



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Основи та фундаменти споруд

**ПАЛІ. ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ
ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПОЛЬОВИХ ВИПРОБУВАНЬ**

ДСТУ Б В.2.1-27:2010

Київ
Мінрегіонбуд України
2011

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій" (ДП НДІБК) Мінрегіонбуду України

РОЗРОБНИКИ: **І. Матвеев**, канд. техн. наук (науковий керівник); **Г. Соловйова**,
Ю. Слюсаренко, **Ю. Мелашенко**, **В. Шокарев** – кандидати техн. наук; **Ю. Іщенко**,
А. Шокарев

За участю: Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (ПолтНТУ) Міністерства освіти і науки України (**М. Зоценко**, **Ю. Винников** – доктори техн. наук)

Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА) Міністерства освіти і науки України (**І. Бойко**, д-р техн. наук; **М. Корнієнко**, канд. техн. наук)

Одеська державна академія будівництва і архітектури (ОДАБА) Міністерства освіти і науки України (**В. Дорофєєв**, **О. Школа**, **Ю. Тугаєнко** – доктори техн. наук; **О. Новський**, канд. техн. наук; **Ю. Матус**, **В. Читинський**, **В. Пивонос**, **С. Кушак**)

ДП ПІ Київський Промбудпроект ДАТ "УКРБУД" (**Е. Воловик**)

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури (ПДАБА) Міністерства освіти і науки України (**В. Сєдін**, д-р техн. наук)

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 22.12.2010 р. № 535, чинний з 2011-07-01

3 НА ЗАМІНУ: СНиП 2.02.03-85 у частині розділу 5

**Право власності на цей документ належить державі.
Цей документ не може бути повністю чи частково відтворений,
тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу
Міністерства регіонального розвитку та будівництва України**

© Мінрегіонбуд України, 2011

Офіційний видавець нормативних документів
у галузі будівництва і промисловості будівельних матеріалів
Мінрегіонбуду України

Державне підприємство "Укрархбудінформ"

ЗМІСТ

	С.
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Терміни та визначення понять	1
4 Загальні положення	2
5 Визначення несучої здатності за результатами випробувань натурних паль	2
6 Визначення несучої здатності за результатами випробувань ґрунтів палями	7

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Основи та фундаменти споруд ПАЛІ. ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПОЛЬОВИХ ВИПРОБУВАНЬ

Основания и фундаменты сооружений
СВАИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Ground and foundations structures
PILE. CALCULATION OF BEARING CAPACITY
ON RESULTS OF FIELD TESTS

Чинний від 2011-07-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт поширюється на палі різних типів згідно з класифікацією ДБН В.2.1-10 (Зміна № 1) і встановлює методики визначення несучої здатності палей за властивостями ґрунту за результатами польових випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.1-1 та ДСТУ Б В.2.1-9.

1.2 Методики призначені для визначення несучої здатності палей для проектування за даними контрольних випробувань на будівельному майданчику.

1.3 Стандарт не поширюється на методики визначення несучої здатності палей при сейсмічних і динамічних впливах, а також палей у ґрунтах з особливими властивостями згідно з ДБН В.2.1-10, окрім палей у просідаючих ґрунтах за результатами випробувань натурних палей із замочуванням ґрунтів основи.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні документи:

ДБН В.2.1-10-2009 Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування

ДСТУ Б В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи польових випробувань палями

ДСТУ Б В.2.1-5-96 (ГОСТ 20522-75) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань

ДСТУ Б В.2.1-9-2002 (ГОСТ 19912-2001) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи польових випробувань статичним і динамічним зондуванням

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять.

3.1 несуча здатність палей за властивостями ґрунту

Величина навантаження, яке може сприймати паля, за умови забезпечення граничних значень осідання, визначених для даного виду конструкції чи будівлі, з урахуванням коефіцієнтів умов роботи та надійності по ґрунту

3.2 окреме значення граничного опору

Величина навантаження, визначена за даними випробування палі (натурної, еталонної чи палі-зонда) за графіками залежності переміщень від навантажень, за умови наперед заданого нормами чи технічними умовами обмеження осідань

3.3 відмова

Величина занурювання палі від одноразової дії механізму занурення: одного удару молота чи трамбівки, які падають із фіксованої висоти, однієї хвилини роботи віброзанурювача або пристрою вдавлювання

4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 Передбачені стандартом методики включають визначення несучої здатності паль за результатами польових випробувань натурних паль статичним і динамічними навантаженнями та ґрунтів палями (натурними, еталонними і палями-зондами) згідно з ДСТУ Б В.2.1-1 та ДСТУ Б В.2.1-9 відповідно до вимог ДБН В.2.1-10 (Зміна № 1).

4.2 Визначення несучої здатності паль за властивостями ґрунту за даними польових випробувань виконують за результатами:

- випробування натурних паль вдавлювальним, висмикувальним та горизонтальним статичними навантаженнями;
- динамічних випробувань натурних забивних паль;
- встановлення окремого значення граничного опору забивної палі за даними випробувань ґрунтів еталонними палями типів I, II, III;
- встановлення окремого значення граничного опору забивної палі за даними випробувань палі-зонда;
- встановлення окремого значення граничного опору забивної чи набивної палі за даними статичного зондування ґрунтів.

5 ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ НАТУРНИХ ПАЛЬ

5.1 Статичні випробування

5.1.1 Несучу здатність натурних паль F_d , кН, за результатами їх випробувань вдавлювальним, висмикувальним і горизонтальним статичним навантаженнями та за результатами їх динамічних випробувань слід визначати за формулою:

$$F_d = \gamma_c \times \frac{F_{u,n}}{\gamma_g}, \quad (1)$$

де γ_c – коефіцієнт умов роботи;

у разі вдавлювальних або горизонтальних навантажень $\gamma_c = 1$;

у разі висмикувальних навантажень γ_c приймають:

для паль, що занурюються у ґрунт на глибину менше 4 м, $\gamma_c = 0,6$;

на глибину 4 м і більше $\gamma_c = 0,8$ для всіх будівель і споруд, окрім опор повітряних ліній електропередачі, для яких коефіцієнт γ_c слід приймати залежно від їх місця використання, для опор:

рядових і проміжних 1,2

анкерних і кутових 1,0

для великих переходів:

якщо вага паль і ростверку дорівнює розрахунковому висмикувальному навантаженню 1,0

якщо вага паль і ростверку складає 65 % і менше розрахункового висмикувального навантаження 0,6

у інших випадках (для проміжних значень) інтерполяцією

$F_{u,n}$ – нормативне значення граничного опору палі, кН, яке визначають згідно з 5.1.2 -5.1.6;
 γ_g – коефіцієнт надійності по ґрунту, що приймають згідно з 5.1.2.

Примітка. Результати статичних випробувань паль на горизонтальні навантаження можуть бути використані для безпосереднього визначення розрахункового навантаження, що допускається на палю, якщо умови випробувань відповідають фактичним умовам роботи палі у фундаменті будівлі або споруди.

5.1.2 У випадку, якщо кількість паль, випробуваних в однакових ґрунтових умовах менше шести, нормативне значення граничного опору палі у формулі (1) слід приймати таким, що дорівнює найменшому граничному опору, отриманому за результатами випробувань, тобто:

$$F_{u,n} = F_{u,\min}, \text{ а коефіцієнт надійності по ґрунту } - \gamma_g = 1.$$

У випадку, якщо кількість паль, випробуваних в однакових умовах – шість і більше, $F_{u,n}$ і γ_g слід визначати за результатами статистичної обробки окремих значень граничних опорів паль F_u , отриманих за даними випробувань, керуючись вимогами ДСТУ Б В.2.1-5 щодо методики визначення тимчасового опору. При цьому для визначення окремих значень граничних опорів слід керуватися вимогами 5.1.3 – при вдавлювальних, 5.1.6 – при висмикувальних і горизонтальних навантаженнях і 5.2 – при динамічних випробуваннях.

5.1.3 Якщо навантаження при статичному випробуванні паль на вдавлювання доведене до навантаження, що викликає безперервне зростання їх осідання s без збільшення навантаження (при $s \leq 20$ мм), то це навантаження приймають за окреме значення граничного опору F_u випробовуваної палі.

У всіх інших випадках для фундаментів будівель і споруд (окрім мостів і гідротехнічних споруд) за окреме значення граничного опору палі F_u вдавлювальному навантаженню слід приймати навантаження, під впливом якого паля отримає осідання, яке дорівнює s , що визначають за формулою:

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

де $s_{u,mt}$ – граничне значення середнього осідання фундаменту проектованої будівлі чи споруди згідно з ДБН В.2.1-10;

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

5.1.4 Значення коефіцієнта ζ слід приймати таким, що дорівнює 0,2 у випадках, коли випробування паль виконується з умовною стабілізацією, яка дорівнює 0,1 мм за одну годину, якщо під їх нижніми кінцями залягають піщані ґрунти, а також за дві години, якщо під їх нижніми кінцями залягають глинисті ґрунти.

Значення коефіцієнта ζ допускається уточнювати за результатами спостережень за осіданнями будівель, побудованих на пальових фундаментах в аналогічних (подібних) ґрунтових умовах.

Якщо осідання, визначене за формулою (2), виявиться більшим ніж 40 мм, то за окреме значення граничного опору палі F_u слід приймати навантаження, що відповідає осіданню $s = 40$ мм.

5.1.5 Для мостів і гідротехнічних споруд за граничний опір палі F_u при вдавлювальних навантаженнях слід приймати навантаження на один ступінь менше за навантаження, при якому виникають:

а) приріст осідання за один ступінь навантаження (при загальному осіданні більше ніж 40 мм), що перевищує в п'ять разів і більше приріст осідання, отриманий за попереднього ступеня навантаження;

б) осідання, що не затухає протягом доби і більше (при загальному його значенні більше ніж 40 мм).

Якщо при максимальному досягнутому при випробуваннях навантаженні, яке виявиться таким, що дорівнює або більше $1,5 F_d$ (де F_d – несуча здатність палі, визначена за розрахунком із використанням табличних значень розрахункового опору ґрунту згідно з додатком Н ДБН В.2.1-10 (Зміна № 1), осідання палі s при випробуваннях виявиться менше величини, визначеної за формулою (2), а для мостів і гідротехнічних споруд – менше ніж 40 мм, то в цьому випадку за окреме значення граничного опору палі F_u допускається приймати максимальне навантаження, отримане при випробуваннях.

Примітка. В окремих випадках при відповідному обґрунтуванні допускається приймати максимальне навантаження, досягнуте при випробуваннях, яке дорівнює F_d .

5.1.6 При випробуванні паль статичним висмикувальним або горизонтальним навантаженням за окреме значення граничного опору F_u (див. 5.1.2) за графіками залежності переміщень від навантажень приймають навантаження на один ступінь менше навантаження, що викликає безперервне зростання переміщення палі.

Примітка. Результати статичних випробувань паль на горизонтальні навантаження можуть бути використані для безпосереднього визначення розрахункових параметрів системи "паль – ґрунт", які використовують у розрахунках згідно з додатком Н ДБН В.2.1-10 (Зміна № 1).

5.2 Динамічні випробування

5.2.1 При динамічних випробуваннях забивних паль окреме значення граничного опору F_u , кН, (див. 5.1.2) за даними їх занурення при фактичних (вимірних) залишкових відмовах $s_a \geq 0,002$ м слід визначати за формулою:

$$F_u = \frac{\eta AM}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{4E_d}{\eta A s_a} \times \frac{m_1 + \varepsilon^2 (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}} - 1 \right]. \quad (3)$$

5.2.2 Якщо фактична (вимірна) залишкова відмова $s_a < 0,002$ м, то в проекті пального фундаменту слід передбачити застосування для занурення паль молота з більшою енергією удару, за якої залишкова відмова буде $s_a \geq 0,002$ м, а в разі неможливості заміни палебійного устаткування та за наявності відмовомірів окреме значення граничного опору палі F_u , кН, слід визначати за формулою:

$$F_u = \frac{1}{2\theta} \times \frac{2s_a + s_{el}}{s_a + s_{el}} \left[\sqrt{1 + \frac{8E_d (s_a + s_{el})}{(2s_a + s_{el})^2} \times \frac{m_4}{m_4 + m_2}} \theta - 1 \right]. \quad (4)$$

У формулах (3) і (4):

- η – коефіцієнт, що приймають за таблицею 1 залежно від матеріалу палі, кН/м²;
- A – площа, обмежена зовнішнім контуром суцільного або порожнистого поперечного перерізу стовбура палі (незалежно від наявності чи відсутності в палі вістря), м²;
- M – коефіцієнт, що приймають при забиванні паль молотами ударної дії таким, що дорівнює одиниці, а при віброзануренні паль – за таблицею 2 залежно від виду ґрунту під їх нижніми кінцями;
- E_d – розрахункова енергія удару молота, кДж, що приймають за таблицею 3, або розрахункова енергія віброзанурювачів – за таблицею 4;
- s_a – фактична залишкова відмова, що дорівнює значенню занурення палі від одного удару молота, а при використанні віброзанурювачів – від їх роботи протягом 1 хв, м;
- s_{el} – пружна відмова палі (пружні переміщення ґрунту і палі), визначена за допомогою відмовоміру, м;
- m_1 – маса молота або віброзанурювача, т;
- m_2 – маса палі і наголовника, т;
- m_3 – маса підбабка (при віброзануренні паль $m_3 = 0$), т;
- m_4 – маса ударної частини молота, т;

- ε – коефіцієнт відновлення удару; при забиванні залізобетонних паль молотами ударної дії із застосуванням наголовника з дерев'яною вкладкою $\varepsilon^2 = 0,2$, а при віброзанурювачі $\varepsilon^2 = 0$;
- θ – коефіцієнт, 1/кН, що визначають за формулою:

$$\theta = \frac{1}{4} \left(\frac{n_p}{A} + \frac{n_f}{A_f} \right) \frac{m_4}{m_4 + m_2} \sqrt{2g(H-h)}, \quad (5)$$

де A, m_4, m_2 – те саме, що у формулах (3) і (4);

n_p, n_f – коефіцієнти переходу від динамічного (що включає в'язкий опір ґрунту) до статичного опору ґрунту, що приймають: для ґрунту під нижнім кінцем палі $n_p = 0,00025 \text{ с} \times \text{м/кН}$ і для ґрунту вздовж бічної поверхні палі $n_f = 0,025 \text{ с} \times \text{м/кН}$;

A_f – площа бічної поверхні палі, що контактує з ґрунтом, м^2 ;

g – прискорення вільного падіння, яке дорівнює $9,81 \text{ м/с}^2$;

H – фактична висота падіння ударної частини молота, м ;

h – висота першого відскоку ударної частини дизель-молота, що приймають за таблицею 3, для інших видів молотів $h = 0$.

Примітка 1. При забиванні палі у ґрунт, що видаляється при розробці котловану, чи в ґрунт дна водотоку значення розрахункової відмови слід визначати із несучої здатності палі, обчисленої з врахуванням ґрунту невіддаленого або такого, що може бути розмитий, а в місцях вірогідного прояву довантажувальних сил тертя – з їх врахуванням.

Примітка 2. У разі розбіжності більше ніж в 1,4 раза величин несучої здатності палі, визначених за формулами (3) – (5), із несучою здатністю, визначеною розрахунком відповідно до додатка Н ДБН В.2.1-10 (Зміна № 1) (за результатами лабораторних визначень фізико-механічних властивостей ґрунтів), необхідно додатково перевірити несучу здатність палі за результатами статичного зондування чи статичних випробувань палі.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнта η

Випадок розрахунку	Коефіцієнт η , кН/м ²
Випробування палі забиванням і добиванням (а також у разі визначення відмов) при видах палі:	
залізобетонних з наголовником	1500
дерев'яних без підбабку	1000
дерев'яних з підбабком	800
Контроль несучої здатності палі за результатами виробничого забивання при значенні E_d / s_a , кН:	
1000 і менше	2500
2000	1500
4000	950
8000 і більше	700

Таблиця 2 – Значення коефіцієнта M

Ґрунти під нижнім кінцем палі	Коефіцієнт M
1 Великоуламкові з піщаним заповнювачем	1,3
2 Піски середньої крупності і крупні середньої щільності і супіски тверді	1,2
3 Піски дрібні середньої щільності	1,1
4 Піски пилюваті середньої щільності	1,0
5 Супіски пластичні, суглинки і глини тверді	0,9
6 Суглинки і глини напівтверді	0,8
7 Суглинки і глини тугопластичні	0,7

Примітка. Для щільних пісків значення коефіцієнта M для чергових чисел 2 – 4 слід підвищувати на 60 %, за наявності матеріалів статичного зондування – на 100 %.

Таблиця 3 – Значення розрахункової енергії удару молота E_d

Молот	Розрахункова енергія удару молота E_d , кДж
1 Підвісний або одиночної дії	GH
2 Трубочастий дизель-молот	$0,9 GH$
3 Штанговий дизель-молот	$0,4 GH$
4 Дизельний при контрольному добиванні одиночними ударами без подачі палива	$G(H - h)$

Примітка 1. G – вага ударної частини молота, кН.
Примітка 2. Для чергового числа 4 h – висота першого відскоку ударної частини дизель-молота від повітряної подушки, що визначається за мірною рейкою, м. Для попередніх розрахунків допускається приймати: для штангових молотів $h = 0,6$ м, для трубчастих молотів $h = 0,4$ м.

Таблиця 4 – Значення еквівалентної розрахункової енергії удару віброзанурювача

Збурююча сила віброзанурювача, кН	Еквівалентна розрахункова енергія удару віброзанурювача, кДж
100	45,0
200	90,0
300	130,0
400	175,0
500	220,0
600	265,0
700	310,0
800	350,0

6 ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ ГРУНТІВ ПАЛЯМИ

6.1 Несучу здатність F_d , кН, забивної всячої палі, що працює на стискальне навантаження, за результатами випробувань ґрунтів еталонною палею, випробувань палі-зонда або статичного зондування слід визначати за формулою:

$$F_d = \frac{\gamma_c \sum_{i=1}^n F_u}{n \gamma_g}, \quad (6)$$

- де γ_c – коефіцієнт умов роботи; $\gamma_c = 1$;
 n – кількість випробувань ґрунтів еталонною палею, випробувань палі-зонда або точок зондування;
 F_u – окреме значення граничного опору палі, кН, у місці випробування ґрунтів еталонною палею, випробування палі-зонда або в точці зондування, визначене відповідно до вимог 6.2, 6.3 або 6.4;
 γ_g – коефіцієнт надійності по ґрунту, що встановлюють залежно від мінливості отриманих окремих значень граничного опору палі F_u в місцях випробувань ґрунтів еталонною палею, випробувань палі-зонда або в точках зондування і кількості цих випробувань або точок при значенні довірчої імовірності $\alpha = 0,95$ відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.1-5.

6.2 Окреме значення граничного опору забивної палі в місці випробування ґрунтів еталонною палею F_u , кН, слід визначати:

- а) при випробуванні ґрунтів еталонною палею типу I – за формулою:

$$F_u = \gamma_{sp} \frac{u}{u_{sp}} F_{u,sp}, \quad (7)$$

- де γ_{sp} – коефіцієнт, що приймають $\gamma_{sp} = 1,25$ – при заглибленні палі в щільні піски незалежно від їх крупності або великоуламкові ґрунти і $\gamma_{sp} = 1$ для інших ґрунтів;
 u, u_{sp} – периметри поперечного перерізу палі та еталонної палі;
 $F_{u,sp}$ – окреме значення граничного опору еталонної палі, кН, що визначають за результатами випробування статичним навантаженням згідно з 5.1.3 – 5.1.5;

- б) при випробуванні ґрунтів еталонною палею типу II або III – за формулою:

$$F_u = \gamma_{cR} R_{sp} A + \gamma_{cf} f_{sp} u h, \quad (8)$$

- де γ_{cR} – коефіцієнт умов роботи під нижнім кінцем натурної палі, що приймають за таблицею 5 залежно від граничного опору ґрунту під нижнім кінцем еталонної палі R_{sp} ;
 R_{sp} – граничний опір ґрунту під нижнім кінцем еталонної палі, кПа;
 A – площа поперечного перерізу натурної палі, м²;
 γ_{cf} – коефіцієнт умов роботи на бічній поверхні натурної палі, що приймають за таблицею 5 залежно від середнього значення граничного опору ґрунту на бічній поверхні еталонної палі f_{sp} ;
 f_{sp} – середнє значення граничного опору ґрунту на бічній поверхні еталонної палі, кПа;
 h – глибина занурення натурної палі, м;
 u – периметр поперечного перерізу стовбура палі, м.

Примітка. При використанні еталонної палі типу II слід перевірити відповідність суми граничних опорів ґрунту під нижнім кінцем і на бічній поверхні еталонної палі її граничному опору. Якщо різниця між ними перевищує ± 20 %, то розрахунок граничного опору натурної палі повинен виконуватися як для еталонної палі типу I.

6.3 Окреме значення граничного опору забивної палі в місці випробувань палі-зонда F_u , кН, слід визначати за формулою:

$$F_u = \gamma_{cR} R_{ps} A + u \sum \gamma_{cf} f_{ps,i} h_i, \quad (9)$$

- де γ_{cR} – коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі, який приймають 0,8;
 R_{ps} – граничний опір ґрунту під нижнім кінцем палі-зонда, кПа;
 γ_{cf} – коефіцієнт умов роботи i -го шару ґрунту на бічній поверхні палі, що приймають за таблицею 5 залежно від середнього значення граничного питомого опору i -го шару ґрунту на бічній поверхні палі-зонда $f_{ps,i}$;
 $f_{ps,i}$ – середнє значення граничного опору i -го шару ґрунту на бічній поверхні палі-зонда, кПа;
 h_i – товщина i -го шару ґрунту, м.

Таблиця 5 – Значення коефіцієнтів γ_{cR} , γ_{cf}

R_{sp} , кПа	Коефіцієнт γ_{cR} залежно від R_{sp}		f_{sp} , $f_{ps,i}$, кПа	Коефіцієнт γ_{cf} залежно від f_{sp} для еталонних паль типів II і III		Коефіцієнт γ_{cf} залежно від $f_{ps,i}$ для палі-зонда
	для еталонних паль типу II	для еталонних паль типу III		в піщаних ґрунтах	в глинистих ґрунтах	
≤ 2000	1,15	1,40	≤ 20	2,00	1,20	0,90
3000	1,05	1,20	30	1,65	0,95	0,85
4000	1,00	0,90	40	1,40	0,80	0,80
5000	0,90	0,80	50	1,20	0,70	0,75
6000	0,80	0,75	60	1,05	0,65	0,70
7000	0,75	0,70	80	0,80	0,55	–
10 000	0,65	0,60	≥ 120	0,50	0,40	–
≥ 13 000	0,60	0,55	–	–	–	–

Примітка 1. Для проміжних значень R_{sp} і f_{sp} значення γ_{cR} і γ_{cf} визначаються інтерполяцією.

Примітка 2. У випадку, якщо вздовж бічної поверхні палі залягають піщані і глинисті ґрунти, коефіцієнт γ_{cf} визначають за формулою:

$$\gamma_{cf} = (\gamma'_{cf} \sum h'_i + \gamma''_{cf} \sum h''_i) / h,$$

де $\sum h'_i$, $\sum h''_i$ – сумарні товщини шарів відповідно піщаних і глинистих ґрунтів;

γ'_{cf} , γ''_{cf} – коефіцієнти умов роботи еталонних паль і палі-зондів відповідно в піщаних і глинистих ґрунтах.

6.4 Окреме значення граничного опору забивної палі в точці зондування F_u , кН, слід визначати за формулою:

$$F_u = R_s A + f h u, \quad (10)$$

- де R_s – граничний опір ґрунту під нижнім кінцем палі за даними зондування в точці, що розглядається, кПа;
 f – середнє значення граничного опору ґрунту на бічній поверхні палі за даними зондування в точці, що розглядається, кПа;
 h – глибина занурення палі від поверхні ґрунту навколо палі, м;
 u – периметр поперечного перерізу стовбура палі, м.

Граничний опір ґрунту під нижнім кінцем забивної палі R_s , кПа, за даними зондування в точці, що розглядається, слід визначати за формулою:

$$R_s = \beta_1 q_s, \quad (11)$$

- де β_1 – коефіцієнт переходу від q_s до R_s , що приймають за таблицею 6 незалежно від типу зонда;
- q_s – середнє значення опору ґрунту, кПа, під наконечником зонда, отримане з випробування, на ділянці, розташованій в межах одного діаметра d вище і чотирьох діаметрів нижче за позначку вістря проектованої палі (де d – діаметр круглого або сторона квадратного чи більша сторона прямокутного перерізу палі, м).

Середнє значення граничного опору ґрунту на бічній поверхні забивної палі f , кПа, за даними зондування ґрунту в точці, що розглядається, слід визначати:

- а) при використанні зондів типу I – за формулою:

$$f = \beta_2 f_s, \quad (12)$$

- б) при використанні зондів типів II або III – за формулою:

$$f = \frac{\sum \beta_i f_{si} h_i}{h}. \quad (13)$$

У формулах (12) і (13):

- β_2, β_i – коефіцієнти, що приймають за таблицею 6;
- f_s – середнє значення опору ґрунту на бічній поверхні зонда, кПа, що визначають як частку від ділення виміряного загального опору ґрунту на бічній поверхні зонда на площу його бічної поверхні в межах від поверхні ґрунту в точці зондування до рівня розташування нижнього кінця палі у вибраному несучому шарі;
- f_{si} – середній опір i -го шару ґрунту на бічній поверхні зонда, кПа;
- h_i – товщина i -го шару ґрунту, м.

6.5 Несучу здатність гвинтової палі, що працює на стискальнє і висмикувальнє навантаження, за результатами статичного зондування слід визначати за формулою (6), а окреме значення граничного опору палі в точці зондування – за формулою (10), де глибина приймається зменшеною на величину діаметра лопаті.

Граничний опір ґрунту під (над) лопаттю палі за даними зондування ґрунту в точці, що розглядається, слід визначати за формулою (11). У цьому випадку β_1 – коефіцієнт, що приймають за таблицею 6 залежно від середнього значення опору ґрунту під наконечником зонда в робочій зоні, що приймають таким, що дорівнює діаметру лопаті. Середнє значення граничного опору ґрунту на бічній поверхні стовбура гвинтової палі за даними зондування ґрунту в точці, що розглядається, слід визначати за формулою (12) або (13).

Таблиця 6 – Значення коефіцієнтів β_1 , β_2 , β_i

q_s , кПа	β_1 – коефіцієнт переходу від q_s до R_s			f_s, f_{si} , кПа	β_2 – коефіцієнт переходу від f_s до f для зонда типу I		β_i – коефіцієнт переходу від f_{si} до f для зонда типу II або III	
	для забивних паль	для гвинтових паль при навантаженні			в піщаних ґрунтах	в глинистих ґрунтах	в піщаних ґрунтах	в глинистих ґрунтах
		стискаль-ному	висмику-вальному					
≤ 1000	0,90	0,50	0,40	≤ 20	2,40	1,50	0,75	1,00
2500	0,80	0,45	0,38	40	1,65	1,00	0,60	0,75
5000	0,65	0,32	0,27	60	1,20	0,75	0,55	0,60
7500	0,55	0,26	0,22	80	1,00	0,60	0,50	0,45
10 000	0,45	0,23	0,19	100	0,85	0,50	0,45	0,40
15 000	0,35	–	–	≥ 120	0,75	0,40	0,40	0,30
20 000	0,30	–	–	–	–	–	–	–
$\geq 30 000$	0,20	–	–	–	–	–	–	–

Примітка. Для гвинтових паль у піщаних ґрунтах насичених водою значення коефіцієнта β_1 повинні бути зменшені в два рази.

Код УКНД 13.080.20; 93.020

Ключові слова: палі, несуча здатність, польові методи, натурна паля, статичні випробування, динамічні випробування, випробування ґрунтів палями, еталонна паля, паля-зонд, статичне зондування.

Коректор – А.І. Луценко
Комп'ютерна верстка – В.Б. Чукашкіна

Формат 60x84¹/₈. Папір офсетний. Гарнітура "Mirion Pro".
Друк офсетний.

Державне підприємство "Укрархбудінформ".
вул. М. Кривоноса, 2А, корп. 3, м. Київ-37, 03037, Україна.
Тел. 249-36-62

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців
ДК № 690 від 27.11.2001 р.