*. Odesa: VMC Misto Maystrov. 57-60. (in Russian).
- Gdalin S.V. (1982). Eksperimentalnyie issledovaniya nesushey sposobnosti svay, pogruzhennyih sposobom vdavlivaniya. [Experimental studies of the bearing capacity of piles plunged using the indentation method]. *Sat. scientific tr. VNIIGS. Technology and equipment for special construction works*. L.: VNIIGS. 97-102. (in Russian).
- Ilyichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S. (2002). Issledovaniya vliyaniya stroiyaschihsya zagublennyih blizraspolozhennyih zdaniy [Investigations of the influence of constructed near-buried nearby buildings]. *Grounds, funders and soil mechanics*. №4. 8-11. (in Russian).
- Perley E.M., Svetinsky E.V., Gda-Lin S.V. Pogruzhenie svay sposobom vdavlivaniya. [Immersion of piles by pressing]. L.: LDNTP, 1983.-32 s. (in Russian).
- Abbaev P.A., Petrashen A.S., Shevchenko M.A. (1992). Usilenie osnovaniy i fundamentov zdaniy i sooruzheniy putem vdavlivaniya malyyih sostavnyih svay. [Strengthening the foundations and foundations of buildings and structures by pressing in small composite piles]. *Proceedings of the III Intern. conf. "Problems of pile foundation engineering" Part 2*. Perm: Perm is political. in-t. 29-30. (in Russian).
- Savinov A.V. (2000). Primenenie svay, pogruzhennyih vdavlivaniem, dlya usileniya i ustroystva fundamentov v usloviyah rekonstruktsii istoricheskoy zastroyki g. Saratova. [The use of piles, plunged by indentation, to strengthen and build foundations in the reconstruction of the historical buildings of Saratov]. Saratov: State. tech. University. 124. (in Russian).
- SNiP2.02.03-85\*. Pile foundations: (1986). M.: TsITP: Gosstroy USSR. 36.
- DSTU B V.2.1-27: 2010 Piles. Determination of bearing capacity based on field test results. (2011). Kiev: Ministry of Ukraine. 14.
- Karpyuk I.A. (2003). Osobennosti vzaimodeystviya svay, pogruzhennyih vdavlivaniem, s gruntom osnovaniya. [Features of the interaction of piles, sunk indented, with the foundation soil]. *Dys. kand. tekhn. nauk: 05.23.02*. Odesa. 227. (in Russian).
- Golubkov V.N. Nesuschaya sposobnost svaynyih fundamentov. [Bearing capacity of pile foundations]. (1950). M.: Mashstroyizdat, 144. (in Russian).
- Bartolomey A.A., Omelchak I.M., Yushkov B.S. (1994). Prognoz osadok svaynykh fundamentov [Forecast sediment pile foundation]. Moskva: Strojizdat, 384 (in Russian).
- Osnovy ta fundamenty sporud. Zmina 1: DBN V.2.1-10-2009. (2011). Kyiv: Minregionbud Ukrayiny, 161 (in Ukrainian).
- RSN 357-91. (1991). Tehnologiya ustroystva fundamentov iz zh/b svay, pogruzhayemyih vdavlivaniem. [Technology for the installation of reinforced concrete foundations made of reinforced concrete piles]. Official publication. Kiev: AP NIISP Gosstroy of Ukraine. 40. (in Russian).
- RTM 36.44.12.2-90. (1992). Proektirovanie i ustroystvo fundamentov iz svay, pogruzhayemyih sposobom vdavlivaniya. [Design and installation of foundations from piles, plunged by the method of indentation]. SPb: VNIIGS of the Ministry of Construction of the Russian Federation. 46. (in Russian).
- TSN 50-302-96. (1997). Ustroystvo fundamentov grazhdanskih zdaniy i sooruzheniy v Sankt-Peterburge i na territoriyah, administrativno podchinennyih Sankt-Peterburgu. [Construction of the foundations of civil buildings and structures in St. Petersburg and in the territories administratively subordinate to St. Petersburg]. SPb.: Administration of St. Petersburg. 96. (in Russian).
- VSN 16-84. (1984). Instruktsiya po usileniyu fundamentov aviarynyih i rekonstruiemyih



- zdaniy mnogosektsionnyimi svayami. [Instructions for strengthening the foundations of emergency and reconstructed buildings with multi-section piles]. M.: Minpromstroy SSSR. 34. (in Russian).
17. DSTU B V.3.1-2: 2016. (2016). Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. [Repair and reinforcement of load-bearing and enclosing building structures and foundations of buildings and structures]. Dergbud Ukraine. Kiev: State of Ukraine. 82. (in Ukrainian).
18. Konovalov P.A. (1988). Osnovaniya i fundamenti rekonstruirovanih zdaniy. [Foundations and foundations of the reconstructed buildings]. M.: Stroiizdat. 287. (in Russian).
19. Kornienko M.V., Lebeda O.F., Shepetyuk O.V., Balakshin O.I. (2000). Osoblyvosti vyznachennia nesuchoi zdatnosti zadavliuvalnykh pal. [Features of determining the bearing capacity of crushing piles]. *Zb. sciences. prat 4-thi Ukr. scientific - tech. conf. "Mechanics of soil and foundation-cutting"*. Exel.53. Book2. Kyiv: NDIBK. 463-469. (in Ukrainian).

### Recommendations for the determination of the main parameters of the operating features pressed hanging piles

*Iryna Karpiuk,  
Vasyl Karpiuk*

**Summary.** The conducted experimental and theoretical investigations have allowed to reveal the influence of natural factors on the basic parameters of the efficiency of single hanging pushed and loaded piles. The mutual negative influence of two alternately pushed and adjacent piles on their bearing capacity and additional precipitation has been established. Recommendations for the inclusion of these data in practical calculations have been prepared.

The review of literary [1-6] and normative [7, 8, 12-17] sources showed that for a wider introduction to the practice of building an effective method of deepening the piles by pressing it is necessary to be able to reliably determine in concrete soil conditions the calculated resistance of the soil of the base of a single pile for a given subsidence or calculated bearing capacity of the soil of the pile foundation, settling the pile as a separate base-

ment or as a part of the bush, the marginal effort of pushing, the distance between the piles, in which their mutual influence and influence on the neighboring foundations are minimal; time of "rest" of a pile, which it is necessary to wait before transferring to it the estimated load, etc.

A characteristic feature of the method of determination of the basic sediments of short hanging prismatic piles in sandy or close to soils specified by the authors is the consideration of the influence of the method of their deepening by indentation with the help of the  $K_S$  coefficient, which varies within 0.9...1.6, as well as the conditions the work of the newly pressed pile in the soil in the presence of a nearby and loaded vertical static compression load of the previously submerged pile by using the coefficient  $\gamma_{c,s} = 1,0 \dots 1,6$ , depending on the distance between them.

The expediency of application of the specified method of determination of experimental and calculated values of bearing capacity and settling of two alternately pressed prismatic piles is given, which made it possible to take better account of their mutual influence in the pressing.

**Key words.** Pilot, injection, carrying capacity, sediment, ground, model research, national experiment, interaction, calculation, coefficient.