

УДК 624.15

С.Й. Цимбал, канд. техн. наук, професор КНУБА  
О.В. Малишев, аспірант КНУБА

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ПОЛЬОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВДАВЛЮВАНИХ ПАЛЬ ТАВРОВОГО ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ

**Актуальність роботи.** У фундаментабудуванні виділяється певний ряд конструкцій палей, які визначені як найбільш ефективні та широко застосовуються в будівельній практиці, а технологія їх влаштування добре освоєна будівельними організаціями і забезпечена відповідним устаткуванням. До таких конструкцій можна віднести типові забивні та вдавлювані залізобетонні палі суцільного квадратного поперечного перерізу.

Однак вони достатньо матеріалоємні при виготовленні і не задовольняють сучасним вимогам за економічністю та ефективністю. Усунення цих недоліків може бути досягнуто шляхом впровадження нових видів конструкцій, до яких відносяться палі таврового поперечного перерізу.

**Методика та результати досліджень.** Для підтвердження результатів експериментальних лабораторних досліджень палей таврового поперечного перерізу та визначення впливу геометричної форми на їх несучу здатність по ґрунту було проведено польові випробування.

В якості дослідних палей використовувалася квадратна призматична паля перерізом 300х300мм довжиною 4.5м та таврова (рис.1) такої ж довжини. Матеріал палей – залізобетон (клас В30). Для зменшення сприйняття максимальних напружень та полегшення виконання робіт при заглибленні та випробуванні верхня частина таврової палі виконана суцільним квадратним поперечним перерізом довжиною 500мм.

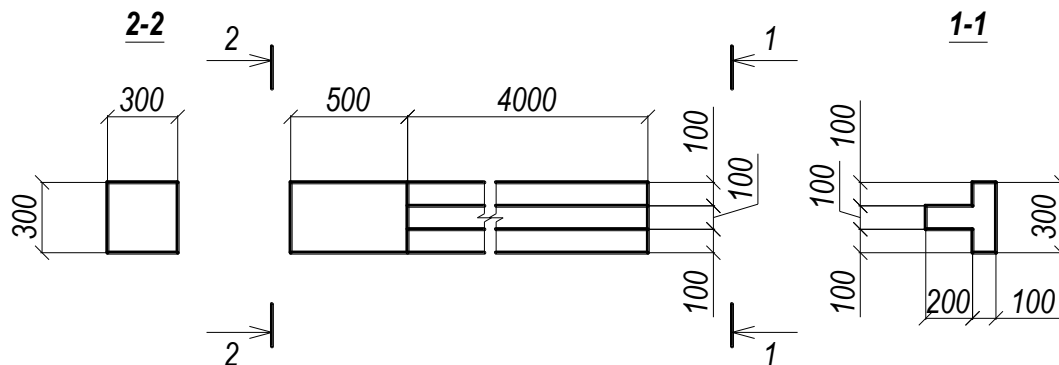


Рисунок 1. Дослідна паля таврового поперечного перерізу.



Випробування проводилися на будівельному майданчику, що складений дрібним піском середньої щільності, від малого ступеню водонасичення до насиченого водою та піском дрібним, щільним, водонасиченим. Грунтові умови будівельного майданчика подібні до основи, що використовувалась в лабораторних умовах.

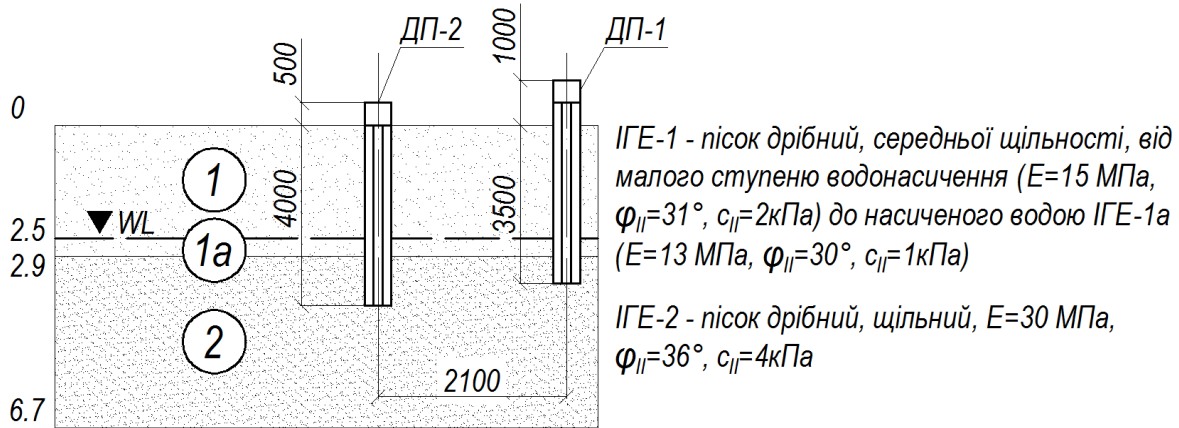


Рисунок 2. Посадка паль на інженерно-геологічний розріз.

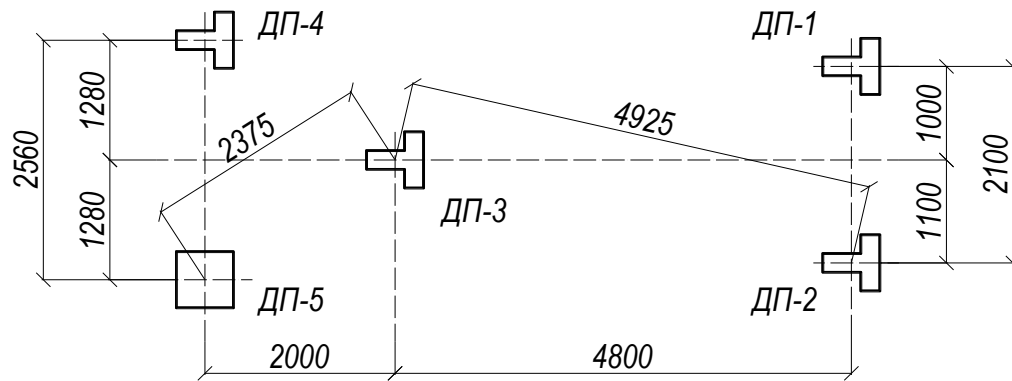


Рисунок 3. Форма поперечного перерізу та схема розташування дослідних паль в плані.

Дослідні палі вдавлювалися з поверхні будівельного майданчика без лідерних свердловин на глибину 4.0; 3.5м. Відносне заглиблення становить 13.3-11.7, що узгоджується з лабораторними дослідженнями. Палі влаштовувалися за 2 підходи. Час відпочинку між ступенями навантаження 1 доба. Палі ДП-1, ДП-2, ДП-3 були заглиблені на 3.5, 4.0, 3.5м відповідно. Неможливість їх заглиблення на повну глибину (4м) пов'язано з наявністю щільних пісків, що залягають під подошвою, та недостатнього максимального зусилля вдавлювання установки 1100-1200кН. Для порівняння палі, що влаштовувалися під основну будівлю мали розміри поперечного перерізу 300x300мм довжину 3м та заглиблювалися в попередньо пробурені лідерні свердловини  $\varnothing 150$ мм. При цьому зусилля

вдавлювання становило 900-950кН. Це вказує на те, що заглиблення дослідної палі ДП-5 на глибину 4м можливе лише при влаштуванні лідерної свердловини яке призведе до зниження несучої здатності палі і не дозволить коректно порівнювати результати досліджень

Тому для зменшення зусилля вдавлювання та покращення якості основи дослідних палей був застосований віброзанурювач з індукційним лінійним двигуном (ВЛЛД), розроблений кафедрою електротехніки КНУБА.

За його допомогою відбулося заглиблення палей ДП-4 та ДП-5 на глибину 4.0м (рис.4), а основа палей ДП-2 та ДП-3 додатково доущільнювалась протягом 4-5хв. за рахунок дії вібрації, що передавалася через палю від віброзанурювача.

Під час кожного дослідження контролювалася глибина заглиблення палі та зусилля вдавлювання. Графік залежності зусилля вдавлювання від глибини влаштування дослідних палей та палі під основну будівлю, заглибленої за допомогою лідерної свердловини представлено на рис.5.



Рисунок 4. Заглиблення палі за допомогою віброзанурювача.

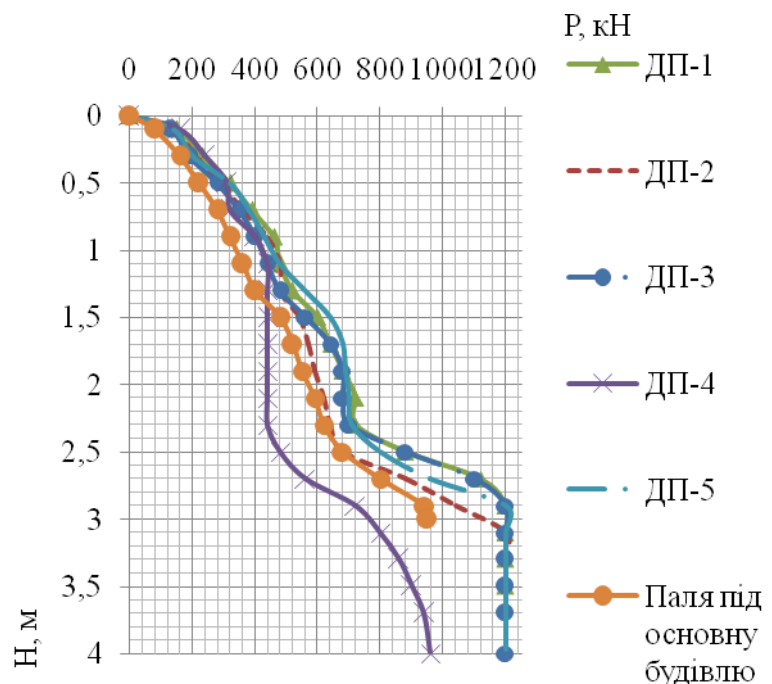
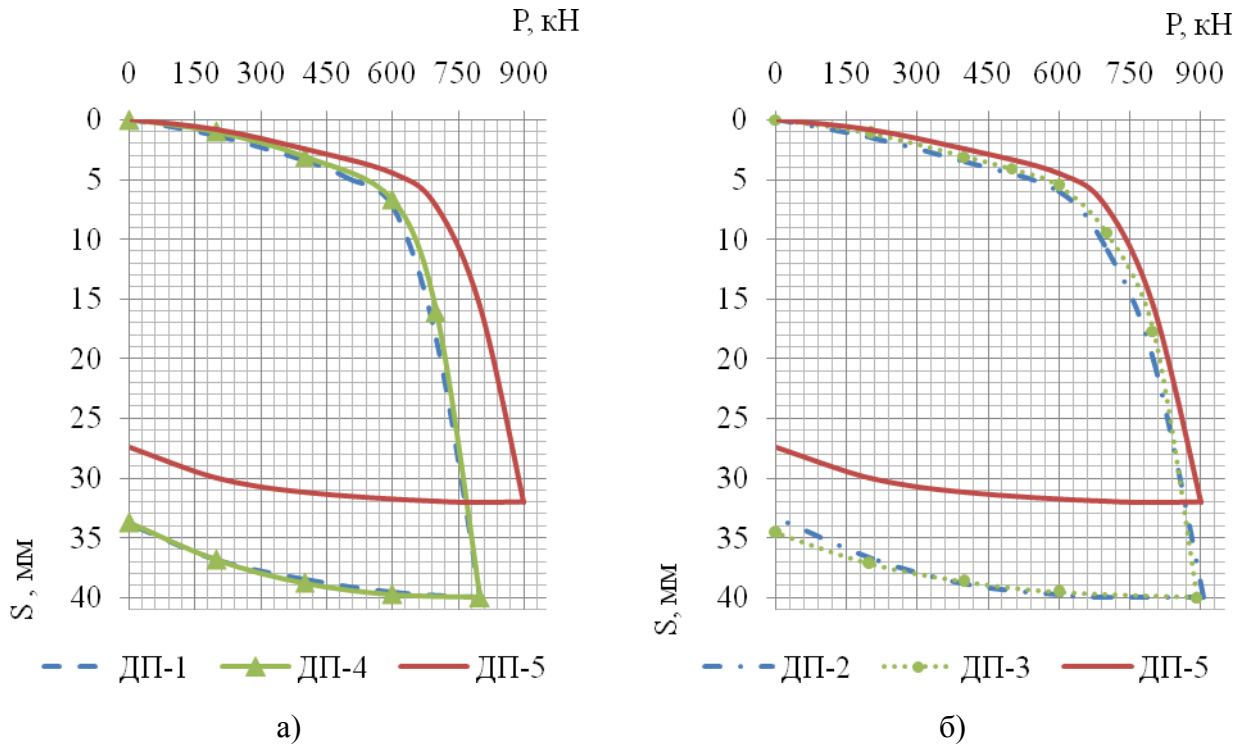


Рисунок 5. Графік залежності зусилля вдавлювання від глибини влаштування палей.

Через 3 доби після заглиблення палей відбувалося їх випробування статичним вдавлюючим навантаженням відповідно до вимог ДСТУ Б.В.2.1-1-95 "ґрунти. Методи польових випробувань палями". Навантаження палей при випробуваннях відбувалося за допомогою гідравлічного домкрату ДГ 200-2. В якості вантажної платформи служила вдавлююча установка типу ВП-1. Переміщення палей фіксувалися за допомогою двох прогиномірів 6ПАО.

За даними проведених випробувань були побудовані рафіки залежності  $S=f(P)$  (рис.6), а результати зведені в табл.1.

На рис.6 (табл.1) наведені результати статичних випробувань палей.

Рисунок 6. Графіки  $S=f(P)$  за даними статичних випробувань.

Таблиця 1. Зведені результати випробувань дослідних паль.

Марка палі	ДП-1	ДП-2	ДП-3	ДП-4	ДП-5
Форма поперечного перерізу	тавр	тавр	тавр	тавр	квадрат
Спосіб влаштування	вдавлення	вдавлення та віброущільнення		вібро-вдавлення	
Глибина заглиблення, м	3,5	4,0	3,5	4,0	4,0
Об'єм заглибленої частини, м <sup>3</sup>	0,175	0,20	0,175	0,20	0,36
$S$ , мм	Несуча здатність, кН				
10	624	683	707	635	733
16	678	756	780	700	802
20	707	800	809	716	826
30	754	852	850	756	888
40	800	900	891	797	-
$S$ , мм	Питома несуча здатність, кН/м <sup>3</sup>				
10	3566	3415	4040	3175	2036
16	3874	3780	4457	3500	2228
20	4040	4000	4623	3580	2294
30	4309	4260	4857	3780	2467
40	4571	4500	5091	3985	-

Несуча здатність палі квадратного поперечного перерізу ДП-5 на всіх інтервалах навантаження перевищує на 4-18% несучу здатність паль таврового перерізу. Палі ДП-2 і ДП-3, основа яких після занурення на задану глибину була ущільнена за допомогою віброзанурювача з індукційним лінійним двигуном (ВІЛД), мали несучу здатність меншу ніж паля квадратного поперечного перерізу на 4% (рис.6, б). Незначне підвищення несучої здатності таврових паль за рахунок ущільнення основи можна пояснити недостатньо відпрацьованою методикою роботи віброзанурювача в режимі ущільнення.

Питома несуча здатність паль таврового перерізу значно перевищує питому несучу здатність палі квадратного поперечного перерізу в межах 156-199% (табл.1). При осіданні паль ДП-1 і ДП-4 на 30мм, основа яких не ущільнювалась віброзанурювачем, їх питома несуча здатність в порівнянні з палею квадратного поперечного перерізу перевищує на 156-175%, а після ущільнення основи ця різниця була в межах 171-199%. Наведені результати підтверджують вплив ущільненої основи на несучу здатність паль.

Проведені статичні випробування паль таврового і квадратного поперечного перерізу дають можливість зробити такі висновки:

1. Питома несуча здатність паль таврового перерізу майже в 2 рази перевищує питому несучу здатність палі квадратного перерізу.
2. Використання паль таврового поперечного перерізу є перспективним і дозволить значно скоротити витрати бетону на їх виготовлення.
3. Віброзанурювач з індукційним лінійним двигуном може використовуватись як для занурення паль на задану позначку, так і для ущільнення основи.

#### *Література*

1. ДСТУ Б В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94). Грунти. Методи польових випробувань палями. – К.: Укрархбудінформ, 1997. – 57с.
2. Еремеев В.Н. Опыт применения тавровых и двутавровых свай на клинском ССК. Сельское стр-во. Сер. Строит.материалы и конструкции, здания и сооружения: Экспресс-информ. 1987. Вып. 1.1-34. – С. 7,8.
3. Забивные сваи повышенной несущей способности. Информация. Индустройпроект, свердловск, 1967.
4. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48с.