УДК 624.15

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

СТАТИЧНІ ВИПРОБУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ПАЛЬ В ГЛИНИСТИХ ГРУНТАХ

АНОТАЦІЯ.Представлено результати польових досліджень несучої здатності моделей вдавлюваних паль таврового та квадратного поперечного перерізу в глинистих ґрунтах.

Ключові слова:глинисті ґрунти, несуча здатність, паля, тавровий переріз.

АННОТАЦИЯ. Представлено результаты полевых исследований несущей способности моделей вдавливаемых свай таврового и квадратного поперечного сечения в глинистых грунтах.

Ключевые слова: глинистые грунты, несущая способность, свая, тавровое сечение.

ANNOTATION. The results of the field researches of bearing capacity ofthe pressed models piles t-and square cross-sectionin clay soils are presented.

Keywords:clay soils, bearing capacity, pile, t-cross-section.

Актуальність роботи. При влаштуванні пальових фундаментів методом статичного вдавлювання або забивання, майже завжди використовуються призматичні палі квадратного поперечного перерізу. Досвід їх використання вказує на те, що вони мають ряд недоліків, і на сам перед низьке використання міцності матеріалу, вартість якого є досить високою. Так, наприклад, у висячих палях несуча здатність матеріалу використовується лише на 8-30% в порівнянні з несучою здатністю по ґрунту, в залежності від ґрунтових умов [4]. Це зменшує ефективність використання пальових фундаментів, а тому виникає потреба в пошуку нових ефективних конструкцій паль. В даній статі розглядаються палі таврового поперечного перерізу, які можуть конкурувати з палями суцільного поперечного перерізу.

Раніше отримані результати експериментальних лабораторних та польових досліджень паль таврового поперечного перерізу в піщаних ґрунтах вказують на їх високу ефективність в порівнянні з квадратними. Характер поперечного перерізу таврової палі суттєво відрізняється від поперечного перерізу квадратної палі, тому виникає необхідність більш ретельно вивчити взаємодію таврової палі з глинистим ґрунтом – м'якопластичним суглинком.

Рисунок 1. Моделі паль-штампів квадратного та таврового поперечного перерізу.

Методика та результати досліджень.В якості моделей паль використовувалися палі-штампиквадратної та таврової форми поперечного перерізу, виготовлені в масштабі 1:5 в порівняні з натурними палями (рис.1). Матеріал паль – дерево. Конструктивною особливістю моделей цих паль є можливість визначення величини фактичного опору

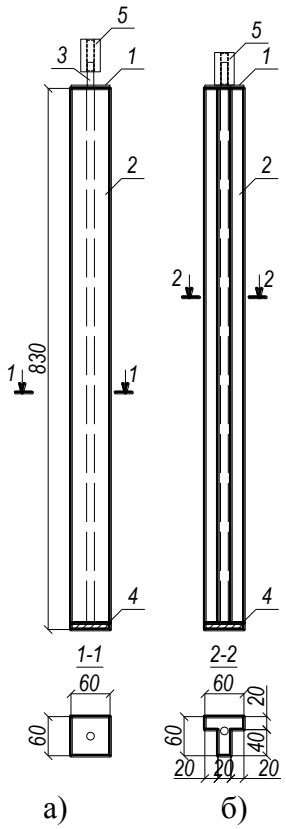


Рисунок 2. Моделі дослідних паль-штампів квадратної (а) і таврової (б) форми поперечного перерізу; 1 - металевий оголовок палі; 2 - дерев'яна бічна поверхня; 3 - шпилька; 4 - торець приварений до шпильки 3; 5 - металевий кругляк.

ґрунту майданчика в площині підошви та на бічній поверхні палі, а також для дослідження розподілу загального опору палі між підошвою та бічною поверхнею.Моделі заглиблювалися у ґрунт на 80 см, відносне заглиблення становило 80/6=13.3. Основні параметри моделей паль-штампівнаведено на рис. 2.

Дослідний майданчик, на якому проводилися дослідження знаходився поблизу с. Гребінки Білоцерківського району Київської області. На основі вивчення матеріалів геологічних вишукувань сусідніх ділянок та даних контрольного буріння та відкопування шурфів була встановлена наступна геологічна будова майданчика:

- ІГЕ-1 – грунтово-рослинний шар – суглинок темно-сірий, гумусований;
- ІГЕ-2 – суглинок лесовий, жовто-сірий, непросідаючий, м'якопластичний;
- ІГЕ-3 – суглинок буровато-сірий, жовтувато-сірий, напівтвердий.

Основні фізико-механічні характеристикиґрунтів зведено до таблиці 1.

Перед початком випробувань грунтово-рослинний шар (ІГЕ-1) зрізався, і з покрівлі суглинку (ІГЕ-2) відбувалося заглиблення паль методом вдавлювання.

Заглиблення паль відбувалося за допомогою двохтонного гідравлічного домкрату, що упирався в металеву балку. В якості привантаження використовувався автомобіль. Схема розміщення дослідних паль в плані зображено на рис. 3.Під час кожного досліду контролювалася глибина заглиблення палі та зусилля вдавлювання. Особливе значення при проведенні експерименту має вертикальність палі, що контролювалася водяним рівнем та виском. Відпочинок паль після їх заглиблення становив6 діб, після чого проводилися їх статичні випробування.

Таблиця 1

Фізико-механічні характеристики дослідного майданчика

Номер ІГЕ	Глибина залягання підошви, м	Щільність ґрунту, т/м^3 (г/см^3)				Природна вологість, W	Пористість, n	Коефіцієнт пористості, e	Границя		Число пластичності, I_P	Показник текучості, I_L	Питоме зчеплення, c_n, кПа	Кут внутрішнього тертя, φ_n, град	Модуль деформації, E, МПа
		природного, ρ	сухого скелету, ρ_d	частинок, ρ_s	у виваженому стані, ρ'				текучості, W_L	пластичності, W_P					
1	0.3	1,51													
2	1.8	1,83	1.45	2.68	0,93	0,26	0,44	0,80	0,27	0,18	0,09	0,57	9,00	30	27
3	5.0	2,01	1,75	2,68	1,1	0,15	0,35	0,53	0,22	0,14	0,08	0,2	9,00	25	13

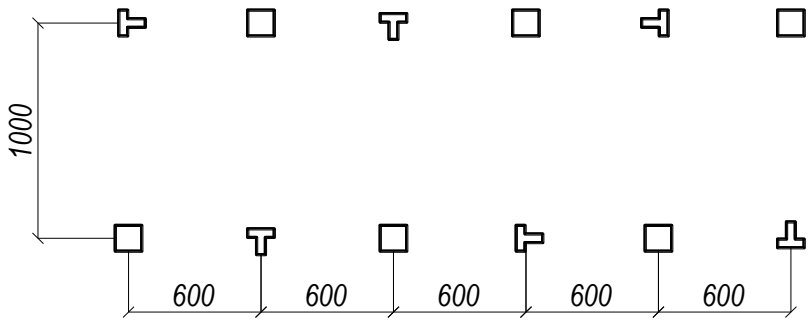
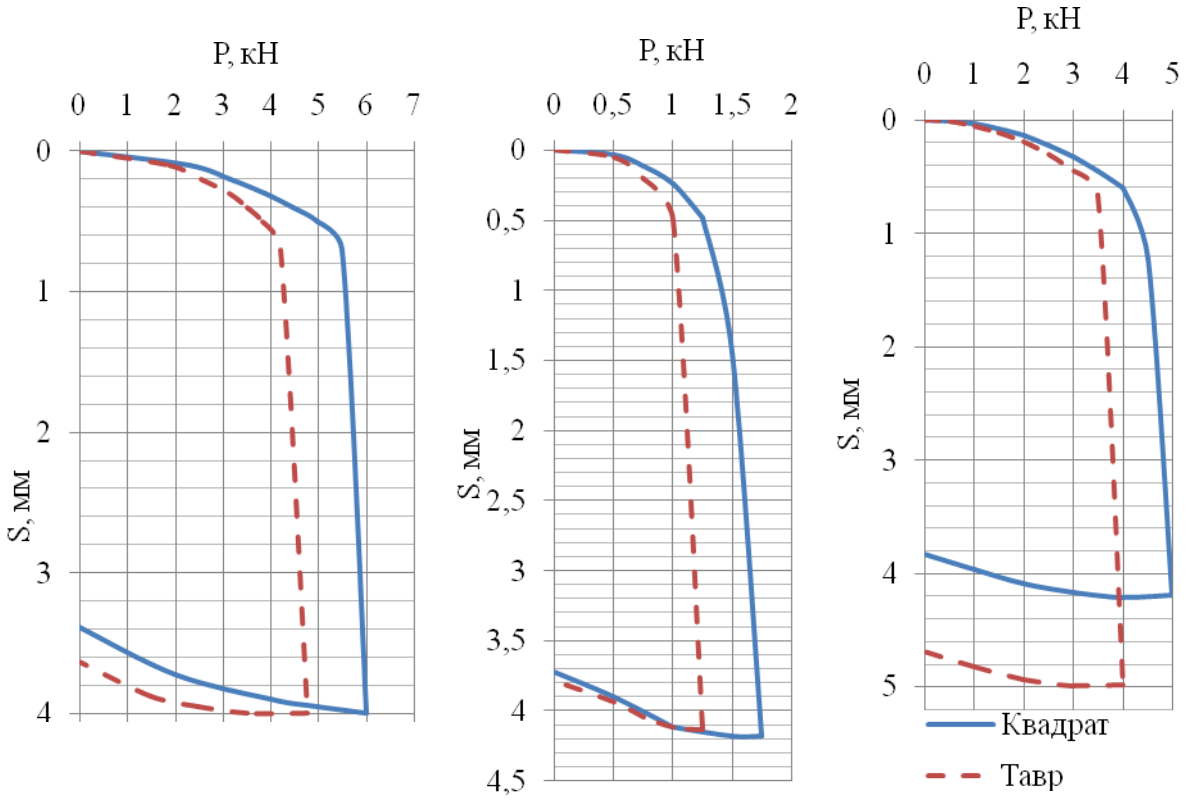


Рисунок 3. Схема розміщення дослідних паль в плані.



а) б) в)

Рисунок 4. Графіки S=f(P) за даними статичних випробувань: а) всієї палі; б) по підошві; в) по бічній поверхні.

Послідовність випробування паль-штампів прийнята наступною:

- визначення загального опору палі-штампу, тобто при сумісній роботі вістря та бічної поверхні;
- визначення опору по підошві палі;
- визначення опору оболонки-бічної поверхні.

Випробування підошви та бічної поверхні проходило через 6 діб після загального випробування палі.

Випробування проводилися до зриву при котрому відбувався безупинний приріст деформацій без збільшення навантаження. За критерій умовної стабілізації приймалася швидкість осідання палі на даному ступені навантаження, яка не перевищувала 0.01мм за кожні 15хв. випробувань. Навантаження палі виконувалося рівномірно з однаковими

ступенями, що становлять: 0.4кН – при випробуванні всієї палі, 0.15 кН при випробуванні підошви чи бічної поверхні.

Вертикальні переміщення фіксувалися за допомогою індикаторів годинникового типу розміщених на реперній системі з точністю вимірювань 0.01мм. Розвантаження паль проводилося ступенями по 0.3-0.8кН (що дорівнюють подвійним значенням ступенів навантаження), з витримуванням кожного ступеня не менш ніж 15хв.

Після проведення випробувань була виконана обробка отриманих даних статистичними методами [1], на основі якої були побудовані рафіки залежності S=f(P) окремо для всієї палі, бічної поверхні та підошви (рис. 4), а результати зведені до таблиці 2.

Таблиця 2

Несуча здатність та питома несуча здатність паль
при різних значеннях величини осідання

№ дослідних паль	ДП-1 (квадратна паля)	ДП-2 (таврова паля)
Несуча здатність палі (S=0.1мм), кН	2.30	1.87
Питома несуча здатність, кН/м^3	798.61	1168.75
Несуча здатність палі (S=0.2мм), кН	3.17	2.56
Питома несуча здатність, кН/м^3	1100.69	1600.00
Несуча здатність палі (S=0.3мм), кН	3.88	3.14
Питома несуча здатність, кН/м^3	1347.22	1962.50
Несуча здатність палі (S=0.5мм), кН	5.00	3.83
Питома несуча здатність, кН/м^3	1736.11	2393.75
Несуча здатність палі (S=4.0мм), кН	6.00	4.77
Питома несуча здатність, кН/м^3	2083.33	2981.25

Використовуючи дані табл. 2 будуємо графіки залежності питомої несучої здатності від величини осідання для таврової та квадратної палі (рис.5).

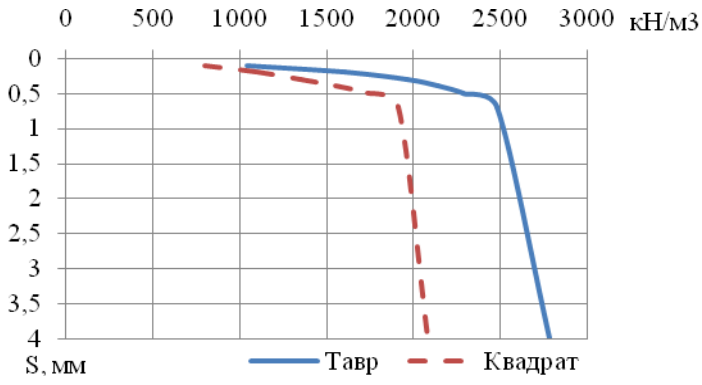


Рисунок 5. Зміна питомої несучої здатності в залежності від величини осідання.

Аналізуючи дані графіківS=f(P) (рис. 4), таблиці 2 та рис. 5 можливо зазначити, що несуча здатність квадратної палі як при випробуванні всієї палі, так і окремих її частин – підошви та бічної поверхні, на всіх інтервалах навантаження перевищує несучу здатність таврової. Проте дані таблиці 2 та рис. 5, отримані на основі графіків рис. 4 свідчать про те, що питома несуча здатність таврових паль більша квадратних на 138-146%. Це підтверджує

результати раніше проведених досліджень як моделей паль-штампів так і натурних паль в піщаних ґрунтах, та вказує на високу ефективність обраного перерізу.

Висновки.

1. Незважаючи на різницю в несучій здатності, питома несуча здатність таврових паль майже в 1.5 рази перевищує питому несучу здатність призматичних рівновеликих по площі поперечного перерізу паль.

3. Різниця в питомій несучій здатності паль таврового та квадратного поперечного перерізу досягається за рахунок збільшення периметру перерізу, і головним чином, за рахунок того, що в роботу таврових паль включається ґрунт, розміщений між полицею та ребром.

4.Результати проведенихвипробувань є аналогічними до тих, що отримані в лабораторних та польових умовах при дослідженні впливу форми поперечного перерізу палі на її несучу здатність в піщаних ґрунтах.

5. Отримані дані дають можливість використовувати більш економічні таврові палі при проектуванні та зведенні будівель і споруд в глинистих ґрунтах.

Література

1. ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. Межгосударственный стандарт. М. – 1996. – 38с.
2. ДСТУ Б В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94). Ґрунти. Методи польових випробувань палями. – К.: Укрархбудінформ, 1997. – 57с.
3. Кирпичев М.В. Теория подобия. Изд-во АН СССР, М., 1953.
4. Яресько В.Ф. Прогрессивные тонкостенные широколопастные сваи. Пермь, 1965.