

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КУЩІВ БУРОНАБИВНИХ МІКРОПАЛЬ ПРИ ДІЇ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Лапчук М.А., Гнатюк О.Т., Холод П.Ф.

Національний університет “Львівська політехніка”
Інститут будівництва та інженерії доквілля
м. Львів, Україна

АНОТАЦІЯ: Показано результати експериментальних випробувань кущів мікропаль з різними видами штучних підсипок різної висоти на дію горизонтальних навантажень та приведена залежність переміщень від дії зсувних зусиль.

АННОТАЦИЯ: Показаны результаты экспериментальных испытаний кустов микросвай с разными видами искусственных подсыпок разной высоты на действие горизонтальных нагрузок и приведена зависимость перемещений от действия усилий сдвига.

ABSTRACT: The article highlights the results of experimental testing of micropiles clusters with various types of artificial additions of various heights concerning their effects on horizontal loading. The dependence of shifting efforts is proved.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Фундаменти, горизонтальне навантаження, буронабивні мікропалі, підпірні стінки.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На практиці будівництва при заміні в межах зони можливих значних ущільнень і зон зсувів під фундаментом слабкого ґрунту на малостисливий з відносно високим опором зсуву, робота ґрунтів основи значно покращується. Актуальність роботи зумовлена потребою визначення несучої здатності пальових фундаментів на горизонтальний зсув (при роботі представлених конструкцій паль як підпірних стінок).

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ПУБЛІКАЦІЙ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

На кафедрі будівельних конструкцій ЛНАУ була розроблена і впроваджена у реальне будівництво нова ефективна технологія виготовлення буронабивних мікропаль із поширеною п'ятою [1, 2, 4], які виготовляються буронабивним способом у вигляді стержня круглого поперечного перерізу діаметром до 250 мм із бетону літої консистенції з арматурним каркасом і поширеною до двох діаметрів п'ятою конусоподібної форми та влаштовується у свердловині, виконаній способом шнекового буріння без обсадних труб та розроблено методику досліджень їх роботи при дії горизонтальних зсувних навантаженнях зі щебеневою підсипкою.

Для випробувань було виготовлено три куці паль: 2 буронабивні залізобетонні мікропалі діаметром 200 мм, об'єднані залізобетонним ростверком з розміром поперечного перерізу 500x300 мм, та 4 буронабивні залізобетонні мікропалі діаметром 175 мм, 200 мм, об'єднані двома залізобетонними ростверками з розміром поперечного перерізу 500x350 мм. До випробування в зоні розташування ростверків було вибрано ґрунт на глибину 0,5м та засипано щебенем (1 - 4-го класів міцності з крупністю зерен 5...20 мм незалежно від групи гірських порід) та гравієм (для дослідів №1, №3 та №2, відповідно). Для гравійного щебеню 4-го класу допускається крупність зерен 5...20 мм. Щебінь повинен задовольняти вимоги ГОСТ 8267 -75. Допустиме використання щебеню для підсипки після проміжного складування, якщо після цього вміст фракцій дрібніше 5 мм, не буде перебільшувати в гравійному щебені 10 % і в гранітному - 15 % (по масі, рис. 1. а).

Випробування натурних дослідних зразків куців мікропаль проводилося з метою експериментальної перевірки їх несучої здатності на дію горизонтальної сили, визначення залежності горизонтального переміщення паль у ґрунтах зі штучною підсипкою різного типу, від навантажень.

Експериментальні (польові) випробування проводилися згідно з вимогами [3] за схемою статичного горизонтального навантаження.

Випробування проводилося монотонним способом – ступінчасто-зростаючим навантаженням. Ступені навантаження були прийняті величиною 1/10 найбільшої величини очікуваного навантаження. Кожний ступінь навантаження витримувався до умовної стабілізації навантаження, яке згідно з вимогами ДСТУ Б В. 2.1-1-95 п. 8.2.3 для даних ґрунтових умов складає 0,1 мм за останні 60 хв. спостережень. Зсув куца паль вимірювався двома прогиномірами системи Аістова з ціною поділки 0,01 мм, розташованих у двох діаметрально протилежних точках верху ростверка (П-1 та П-2). Випробування проводилось до досягнення

рекомендованої величини зсуву палі, яке за вимогою ДСТУ Б В.2.1-1-95 п.8.2.4 прийняте 40 мм.

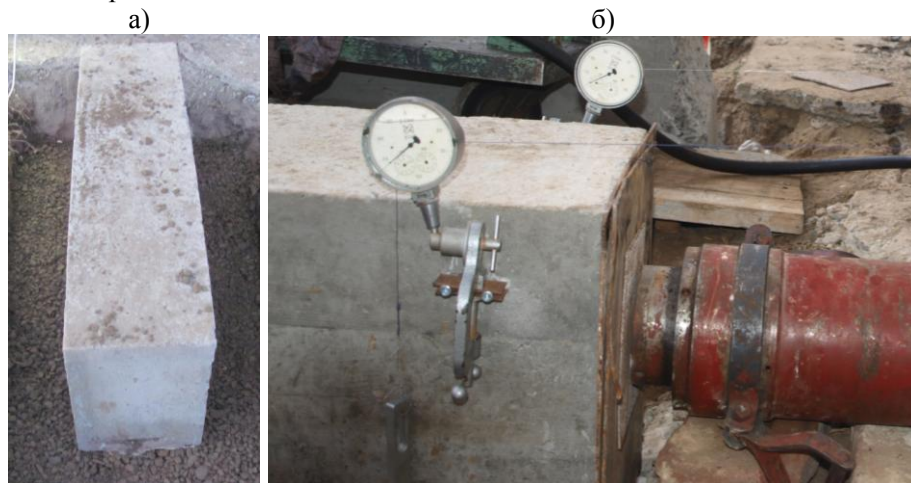


Рис. 1. Схема випробування дослідних зразків куців мікропаль на дію горизонтального навантаження: а) – підсіпка гравієм дослідного зразка; б) - загальний вигляд вимірювальних приладів

У комплект обладнання для випробування куців мікропаль входили: насосна станція НСР-400, гідравлічний домкрат М400 для завантаження. До комплекту засобів вимірювальної техніки входили: манометр пружинний ДОСМ-3-5 з індикатором годинникового типу, прогиноміри системи Аістова (ціна поділки 0,01 мм) – 2 шт. (рис. 16). Випробування мікропалі проводилось монотонним способом ступінчато зростаючим статичним вдавлюючим навантаженням у відповідності до рекомендацій [3].

Вдавлююче зусилля домкрата визначалося за показами манометра насосної станції. Перед початком випробувань домкрат тарувався на гідравлічному пресі, який пройшов повірочний контроль. Горизонтальний зсув мікропаль вимірювався двома прогиномірами системи Аістова з ціною поділки 0,01мм, розташованих у двох діаметрально протилежних точках оголовка мікропалі (П-1 та П-2).

Результати випробувань заносились в журнал. Після підрахунку деформацій будувались графіки залежності деформації від навантаження, згідно з вимогами [3].

У результаті випробувань і враховуючи стабілізацію осідання палі на всіх ступенях завантаження величина максимального навантаження на:

- куц палі №1(КМП-1) була рівною $P_u=160кН=16т$. Зсув куца палі при цьому становив 28,55 мм. Збільшення навантаження до 17 т. на

наступному етапі призвело до перевищення граничного значення осідання 40 мм;

- куц паль №2(КМП-2) була рівною $P_u=80\text{кН}=8\text{т}$. Зсув при цьому становив 33,86 мм;

- куц паль №3 (КМП-3) була рівною $P_u=130\text{кН}=13\text{т}$. Зсув куца паль при цьому становив 31,24 мм. Збільшення навантаження до 14 т на наступному етапі призвело до перевищення граничного значення осідання 40 мм.

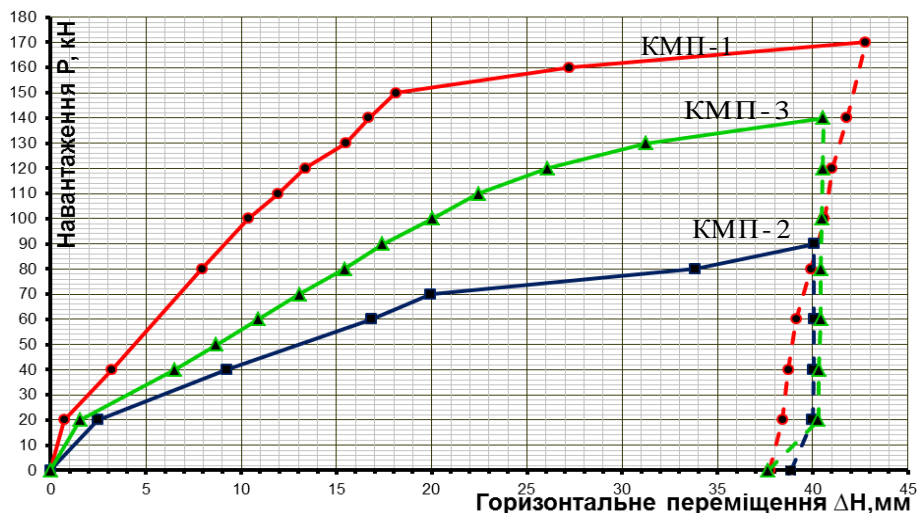


Рис. 2. Графік залежності деформації (горизонтального переміщення) від прикладеного навантаження $h = f(P)$ для дослідних зразків куців мікропаль № 1, 2, 3

Проведене порівняння роботи мікропаль в куці з штучною підсіпкою показало, що горизонтальний зсув в досліді №2 близько на двічі менший за дослід №1 (рис. 2).

Защемлення паль в ґрунті обумовлюється розвитком по глибині реактивних зусиль опору ґрунту і прагненню палі повернутись навколо деякої точки - точки нульових переміщень (O_x) або умовного защемлення - глибина від рівня ґрунту, на якій величина горизонтального переміщення палі дорівнює нулю. Точці умовного защемлення відповідає найбільше значення величини реактивного опору ґрунту. Відповідно, зі зростанням зусилля точка умовного защемлення понижується.

Таблиця 1

Порівняння горизонтальних переміщень кушів мікропаль КМП-1, КМП-2, КМП-3 від горизонтально навантаження на рівні його прикладання

Навантаження, Н, кН	Горизонтальні деформації, Δ , мм		
	Дослід №1 (КМП-1) ($\ell_0=1\text{м}$)	Дослід №2 (КМП-2) ($\ell_0=0,5\text{м}$)	Дослід №3 (КМП-3) ($\ell_0=0\text{м}$)
	на рівні приладів П1 і П2, $\Delta_{1,12}$	на рівні приладів П1 і П2, $\Delta_{2,12}$	на рівні приладів П1, П2, $\Delta_{3,12}$
0	0	0	0
10	0,295	0,39	1,45
20	0,385	2,415	1,545
30	0,71	2,455	6,27
40	3,21	8,91	6,53
50	4,27	9,26	8,52
60	5,19	16,53	10,88
70	5,415	19,96	13,05
80	7,93	33,85	15,43
90	8,995		17,42
100	10,37		20,03
110	11,94		22,46
120	13,36		26,09
130	15,48		31,24
140	16,09		
150	18,1		
160	28,55		

Аналізуючи приведені в табл. 1 та на графіках дані теоретично встановлюємо, що:

- розрахункові значення горизонтального переміщення для граничного значення несучої здатності $N=24,24\text{кН}$ дорівнюють в рівні розташування приладів П1 та П2 $u_p = 36,5\text{мм}$. для дослідів №1; $N=192\text{кН}$, $u_p = 39,3\text{ мм}$ - для дослідів №2; $N=220\text{кН}$, $u_p = 38,2\text{ мм}$ - для дослідів №3 відповідно;

- розрахункові тиски досягають нуля на глибині: $z = 2,7\text{м}$ -КМП-1; $z = 2,4\text{ м}$ - КМП-2; $z = 3,2\text{ м}$ - КМП-3 на всіх стадіях навантаження;

- розрахункові згинальні моменти досягають мінімального значення у передруйнівній стадії. Для КМП-1: $N = 200\text{кН}$, $M_z = 0,64\text{кН}\cdot\text{м}$; для КМП-2:

$H = 192\text{кН}$, $M_z = 0,87\text{кН}\cdot\text{м}$; для КМП-3: $H = 220\text{кН}$, $M_z = 0,72\text{кН}\cdot\text{м}$ на рівні підшв куців паль.

Таблиця 2

Несуча здатність мікропаль від навантаження Р для дослідів №1(КМП-1), №2 (КМП-2) та №3 (КМП-3)

Номер дослідів	Визначені практично		Визначені теоретично		Відношення	
	Fп	Nп	Fт	Nт	Fп / Fт	Nп/ Nт
№1	160	133,3	200	142,8	0,8	0,93
№2	80	66,7	192	137,1	0,4	0,48
№3	130	108,3	220	157,1	0,59	0,68

ВИСНОВОК

Запропонована конструкція куців мікропаль є ефективною при використанні її, як підпірної стінки. В результаті порівняння встановлено, що теоретично визначені значення деформацій є дещо більшими від відповідних значень, отриманих експериментально.

Результати експериментальних досліджень вказують на те, що при влаштуванні підпірних стінок рекомендується влаштовувати штучну подушку з грубоуламкових матеріалів та рекомендується приймати мінімальну товщину шару підсіпки у відповідності до конструктивних вимог.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. 2003109615 Україна. Бурунабивна мікропаля з поширеною п'ятою / Гнатюк О.Т., Мазепа О.М., Ониськів Б.М.; опубл. 26.05.04, Бюл. № 5.
2. Пат. 1824563789 Україна. Поширювач свердловин для бурунабивних залізобетонних мікропаль / Добрянський І.М., Ванкевич П.І, Гнатюк О.Т., Мазепа О.М., Ониськів Б.М.; опубл. 26.03.05, Бюл. № 3.
3. Грунти. Методи польових випробувань палями: ДСТУ Б В.2.1– 95 (ГОСТ 5686-94). -Державний комітет України у справах містобудування і архітектури. - К.: Укрархбудінформ, 1997. – 57с.
4. Гнатюк О. Економічна ефективність влаштування фундаментів з використанням анкерних бурунабивних мікропаль порівняно з іншими фундаментами / Гнатюк О., Лапчук М. // Архітектура і сільськогосподарське будівництво: Вісник Львівського державного аграрного університету. – 2011. - №12. – С.75-83.

Стаття надійшла до редакції 03.02.2013 р.