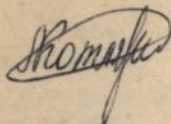


ДІПЛОМОВА ПРАЦЯ
ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

УДК 624.154.3

На правах рукопису



КОТЛЯРОВА Олена Вікторівна

ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ КОРОТКИХ
ПІРАМІДАЛЬНИХ ПАЛЬ З ОСНОВОЮ

05.23.02 - Основи та фундаменти

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

Дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Дніпропетровськ, 1994



00778640 (W)

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Полтавському інженерно-будівельному інституті

- | | | |
|----------------------|--|------------------|
| Науковий керівник | - член-кореспондент Академії інженерних наук України
кандидат технічних наук,
доцент | ЗОЦЕНКО М. Л. |
| Науковий консультант | - кандидат технічних наук, | ВИННИКОВ Ю. Л. |
| Офіційні опоненти | - доктор технічних наук,
професор | ТИМОФЕЄВА Л. М. |
| | - кандидат технічних наук,
доцент | АЛЕКСЕЄВ А. І. |
| Провідна організація | - | Агропроекттехбуд |

Захист дисертації відбудеться "29-червня" 1994 р.
о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої ради К 068.32.01
Придніпровської державної академії будівництва і архітектури з
спеціальності 05.23.02 "Основи та фундаменти" за адресою
320600, Дніпропетровськ, вул. Чернишевського, 24а, Придніпров-
ська державна академія будівництва і архітектури, зал засідань
вченої ради.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Придніпров-
ської державної академії будівництва і архітектури.

Автореферат розісланий - "28-травня" 1994 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради
кандидат технічних наук,
доцент.

Седін В. Л.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність проблеми. За останні 25 років пірамідальні палі знайшли широке застосування у всіх галузях будівництва. Вони є основним видом фундаментів для будівель з каркасом із трьохшарнірних рам. Пірамідальні палі використовуються практично у всіх інженерно-геологічних умовах України. В грунтах, що ущільнюються при короткочасному впливі (трьохфазні глинисті та піщані будь-якого ступеню водонасичення), занурення пірамідальних палей супроводжується формуванням зони ущільненого ґрунту, яка працює як елемент системи "основа - пірамідальна палля". Розроблені методи оцінки параметрів зони ущільнення, які використовуються в розрахунках напружено-деформованого стану основи пірамідальних палей.

Незважаючи на сказане вище, впровадження пірамідальних палей затримується по причині недостатніх знань у питанні стійкості параметрів зони ущільнення в часі. Небагаточисельні дослідження в цій галузі дають найсуперечливіші дані: зона ущільнення зберігається незмінною протягом довгого проміжку часу; ущільнений ґрунт навколо фундаменту зникає з часом; щільність навколо фундаменту зменшується з часом, але його несуча здатність залишається постійною; ґрунт навколо фундаменту ущільнюється і т.п. Напевне, всі ці твердження мають місце і залежать від умов експлуатації системи "основа - пі-

пірамідальна палія".

Перераховані положення обгрунтовують актуальність наукових досліджень, направлених на вивчення особливостей роботи пірамідальних паль з основою.

Метою дисертаційної роботи є встановлення основних закономірностей зміни параметрів "зони впливу" пірамідальних паль протягом тривалого часу після їх влаштування та вдосконалення методики розрахунку цих паль з врахуванням фактору часу.

Для досягнення вказаної мети поставлені наступні завдання:

- вивчити в лабораторних умовах спільну роботу моделей пірамідальних паль та ґрунту для визначення параметрів її "зони впливу";
- дослідити "зону впливу" пірамідальних паль, раніше занурених в ґрунт, пенетраційним методом для вивчення можливих змін фізико-механічних характеристик ґрунтів у часі;
- експериментально вивчити зміну несучої здатності пірамідальних паль в процесі "відпочинку" за результатами одноразових статичних випробувань "паль-двійників" з різними термінами "відпочинку" та розробити на цій основі методику розрахунку несучої здатності пірамідальних паль в процесі їх "відпочинку";
- зібрати та узагальнити дані про стан будівель та споруд з фундаментами на пірамідальних паліях, оцінити рівень надійності роботи конструкцій та прийнятих проектних рішень;

Наукова новизна дисертації полягає в наступному:

- показано, що межею "зони впливу" пірамідальних паль є та область, в якій ще відбувається часткове порушення структури ґрунту без зміни положення частинок;
- встановлена залежність між діаметром "зони впливу" та кутом внутрішнього тертя ґрунту;

- узагальнені багаторічні спостереження (1970 - 1993 рр) за станом параметрів зони ущільнення у пірамідальних паль в піщаних та пилувато-глинястих ґрунтах і сформульовані умови їх експлуатації;
- запропонований і апробований метод визначення несучої здатності пірамідальних паль з врахуванням фактору часу "відпочинку" за результатами одного статичного випробування;
- розроблена нова конструкція фундаменту з пірамідальною палею та спосіб її влаштування (отримано 2 позитивних рішення).

Практична цінність і реалізація результатів дисертаційної роботи. Завдання досліджень, вирішенню яких присвячена ця робота, входили до складу науково-дослідницької теми "Впровадження прогресивних фундаментів ущільнення в практику будівництва", яка була складовою частиною республіканської програми РН.Ц.003 "Матеріаломісткість".

Результати досліджень впроваджені при проектуванні та будівництві 9 будівель різноманітного призначення в піщаних та пилувато-глинястих ґрунтах на пірамідальних палях замість традиційних фундаментів. Це дозволило зменшити кошторисну вартість будівництва на 195,35 тис. крб. (в цінах 1988 р); добитися економії цементу на 713,2 т; сталі - на 171,02 т; енергоресурсів - 377 т умовного палива.

На захист виносять ся:

- методика визначення мех "зони впливу" на моделях та по даних експериментальної залежності;
- результати узагальнення довготривалих спостережень за параметрами зони ущільнення пірамідальних паль в піщаних та пилувато-глинястих ґрунтах;
- результати польових досліджень зміни несучої здатності пірамідальних паль в процесі "відпочинку";
- методика визначення несучої здатності пірамідальних паль з вра-

хуванням фактору часу "відпочинку" за результатами одного статичного випробування;

- нова конструкція фундаменту з пірамідальною палею і спосіб його злаштування;

- результати впровадження досліджень та їх ефективність.

А п р о б а ц і я р о б о т и. Основні положення дисертації доповідались на конференціях та нарадах:

1. III Міжнародна конференція "Проблеми будівництва на палях". (Мінськ, жовтень, 1992 рік).
2. Всесоюзна науково-практична конференція "Лесові просадкові ґрунти як основи будівель та споруд". (Барнаул, жовтень 1990р).
3. I Всесоюзна конференція "Технологічні проблеми міцності несучих конструкцій". (Запоріжжя, вересень 1991р).
4. Республіканська науково-технічна конференція "Вдосконалення залізобетонних конструкцій, які працюють на складні види деформацій, та їх впровадження в будівельну практику". (Полтава, жовтень, 1989 рік).
5. Зональна науково-практична конференція "Вдосконалення та впровадження фундаментів у витрамбованих котлованах". (Пенза, вересень, 1989 рік).
6. Науково-технічна конференція. (Севастополь, листопад 1990р.).
7. Республіканська науково-технічна конференція "Ефективні фундаменти, які споруджуються без виїмання ґрунту". (Полтава, жовтень, 1991 рік).
8. Республіканська науково-практична конференція "Проблеми будівництва на просадкових ґрунтах Південного Казахстану" (Чимкент, 1991р.)
9. I Регіональна конференція "Будівництво на структурно-нестійких ґрунтах" (Самарканд, вересень 1992р.).
10. XXXV-XLV наукові конференції професорів, викладачів, наукових

співробітників, аспірантів та студентів Полтавського інженерно-будівельного інституту (1985-1994рр.).

П у б л і к а ц і і. По темі дисертації опубліковано 16 друкованих праць та отримано 2 позитивних рішення на винаходи.

Об'єм та структура роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, основних висновків та додатків. Загальний об'єм роботи становить 228 сторінки, в тому числі 114 сторінок машинописного тексту, 47 малюнків, 10 таблиць, 36 сторінок додатків, списку використаної літератури з 200 найменувань вітчизняних та зарубіжних авторів на 19 сторінках.

Дисертація виконана в Полтавському інженерно-будівельному інституті на кафедрі "Основ та фундаментів" під керівництвом члена-кореспондента Академії інженерних наук України кандидата технічних наук, доцента Зоценка Миколи Леонідовича і наукового консультанта кандидата технічних наук Винникова Юрія Леонідовича, яким автор виражає свою щирю вдячність. Велику допомогу в експериментальній роботі надали співробітники кафедри О.М.Білоконь, С.В.Біда. Автор також щиро дякує співробіткам кафедри "Основ та фундаментів" Одеського ІБІ А.І.Догадайлу, О.В.Новському і Ю.ф.Тугаєнку за допомогу та надання матеріалів досліджень.

ЗМІСТ РОБОТИ.

У вступі дано обґрунтування актуальності та практичної цінності роботи, сформульовані мета і завдання досліджень.

У першому розділі приводиться аналіз сучасного стану питань застосування коротких пірамідальних паль і роботи їх в процесі "відпочинку", досвіду дослідження зони ущільнення, методів розрахунку розвитку в часі осадок фундаментів, які влаштовуються без виймання ґрунту.

Великий вклад в розробку і практичне застосування методу влаштування паль з похилою бічною поверхнею, які споруджуються без виймання ґрунту, внесли спеціалісти Воронежського, Дніпропетровського, Київського, Полтавського, Ростовського ІБІ, Пермського і Саратовського ПІ, "ВНИОСП", "ДальНИИС", "НИИСП", "НПО "Белстройнаука", "ЦНИИС", "ЦНИИЭПсельстрой" та ін., а саме: Ю.М.Абеляєв, В.М.Алксссєв, А.О.Бартоломей, Б.В.Баходдін, Я.Д.Гільман, А.С.Головачов, В.М.Голубков, М.Н.Гольдштейн, А.О.Григорян, Б.І.Далматов, А.І.Догадайло, Н.М.Дорошкевич, М.В.Жуков, М.Л.Зоєнко, В.І.Крутов, Ф.К.Лапшин, А.А.Луга, О.В.Пілягін, С.В.Платонов, В.С.Сєськов, С.А.Слюсаренко, Е.А.Сорочан, О.Н.Тетіор, Ю.Г.Трофименков, Ю.Ф.Тугасніко, В.І.Федоров, І.В.Фінаєв, В.Я.Хазін, В.Б.Шахірєв, В.Б.Швець, Б.С.Юшков.

Розглянуті вище фундаменти належать до групи фундаментів, які влаштовуються без виймання ґрунту; підгрупи фундаментів, що виготовляються шляхом занурення в ґрунт збірного елемента та шляхом утворення порожнини в ґрунті з наступним заповненням її бетоном. Ця група фундаментів характерна загальною ознакою - формуванням в період їх влаштування, т.з., "зони впливу" навколо фундаменту. Під "зоною впливу" мається на увазі об'єм ґрунту навколо фундаменту, в межах якого відбувається перетворення його фізико-механічних властивостей, а також структурні та текстурні зміни. Ця зона при навантаженні конструкції працює спільно з нею та визначає міцність та деформативність системи "фундамент - основа". "Зона впливу" схильна до зміни властивостей в часі, що визначає реологічні параметри системи.

Якщо зміни несучої здатності фундаментів, які влаштовуються без виймання ґрунту після їх влаштування, вивчалися Бартоломєєм А.О., Юшовим В.С., Баходдіним Б.В.; Большаковим М.М., Герсєвановим М.М., Гуменським Б.М., Новошиловим Г.Ф., Далматовим Б.І.,

Зоценком М.Л., Винниковим Ю.Л., Кульчицьким Г.Б., Метсом М.О., Нарбутом Р.М., Перлесом С.М., Радугіним А.Б., Улицьким В.М., Цитовичем М.А., Тер-Мартиросяном З.Г., Яременко М.Я., Романовим С.В., Bergdahl U., Bierrum L., Cooke R.W., Cummings A. и Kerkhoff G., Eide O., Fellenius B., Flaate K., George A.B., Green H., Housel W., Miller R.M., Mogami T., Kishida H., O'Neill M.W., Rees L., Seed H., Soderberg L., Tavenas F., Terzaghi K., Peck R., Wendel E., Jang N.C.

Пірамідальні палі, з точки зору їх поведінки в процесі "відпочинку", є більш багатофакторною системою в порівнянні з раніше вивченими в цьому відношенні забивними палями постійного перерізу по довжині, що зв'язано з їх влаштуванням, конструкціє та роботом; в яку включається складний по формі і значний об'єм ґрунту "зони впливу". Для кількісної оцінки параметрів процесу зміцнення ґрунтів "зони впливу" пірамідальних палей необхідно враховувати ступінь впливу на нього наступних факторів: характеристики і тривалості дії динамічного навантаження фізико-хімічних характеристик ґрунтів, розмірів "зони впливу".

Закономірності зміни фізико-механічних характеристик ґрунтів "зони впливу" пірамідальних палей протягом тривалого періоду після їх влаштування до цього часу вивчені недостатньо. В літературі з цього питання є суперечні дані. За останні 25 років накопичено великий фактичний матеріал за результатами статичних випробувань, довготривалих спостережень за станом "зони впливу", умовами експлуатації будівель та споруд на пірамідальних палях. Узагальненню і аналізу цих даних присвячена ця робота.

В другому розділі розглянуті закономірності формування та експлуатації "зони впливу" і її елементів у пірамідальних палях в лабораторних умовах та на дослідних майданчиках з використанням методу пенетраційних випробувань.

В лабораторних умовах шляхом вивчення інваріантності питомого опору penetрації встановлено ефект його порушення в результаті концентрації напруг в ґрунті біля стінок обійми, в якій знаходиться ґрунт. Саме цей ефект прийнятий за критерій встановлення меж розповсюдження "зони впливу" у пірамідальних паль. В результаті встановлена залежність відношення діаметра кільця, C_b , до діаметра конуса, b_p і кута внутрішнього тертя ґрунту (мал.1, крива 1) у вигляді:

$$C_b/b_p = 1,39 \exp(0,0456 \cdot \varphi) \quad (1)$$

при коефіцієнтах кореляції $r=0,987$, варіації $v=0,028$.

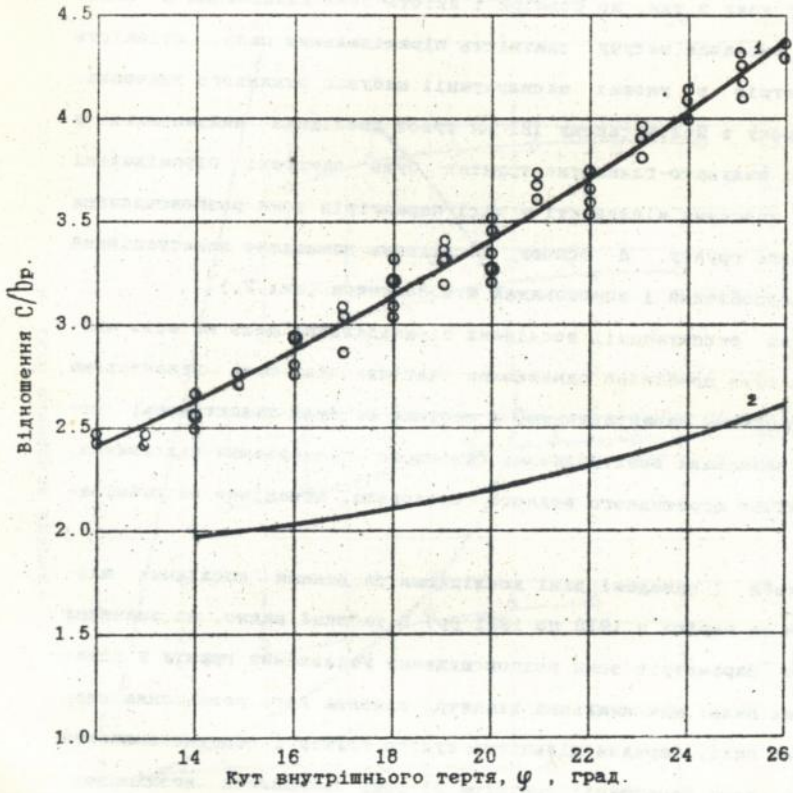
Аналогічна залежність встановлена за результатами розкопок паль в польових умовах з фіксацією меж зони ущільненого ґрунту (мал.1, крива 2) у вигляді:

$$C_u/b_p = 1,39 \exp(0,024 \cdot \varphi) \quad (2)$$

при коефіцієнтах кореляції $r=0,99$, варіації $v=0,024$.

Співставляючи результати польових і лабораторних досліджень зони ущільнення пірамідальних паль в природі та на моделях; можна зробити такі основні висновки:

- загальний вигляд залежності $C/b_p = f(\varphi)$, встановленої в польових та лабораторних умовах, близький між собою, має спільний математичний вираз;
- діаметр "зони впливу" ґрунту, більше діаметра зони ущільнення в 1,33 - 1,7 рази в залежності від кута внутрішнього тертя ґрунту;
- вказана вище відмінність в розмірах вивчених зон слід віднести за рахунок високої чутливості методу penetрації, за допомогою якого в "зоні впливу" фіксуються ті зміни, які не можуть бути встановлені в процесі дослідження зони ущільнення в польових умовах;
- відмінність методу дослідження зони ущільнення в польових і лабораторних умовах полягає в тому, що в полі основою методу



Мал. 1. Графік залежності $C/bp = f(\psi)$
1 - по лабораторним даним;
2 - по натурним вимірам
мех зони ущільнення.

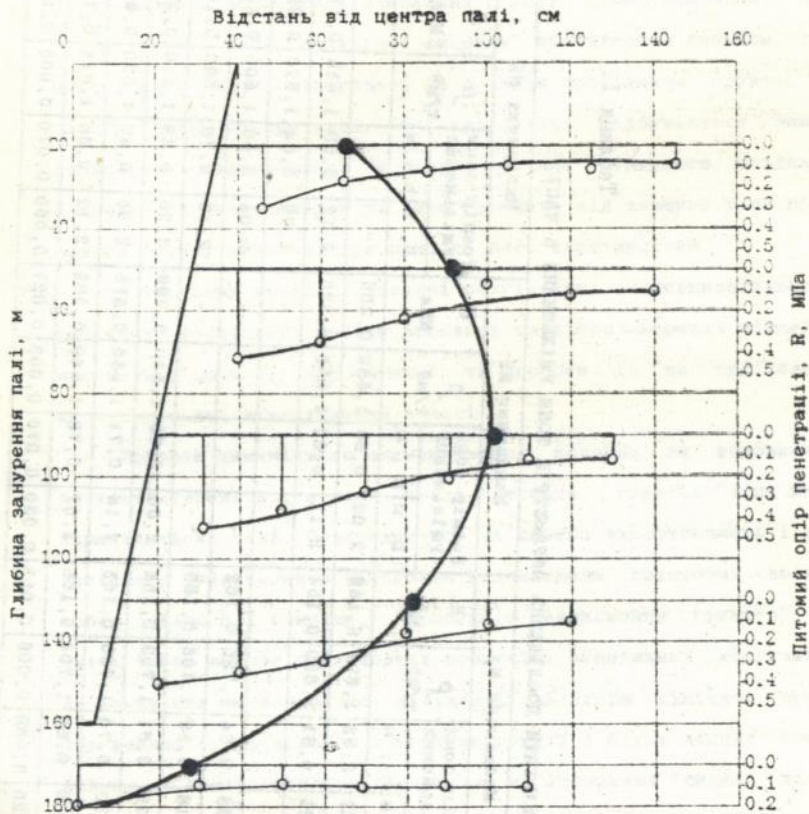
с порівняння фізико-механічних характеристик ущільненого ґрунту та ґрунту природнього складу; а в лабораторії фіксується зміна напруженого стану зразка ґрунту.

В зв'язку з тим, що розміри і якість зони ущільнення в значній мірі визначає несучу здатність пірамідальних паль, стійкість її параметрів в умовах експлуатації набуває важливого значення. З 1970 року в Полтавському ІБІ на трьох дослідних майданчиках в піщаних і піщаво-глинястих ґрунтах були занурені пірамідальні палі для вивчення мінливості в часі параметрів зони розповсюдження ущільненого ґрунту. В основу досліджень покладено пенетраційний метод, розроблений і апробований М.Л.Зоценком (маж.2.)

Умови експлуатації дослідних пірамідальних паль на всіх майданчиках були приблизно однаковими: частина паль була завантажена експлуатаційним навантаженням, а частина не була завантажена; основа не зазнавала вивітрювання, сезонного промерзання-відтавання, дії хімічно агресивного водного середовища, механічно не руйнувалось.

В табл. 1 наведені дані досліджень за даними дослідних майданчиків за період з 1970 по 1991 рр. З таблиці видно, що значення основних параметрів зони розповсюдження ущільнення ґрунту у пірамідальних паль: максимальний діаметр, глибина його розміщення нижче голови палі, середня щільність сухого ґрунту і середні значення питомого опору пенетрації протягом 21 року залишилися незмінними. Деяка різниця в числових величинах лежить в межах точності визначень і оцінюється коефіцієнтом варіації від 3 до 7%.

На основі отриманих даних встановлено, що в умовах експлуатації пірамідальних паль, коли дотримуються загальні вимоги, які ставляться до основ будівельними нормами і правилами, параметри зони розповсюдження ущільнення залишаються незмінними в межах реального терміну експлуатації будівель і споруд.



Мал. 2. Межа зони ущільнення пірамідальної палі

Таблиця І.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ЗОНИ УЩІЛНЕННЯ В ЧАСІ

РОКИ	Майданчик N1				Майданчик N2				Майданчик N3			
	Розмір зони ущільнення		ρ т/м ³	R МПа	Розмір зони ущільнення		ρ т/м ³	R МПа	Розмір зони ущільнення		ρ т/м ³	R МПа
	D, м	h, м			D, м	h, м			D, м	h, м		
1970	2,22	0,62	1,698	0,140	2,02	0,68	1,550	0,300	-	-	-	-
1974	2,28	0,61	1,690	0,154	2,12	0,62	1,555	0,320	2,12	0,59	1,615	0,175
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	0,64	1,620	0,222
1977	2,34	0,64	1,725	0,162	-	-	-	-	2,04	0,58	1,605	0,195
1984	2,18	0,58	1,705	0,153	-	-	-	-	2,16	0,70	1,590	0,159
1987	2,30	0,61	1,709	0,155	2,00	0,68	1,540	0,299	2,20	0,63	1,610	0,212
1991	2,30	0,70	1,700	0,155	2,16	0,71	1,550	0,315	2,05	0,67	1,620	0,202
Середнє знач.	2,25	0,63	1,704	0,155	2,07	0,70	1,549	0,309	2,12	0,65	1,614	0,197
Коефіцієнт ν	0,025	0,059	0,006	0,053	0,030	0,070	0,003	0,027	0,050	0,070	0,008	0,108

Експериментально встановлено, що лесовий просадковий ґрунт в зоні ущільнення втрачає свої просадкові властивості, а його характеристики міцності зростають в порівнянні з природними переважно за рахунок збільшення зчеплення ґрунту. При замоченні основи пірамідальної палі, складеної лесовим просадковим ґрунтом, сумарне осідання палі збільшується за рахунок просідання ґрунту, який залягає нижче вістря палі. В результаті відбувається зниження дозволеного навантаження на палю. Величина сумарного осідання та дозволеного навантаження на палю залежить від товщини шару просадкового ґрунту нижче вістря палі та його властивостей.

В третьому розділі наведені результати експериментально-теоретичних досліджень роботи забивних та віброзанурених пірамідальних палей в процесі "відпочинку" та роботи їх на будівельні і експлуатаційні навантаження в часі.

Природа динамічного знеміцнення вологих та водонасичених піщавато-глинястих, в тому числі лесових, ґрунтів "зони впливу" пірамідальних палей, розглядається як синтез тиксотропного і гравітаційного руйнування з наступним відовленням ґрунтових зв'язків, тобто згідно В.І.Осипову, "пльвунное разжижение ґрунтов". Воно являє собою ланцюг послідовних процесів: руйнування коагуляційних зв'язків між частинами та більшості зв'язків хімічної природи, формування більш щільної структури ґрунту і більш міцних коагуляційних зв'язків, а також формування на утворених "сухих" ділянках контактів частинок зв'язків хімічної природи (час "відпочинку" палей при цьому більший від оптимального $t > T$). Запропоновані реологічні моделі та рівняння, а також графіки деформування перехідного контакту для всіх етапів "пльвунного разжиження".

Параметри процесу "відпочинку" для пірамідальних палей залежать від трьох взаємозв'язаних груп факторів: 1) характеру і тривалості дії динамічного навантаження; 2) розмірів "зони впливу"

палі; 3) мінералогічних і фізико-хімічних характеристик ґрунтів.

Зростання несучої здатності забивних та віброзанурених пірамідальних палів на вертикальне навантаження в процесі їх "відпочинку" для піщаво-глинистих ґрунтів вивчався за результатами одно-разових навантажень (згідно ГОСТ 5686-78) "палів-двійників" з різними термінами "відпочинку" від 1 доби до 2 років. Приклади графіків несучої здатності пірамідальних палів в процесі їх "відпочинку" наведені на мал. 3 (забивні) і 4 (віброзанурені). Встановлено, що зростання несучої здатності пірамідальних палів в процесі "відпочинку" носить затуляючий і незворотній в часі характер. Для віброзанурених палів цей процес значно триваліший, ніж для забивних. Експериментальні дані зростання несучої здатності забивних пірамідальних палів в процесі їх "відпочинку" найбільш достовірно апроксимуються експоненціальною функцією (коефіцієнт кореляції $r > 0,97$, варіації $v = 0,05 - 0,06$), а віброзанурених - логарифмічною ($r > 0,98$, $v = 0,01 - 0,02$).

За оптимальний час "відпочинку", згідно Б.І.Далматову, прийнятий термін, за який палів набирає 95% своєї кінцевої несучої здатності. Тривалість оптимального часу "відпочинку" забивних пірамідальних палів в результаті двофакторного аналізу може бути визначена з отриманих трьохчленних виразів, кожний із співмножників яких відповідає одній групі факторів, які впливають на параметри досліджуваного процесу:

$$T = A \cdot I_L^{a_0} \cdot A_{z1}^{a_1} \quad (3a)$$

де $a_0 = 5,3332$; $a_1 = 0,43$; $A = 207 \text{ сут/м}^2$ - емпіричні коефіцієнти.

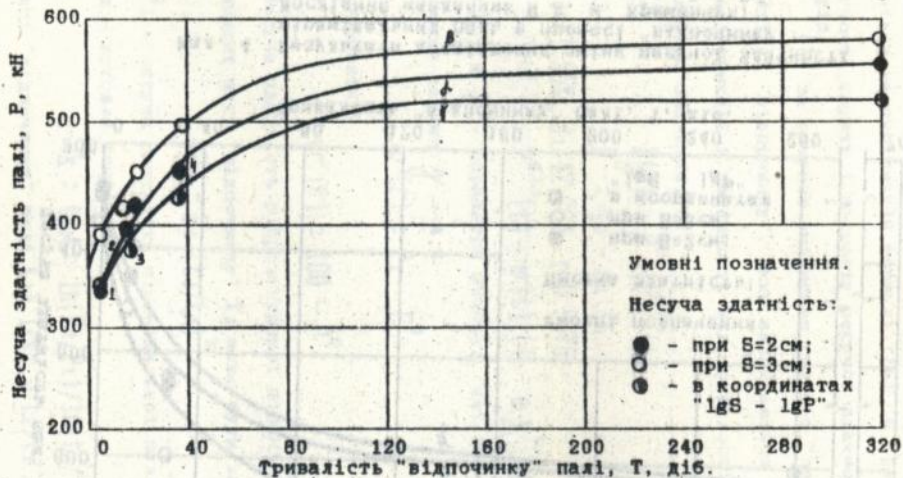
При цьому коефіцієнт множинної кореляції $r = 0,9773$, а критерій Фішера $F = 22,311$ (при табличному значенні $F = 4,02$).

або
$$T = B (1 + I_L)^2 \cdot A_{z1}^b \quad (3б)$$

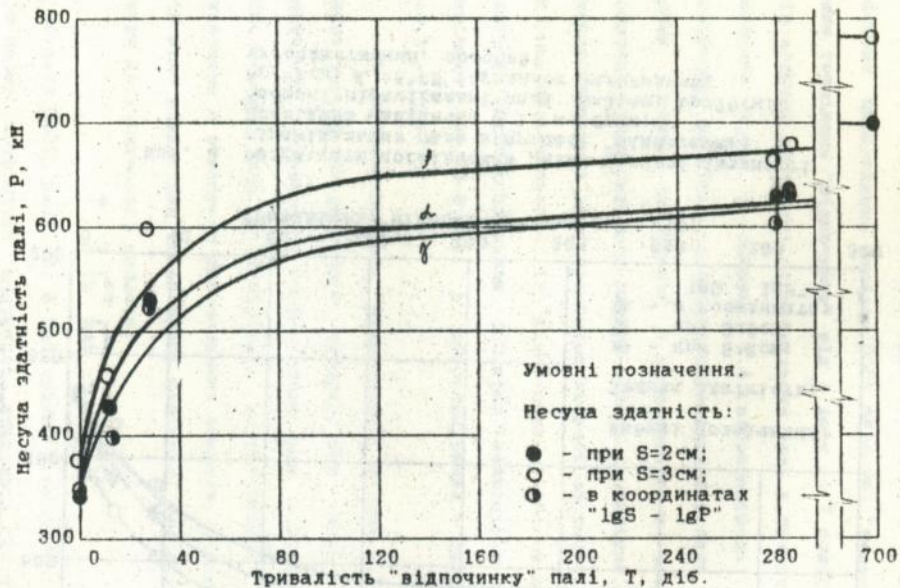
де $B = 42 \text{ сут/м}^2$; $b = 0,4$ ($r = 0,9315$)

або
$$T = A (1 + I_L)^2 (1 + C A) \quad (3в)$$

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України



Мал. 3. Результати дослідження зміни несучої здатності пірамідальних палей в процесі "відпочинку":
Дослідний майданчик N 1, м. Суми;
забивні пірамідальні палі: $L=3,4\text{м}$; $b_p=70\text{см}$;
 $b_p'=7\text{см}$; $\alpha = 5^\circ 88'$ (суглинок лесовидний, тугопластичний, вологий)



Мал. 4. Результати дослідження зміни несучої здатності пірамідальних палей в процесі "відпочинку":
 Дослідний майданчик N 2, м. Кременчук;
 віброзанурені пірамідальні палі: $L=1,6\text{ м}$;
 $b_p=80\text{ см}$; $b_p'=7\text{ см}$; $\alpha=12^\circ 50'$ (суглинок
 лесовидний, твердий, вологий)

де $A = 23$ сут ; $C = 0,75$ л/м² ($r=0,823$)

В будь-який момент часу "відпочинку" $P(t)$ забивної пірамідальної палі, її несучу здатність можна подати як суму "умовно-миттєвої" несучої здатності P^0 при часі "відпочинку" $t \rightarrow 0$, яка знаходиться по емпіричній формулі (5) в залежності від показника текучості ґрунту і приросту несучої здатності палі в цей момент часу $P^{gis}(t)$ за рахунок зміцнення ґрунтів "зони впливу" палі в процесі її "відпочинку", який визначається з використанням експоненційної функції в залежності від тривалості "відпочинку" та його оптимального значення (6).

$$P(t) = P^0 + P^{gis}(t) \quad (4)$$

$$P^0 = d_0 - d_1 [L \quad (5)$$

де $d_0=81,55\%$; $d_1=42,76\%$, $r=0,9676$.

$$P^{gis}(t) = \psi(t) (1 - e^{\gamma t/T}) \quad (6)$$

де $\psi(t)$ и γ - параметри функції, які визначаються за експериментальними даними: $\gamma = -4,6$

$$\psi(\tau) = P_T - P^0 \quad (7)$$

або в процентах

$$\psi(\tau) = 100 - P^0 \quad (7a)$$

Несуча здатність віброзануреної пірамідальної палі P_j в будь-який момент часу "відпочинку" t_j може бути визначена з виразу

$$P_j = P_1 (t_j/t_1)^k \quad (8)$$

де P_1 - несуча здатність пірамідальної палі в момент часу t_1 ;

k - кутовий коефіцієнт

$$k = tg \alpha = \ln(P_2/P_1) / \ln(t_2/t_1) \quad (9)$$

при часі "відпочинку" палі $t_1 > 1$ сут и $t_2 > t_1$, P_1 и P_2 - відповідні їм несучі здатності.

Запропоновані інженерні методи визначення несучої здатності пірамідальних палей з урахуванням фактору часу "відпочинку" включають в себе одне статичне випробування дослідної палі - для забив-

них і два - для віброзанурених з незначною, в порівнянні з оптимальною, тривалістю "відпочинку". Вони дають задовільну схожимість з експериментальними даними і дозволяють значно зменшити часовий розрив між влаштуванням дослідних палів і наступними роботами нульового циклу, а також додатково врахувати їх несучу здатність, котра раніше не використовувалась.

Четвертий розділ присвячений результатам впровадження коротких пірамідальних палів в практику будівництва.

На основі досліджень закономірностей формування параметрів "зони впливу" при зануренні пірамідальних палів та їх постійності в часі, розроблені принципи конструювання і будівництва фундаменту підвищеної несучої здатності, який складається з короткої циліндричної оболочки, заглибленої без виймання ґрунту; в яку занурюють пірамідальну пали. Співвідношення між діаметрами оболочки і палі визначають з умови ущільнення ґрунту всередині оболочки. фундамент характеризується високою ступінню спільної роботи його складових елементів і може бути використаний в спорудах, які передають на основу значні горизонтальні та вертикальні навантаження.

В результаті експериментальних і теоретичних досліджень розроблені основні умови влаштування і експлуатації системи "основа - пірамідальна пали". Встановлено, що при дотриманні вимог, що ставляться до основ у відповідності з СНиП 2.02.01-83, параметри зони ущільнення залишаються незмінними протягом всього часу експлуатації споруди. Згідно якісної оцінки експлуатаційної придатності 9-ти поверхових крупнопанельних і цегляних житлових будинків, а також споруд під трьохшарнірні рами, можливі умови їх експлуатації оцінюються як нормальна експлуатація.

Розроблена методика підрахунку витрат енергоресурсів при влаштуванні фундаментів на пірамідальних палих відмінна тим, що при цьому враховуються витрати енергоресурсів на виготовлення ма-

теріалів, проведення земляних робіт, транспортування і завантаження палів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.

В результаті проведених досліджень можна зробити такі основні висновки.

1. Розроблена і введена в практику методика оцінки меж розповсюдження "зони впливу" в основі пірамідальних палів. На основі цієї методики встановлена залежність між кутом внутрішнього тертя ґрунту природного складу та діаметром "зони впливу".

2. З метою дослідження мінливості параметрів зони ущільнення в період експлуатації фундаментів були продовжені та узагальнені дослідження на дослідних пірамідальних палях в період 1970-1994рр. (автор включився в ці дослідження в 1983 р.). В результаті встановлено, що в умовах експлуатації основи з дотриманням вимог будівельних норм і правил параметри зони ущільнення залишаються незмінними в період всього строку експлуатації будівель і споруд.

3. При замочуванні основи пірамідальної палі, складеної лесовими просадковими ґрунтами першого типу, сумарне осідання палі збільшується за рахунок просадки ґрунту, який залягає нижче вістря палі. В результаті відбувається зниження величини розрахункового навантаження, дозволеного на палю.

4. Для вивчення мінливості залежності "осідання-навантаження" пірамідальних палів в процесі "відпочинку" проаналізована природа цього явища. Встановлено, що воно являє собою синтез гискотропного і гравітаційного руйнування з наступним відовленням ґрунтових зв'язків. Так зване "пльмунное разжижение" по В.Н.Осипову. Запропоновані реологічні моделі і рівняння, а також графіки деформування перехідного контакту для всіх етапів "пльмунного разжиження".

5. Параметри процесу "відпочинку" для пірамідальних палів залежать від трьох взаємозв'язаних груп факторів: 1) характеру і

тривалості дії динамічного навантаження; 2) розмірів "зони впливу" палі; 3) мінералогічних і фізико-хімічних характеристик ґрунтів.

6. Запропоновані інженерні методи визначення несучої здатності пірамідальних паль з врахуванням фактору часу "відпочинку" включають в себе одне статичне випробування дослідної палі - для забивних, - і два - для віброзанурених з незначною в порівнянні з оптимальною тривалістю "відпочинку". Вони дають задовільну сходиність з експериментальними даними і дозволяють значно скоротити часовий розрив між влаштуванням дослідних паль та наступними роботами нульового циклу, а також додатково врахувати вже на стадії проектування частину несучої здатності, яка раніше не використовувалась.

7. Розроблені принципи конструювання і будівництва фундаменту підвищеної несучої здатності, який складається з короткої циліндричної оболочки, заглибленої без виймання ґрунту; в яку занурюють пірамідальну палю. Співвідношення між діаметрами оболочки і палі визначають з умови ущільнення ґрунту всередині оболочки.

8. Згідно якісної оцінки експлуатаційної придатності 9-ти поверхових крупнопанельних і цегляних житлових будинків, а також споруд під трьохшарнірні рами, можливі умови їх експлуатації оцінюються як нормальна експлуатація. Встановлена ймовірність безперервності експлуатації цих будівель, котра дорівнює або близька до одиниці. Середнє значення експлуатаційної придатності по стану конструкцій дорівнює 0,95; водозахисту - 0,952; по підготовці основи - 1; узагальненого коефіцієнта експлуатаційної придатності - 0,918.

9. Розроблена методика підрахунку витрат енергоресурсів при влаштуванні фундаментів на пірамідальних палях відмінна тим, що при цьому враховуються витрати енергоресурсів на виготовлення матеріалів, проведення земляних робіт, транспортування і навантаження паль. Застосування коротких пірамідальних паль замість приз-

матичних і фундаментів на природній основі на 9 об'єктах різноманітного призначення в піщаних і пилувато-глинястих ґрунтах дозволило зменшити кошторисну вартість будівництва на 195,35 тис. крб (в цінах 1988 р.); добитися економії цементу на 713,2 т; сталі - на 171.02 т; енергоресурсів - 377 т. умовного палива.

Список основних друкованих робіт.

1. Жиденко С.В., Зоценко М.Л., Котлярова О.В. Исследование напряжений в теле железобетонной центрифугированной опоры контактной сети с конической фундаментной частью // Республ. науч.-техн. конф. "Совершенствование железобетонных конструкций, работающих на сложные виды деформаций и их внедрение в строительную практику" Тез. докл., г. Полтава, 1989г., с. 56-57.

2. Винников Ю.Л., Котлярова О.В. К вопросу о "зоне влияния" фундаментов, изготавливаемых без выемки грунта, в условиях лессовых грунтов // Тез. докл. респ. науч.-практ. конф. "Проблемы строительства на просадочных грунтах Южного Казахстана, с. 29-30, г. Чимкент, 1991г.

3. Винников Ю.Л., Котлярова О.В., Шутовский О.В. Влияние состояния экологии на надежность и экономичность проектных решений системы "основание - фундаменты, устраиваемые без выемки грунта, - сооружение" // Сб. науч. тр. "Совершенствование проектных решений с учетом проблем экологии", с. 49-68, Киев, 1992г.

4. Зоценко М.Л., Котлярова О.В. Закономерности формирования "зон влияния" у пирамидальных свай // Тез. докл. I региональной конф. "Строительство на структурно-неустойчивых грунтах", Самарканд, 1992г.

5. Белоконь О.М., Винников Ю.Л., Котлярова О.В. Учет фактора времени для пирамидальных свай в условиях лессовых грунтов // Тез. докл. I региональной конф. "Строительство на структурно-неус-

гойчивых грунтах", Самарканд, 1992.

6. Зоценко М.Л., Котлярова О.В. Модельные исследования "зоны влияния" пирамидальных свай // Тр. III Международной конф. "Проблемы свайного фундаментостроения", с. 35-39, Минск, 1992г.

7. Котлярова О.В. Устойчивость во времени зоны уплотнения основания фундаментов, сооружаемых без вмески грунта // Сб. науч. тр. "Эффективные строительные материалы и конструкции, используемые при возведении зданий и сооружений. К. УМК ВО, 1992г.

8. Винников Ю.Л., Зоценко М.Л., Котлярова О.В. Результаты исследования изменения во времени несущей способности пирамидальных свай // Сб. науч. тр. Вып.1. КХТУ, г. Шымкент, 1993г.

9. Котлярова О.В. Исследования закономерностей формирования "зоны влияния" у пирамидальных свай в лабораторных условиях // Тематический сб. науч. тр. К., 1993г.

10. Винников Ю.Л., Зоценко М.Л., Котлярова О.В. Способ возведения фундамента. П. р. № 506196/33/042047 от 14.09.92.

11. Винников Ю.Л., Зоценко М.Л., Котлярова О.В. Фундамент. П. р. № 506196/33/042048 от 14.09.92.

Підписано до друку 28.05.84р. Формат 60x84 1/16. Папір друкарський.
Друк плоский. Умовн. друк арк. 1. Замовлення 586. Тираж 101. Безкоштовно.
Дільниця оперативного друку статистичного управління Полтавської області.
м. Полтава, вул. Пушківа, 103.

AB 30.370
AB 30.370