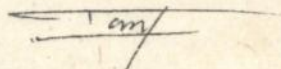


На правах рукописи

Мамалу Фомба



ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ОДНОРЯДНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ  
ФУНДАМЕНТОВ ИЗ СВАЙ НЕОДИНАКОВОЙ ДЛИНЫ

05.23.02 - Основания и фундаменты

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

004.7  
Диссертация является рукописью.  
Работа выполнена в Винницком государственном университете.

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00761705 (Q)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор  
Друкованый Михаил Федорович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Сеймов Валентин Михайлович  
кандидат технических наук  
Шипко Григорий Федорович

Ведущая организация: Научно - исследовательский институт  
строительного производства Госком-  
градостроительства Украины.

Защита состоится "26 " сентября 1995 г. в 10-00 часов  
на заседании специализированного совета Д.01.14.01 Научно -  
исследовательского института строительных конструкций по  
адресу: 252037, г.Киев - 37, ул.Ивана Клименка, 5/2

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Институ-  
та строительных конструкций Украины.

Автореферат разослан "23 " 11 1995 г.

ЛНБ ім. В. Стефаніка  
АН України

Ученый секретарь

специализированного ученого совета  
Д.01.14.01

кандидат технических наук *Марьянов* Н.Г.Марьянов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Острая социальная необходимость в жилище и объектах социально-бытового назначения требует увеличения объемов жилищного и гражданского строительства. Возрастание объемов строительства возможно при рациональном использовании затрачиваемых денежных, трудовых и материальных ресурсов. В жилищном строительстве Украины широкое применение находят ленточные свайные фундаменты. Во многих городах на свайных фундаментах возводится по 80% жилых зданий.

Вместе с тем, несмотря на широкое применение свайных фундаментов в жилищном строительстве особенности их взаимодействия с основаниями исследованы недостаточно с точки зрения принятия экономичных и надежных проектных решений. В значительной степени это объясняется сложными процессами, которые происходят в грунте при погружении свай и особенностями взаимодействия свай с основанием при действии статических нагрузок. В результате недостаточной изученности этих явлений в проектной практике используются относительно простые модели, которые весьма приблизительно отражают действительные процессы взаимодействия свай и их оснований, что приводит к принятию неэкономических решений, а иногда и не надежных.

В связи с этим экспериментально-теоретические исследования процессов взаимодействия ленточных свайных фундаментов, разработка методов их расчета и предложения по новым конструктивным решениям являются актуальными.

Целью работы является исследование по разработке эффективной конструкции однородного ленточного свайного фундамента из свай неодинаковой длины. Решение поставленной проблемы осуществляется комплексно, на основании сопоставления экспериментальных и теоретических исследований.

Для решения проблемы диссертационной работы были поставлены следующие задачи:

- изучение и анализ опыта применения ленточных свайных фундаментов с целью усовершенствования их конструкции;
- провести экспериментальные исследования сопротивления нагрузкам ленточных свайных фундаментов из свай одинаковой длины;
- провести экспериментальные исследования сопротивления нагрузкам ленточных свайных фундаментов из свай неодинаковой длины;
- выполнить анализ результатов исследований с целью выявления рациональной конструкции ленточного фундамента;
- выявить особенности распределения нагрузок между сваями ленточного фундамента;
- разработать и реализовать методику расчета сопротивления вертикальной нагрузке одиночной сваи с использованием метода граничных элементов.

Автор защищает:

- результаты экспериментальных исследований сопротивления вертикальным нагрузкам однородных ленточных фундаментов из свай неодинаковой длины;
- результаты экспериментальных исследований распределения усилий между сваями ленточного фундамента в процессе роста нагрузки;
- методику расчета сопротивления одиночных свай с использованием метода граничных элементов.

Научная новизна результатов работы представлена:

- новым видом экономичной конструкции ленточного фундамента из свай неодинаковой длины;
- результатами исследования сопротивления вертикальным

нагрузкам ленточных фундаментов новой конструкции;

- результатами исследований распределения усилий между сваями ленточного фундамента в процессе нагружения;

- методикой расчета одиночной сваи с использованием МГЭ.

Достоверность результатов работы подтверждается сопоставлением данных экспериментальных исследований автора и других исследователей, а также численных исследований по методике изложенной в данной работе и в работах авторов.

Практическая ценность работы:

- на основе экспериментальных исследований сопротивления вертикальным нагрузкам ленточных фундаментов из свай неодинаковой длины и сравнения с сопротивлением ленточных фундаментов из свай одинаковой длины можно рекомендовать в практику строительства экономичную конструкцию ленточных свайных фундаментов из свай неодинаковой длины, которая позволяет сократить расход материалов и уменьшить энергосатраты на погружение;

- полученные экспериментальные данные о распределении усилий между сваями ленточных фундаментов в процессе роста общей нагрузки позволили выделить три стадии совместной работы фундамента и основания;

- разработанная методика расчета сопротивления одиночных свай при действии вертикальных нагрузок с использованием МГЭ может быть использована для оценки проектных решений ленточных фундаментов с учетом грунтовых условий, величины внешней нагрузки.

Апробация работы. Результаты исследований, представленные в настоящей диссертационной работе, докладывались и обсуждались на двух научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, сотрудников научно-исследова-

тельской части Винницкого государственного технического университета /ВГТУ/ в 1993-1994г.г., на заседании кафедры технологии строительного производства ВГТУ и на научно-техническом совете Научно-исследовательского института строительных конструкций /НИИСК/ в г.Киеве, 1995 г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано две работы, которые отражают основные результаты работы ленточных фундаментов из свай неодинаковой длины.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы, приложения. Общий объем работы 174 страницы, из них 121 страница основного текста, 39 рисунков, 132 наименования использованных литературных источника.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во вступлении определены цель и задачи исследований, обосновывается научная актуальность и практическая значимость выбранной темы диссертации, излагаются основные положения, которые выносятся на защиту.

Первая глава посвящена краткому обзору литературных источников, в которых описаны исследования основных факторов определяющих совместную работу свай с их основаниями.

Исследованию работы свай и свайных фундаментов посвящены экспериментальные и теоретические труды ученых Абраменко П.Г., Бабичева З.В., Бартоломея А.А., Бахолпина Б.В., Бойко И.П., Герсеванова Н.М., Голубкова В.Н., Грутмана М.С., Далматова Б.И., Догацайло А.И., Дорошкевич Н.М., Лапшина Ф.К.,

Лычева П.И., Клепикова С.Н., Ковалева Ю.И., Козачка В.Д., Колесникова Г.С., Петренко Г.М., Потапенко Н.Ф., Рыжкова И.Б., Смосаренко С.А., Сорочана Е.А., Таланова Г.П., Туцаенко Ю.Ф., Цымбала С.И., Шахирева В.Б., Швеца В.Б., и др.

За рубежом в области свайного фундаментостроения известны работы Батерфилла Р., Бенарджи П., Девиса Т., Дрискола Р., Риза Л., Паулоса Н., Сида А., Риза Л., Кука Р., Прайса Г., О'Нилла М., Оттавиани М., Уитекера Т., Керизеля Ж., Челиса Р. и другие.

Однако несмотря на широкое применение ленточных свайных фундаментов в жилищном строительстве, вопросы связанные с рациональным их проектированием и определением их сопротивления расчетным путем с учетом реальных условий взаимодействия требуют дальнейших исследований и в частности изучение закономерностей распределения усилий между сваями в составе фундаментов, а также разработке новых конструктивных решений.

В последние годы значительное внимание уделяется изучению вопроса распределения усилий между сваями в составе куста. Учитывая неравномерность распределения усилий в кусте предлагают располагать сваи между собой с переменным шагом, или уменьшать число свай в средней части куста. Одним из эффективных решений использования несущей способности свай является использование свай неодинаковой длины в составе куста, которое обеспечивает уменьшение расхода материала свай и создает условия для погружения большего количества свай до проектной отметки.

Для ленточных свайных фундаментов такие конструктивные решения не применяются в связи с тем, что отсутствуют комплексные исследования в этом направлении.

В связи с этим возникает необходимость в эксперименталь-

ных и теоретических исследованиях работы ленточных свайных фундаментов, состоящих свай разной длины. В связи с этим авторам намечено провести исследования по выявлению факторов, определяющих эффективность новой конструкции ленточного фундамента по сравнению с традиционной, из свай одинаковой длины.

Актуальность до настоящего времени является проблема прогноза поведения свай и свайных фундаментов при загрузении их вертикальной нагрузкой. Решить задачу расчета свай и свайных фундаментов с учетом новых экспериментальных данных возможно, если использовать современные численные методы, реализовав их на ЭВМ. Для решения задач, содержащих полубесконечные области, наиболее эффективным является МГЭ. Так как наряду с возможностью учета многих факторов, определяющих работу свай и свайных фундаментов, сокращается расчетное время, уменьшается объем ввода исходных данных, по сравнению с наиболее распространенным МКЭ.

Во второй главе описана методика проведения экспериментальных исследований ленточных свайных фундаментов, приведены результаты исследований работы ленточных свайных фундаментов из свай одинаковой и неодинаковой длины, выполнена оценка эффективности ленточных фундаментов из свай неодинаковой длины по сравнению с ленточными фундаментами, которые применяются в строительстве, выполнены исследования распределения усилий между сваями ленточных фундаментов, при изменении количества свай от двух до десяти, в процессе роста общей нагрузки, когда осадка фундамента возрастает от нулевого значения до такой при которой наблюдается потеря несущей способности ленточного фундамента.

Опыты проводились в металлической лотке с размерами в плане 1000 x 1800 мм и глубиной 1200 мм. В качестве основания

использовался песок средней крупности. В процессе выполнения опытов особое внимание обращалось на подготовку основания, с точки зрения однородности. Среднее значение плотности грунта составляло  $1,63 \text{ г/см}^3$ , а влажность  $0,04$ . В качестве моделей свай использовались деревянные стержни с размером поперечного сечения  $3 \times 3 \text{ см}$  и длиной  $70, 50, 30, 20 \text{ см}$ . Свайные фундаменты располагались в лотке так, чтобы исключить влияние стенок и дна лотка на формирование зоны напряженно-деформированного состояния основания фундаментов. Всего было проведено более 80 испытаний одиночных свай и ленточных свайных фундаментов.

Испытания ленточных фундаментов из свай одинаковой длины позволили установить, что при возрастании количества свай в составе фундамента от двух до десяти, сопротивление вертикальной нагрузке при одной и той же осадке возрастает практически прямопропорционально количеству свай в составе фундамента.

Сопротивление вертикальным нагрузкам ленточных свайных фундаментов из свай неодинаковой длины изучалось при зависимости от чередования этих свай по длине фундамента и величины относительного заглубления коротких и длинных свай, при постоянном расстоянии между сваями равном  $3d/d$  - размер поперечного сечения сваи/. В начале исследований испытывались ленточные фундаменты из свай трех типов размеров по длине  $l_1 = 300 \text{ мм}$ ,  $l_2 = 500 \text{ мм}$ ,  $l_3 = 700 \text{ мм}$ /. и параллельно испытывались ленточные фундаменты из свай двух типов по длине  $l_1 = 500 \text{ мм}$  и  $l_2 = 700 \text{ мм}$ /. Сравнение результатов статических испытаний показало, что сопротивление этих видов фундаментов при одинаковой осадке практически равны. Поэтому в дальнейших исследованиях изучалась работа фундаментов, состоя-

ших из двух типоразмеров свай.

При этом также влияние последовательности расположения по длине фундамента коротких и длинных свай по схеме: "короткая - длинная" и "две короткие - две длинные". Первичное сочетание свай неодинаковой длины названо "ячейкой неоднородности ленточного фундамента" или сокращенно "ячейкой неоднородности".

На рис. 1 представлены результаты одной из шести серий статических испытаний ленточных свайных фундаментов. Сопротивление ленточных фундаментов из свай одинаковой длины /кривые —○— и —х—/, при осадке  $S = 10\text{мм}$  составило  $P_c = 6,0\text{кН}$ . Сопротивление свайного фундамента из свай неодинаковой длины /крайние сваи короткие, кривая —+—/ совпадает с сопротивлением фундаментов из свай равной длины.

Среднее значение сопротивления фундаментов, когда длинные сваи расположены на концах ростверка также имеет значение близкое к  $6,0\text{кН}$ , меньшее сопротивление имеет ленточный фундамент /кривая —○—/ у которого короткие сваи имеют длину  $l_2 = 200\text{мм}$ , тогда как у остальных фундаментов короткие сваи имеют  $l_2 = 300\text{мм}$ .

Результаты статических испытаний ленточных фундаментов из свай одинаковой и свай неодинаковой длины позволили оценить эффективность фундаментов новой конструкции. Для этого применен коэффициент эффективности ленточного фундамента  $K_{\text{эф}}$ , который равен отношению сопротивления фундамента при осадке  $S = 10\text{мм}$  к сумме длин свай фундамента.

Выполненные исследования позволили установить, что, когда количество свай в фундаменте изменяется от 5 до 10, коэффициенты эффективности фундаментов из свай неодинаковой длины достигает  $1,7 \dots 2,0\text{кН/м}$ , а ленточных фундаментов из свай

Общая нагрузка на фундамент.  $P_i$ , кН.

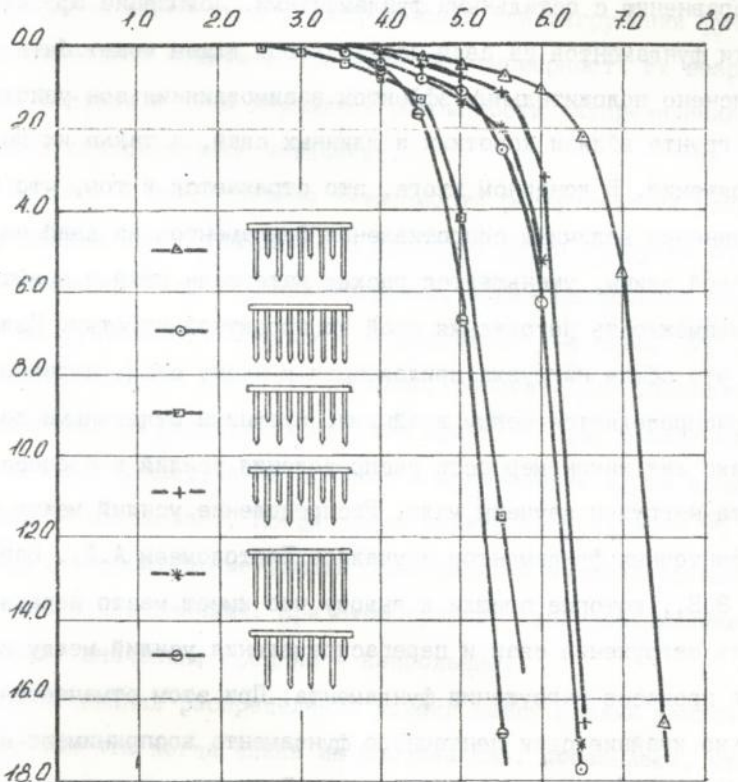


Рис. I. График зависимости нагрузка-осадка ленточного свайного фундамента /  $L \neq const, n=9$  /

одинаковой длины при  $n = 2 \dots 10$  штук -  $1,38 \dots 1,55 \text{ кН/м}$ . Снижение материалоемкости свайных фундаментов новой конструкции составляет  $18 \dots 22\%$  по сравнению с фундаментами традиционной конструкции. Несколько выше показатель снижения материалоемкости  $/33\%/$  фундамента в котором короткие сваи имели длину  $l_2 = 200 \text{ мм}$ . Однако, здесь следует учитывать, что фундамент имеет примерно на  $10\%$  меньшее сопротивление по сравнению с остальными фундаментами. Повышение эффективности фундаментов из свай неодинаковой длины может быть объяснено положительным эффектом взаимовлияния зон уплотнения грунта вблизи коротких и длинных свай, а также их полей напряжений. В конечном итоге, это отражается в том, что при сохранении величины сопротивления фундаментов из свай неодинаковой длины, уменьшается расход материала свай и повышается возможность погружения свай до проектной отметки. Известно, что общая нагрузка приложенная к кусту свай, неравномерно распределяется между крайними, средними отдельными сваями. Однако как закономерности распределения усилий в процессе роста нагрузки изучены мало. Распределение усилий между сваями ленточных фундаментов изучалось Бартоломеем А.А., Бабычевым З.В., которые пришли к выводу что имеет место неравномерность погружения свай и перераспределения усилий между сваями в процессе погружения фундамента. При этом отмечается, что только крайние сваи ленточного фундамента воспринимают нагрузки на  $18\%$  больше чем остальные. В отношении перераспределения усилий отмечается его существование.

В данной работе все ленточные фундаменты испытывались с применением теплоэлементов, которые измеряли усилия приходящиеся на сваи от начала до окончания опыта. Распределение усилий между сваями при их одинаковой длине изучалось при

увеличении количества свай от двух до десяти. При обработке результатов испытаний были получены эпюры распределения усилий, в абсолютных величинах, по длине ростверка. Здесь выявлено, что в начале загрузки эпюра имеет седлообразный вид, т.е. наибольшее усилие воспринимают крайние сваи. При увеличении общей нагрузки эпюра приобретает параболическую форму, которая сохраняется до последних ступеней нагрузки. Анализ роста абсолютных усилий на сваи при загрузке фундамента позволяет отметить при этом неравномерность их возрастания. В связи с этим изучались особенности распределения усилий в относительных величинах.

На рис. 2 представлены зависимости распределения усилий между сваями при  $P_i = const$  в процессе роста нагрузки  $P_i/P_{np}$  /  $P_i$  - величина  $i$ -ой ступени нагрузки,  $P_{np}$  - предельная нагрузка на фундамент/. Здесь  $P_j$  - усилие на  $j$ -ю сваю,  $\bar{P}_i$  - среднее значение нагрузки на сваю, равное  $P_i/n$ ,  $n$  - количество свай. Из рисунка видно, что при  $P_i \leq 0,4$ , усилия на крайние сваи падают, а на средние и прилегающие к ним промежуточные - возрастает. Когда общее усилие на фундамент  $P_i \geq 0,8 P_{np}$ , относительные усилия приходящиеся на сваи остаются практически постоянными. При этом крайние сваи воспринимают наименьшие значения, средние - наибольшие.

Исследования распределения усилий между сваями ленточного фундамента когда длина их неодинакова, показывают, что в начальный период загрузки фундамента крайние короткие сваи и средняя короткая воспринимают наибольшую нагрузку  $P_j = 1,25 \bar{P}_i$  и  $P_j = 1,55 \bar{P}_i$ , соответственно. При возрастании общей нагрузки  $P_i \geq 0,4 P_{np}$  доля нагрузки на крайние короткие сваи падает  $P_j = 0,55 \bar{P}_i$ . Затем доля нагрузки этих свай возрастает до  $P_j = 0,8 \bar{P}_i$  при общей нагрузке на фундамент

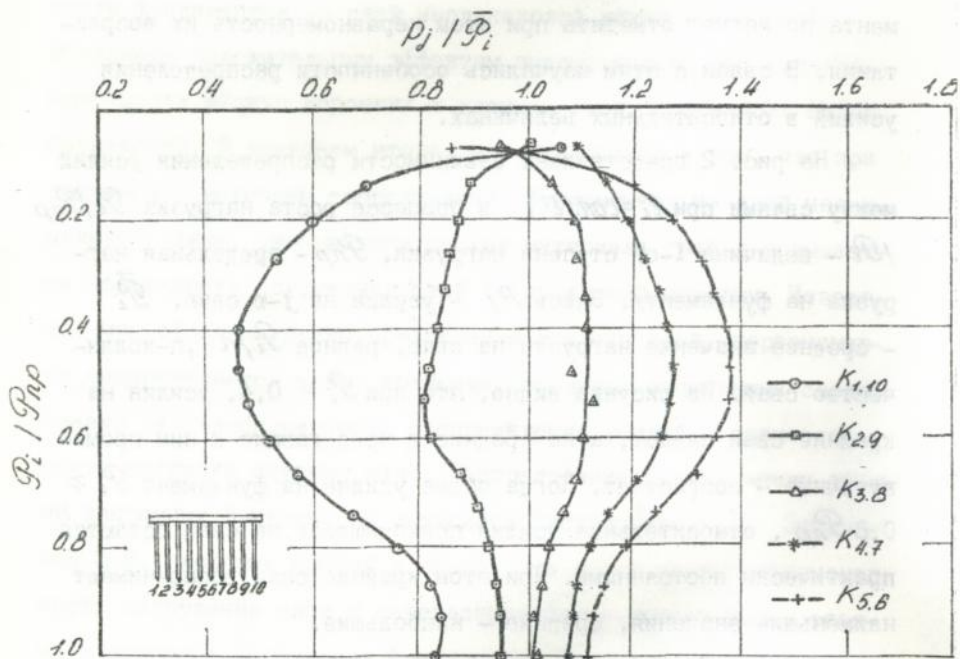


Рис.2. Распределение усилий между сваями ленточного фундамента /  $L = const$ ,  $n = 10$  /

$P_i \geq 0,8 P_{np}$  . Промежуточные короткие сваи на всем процессе загрузки воспринимают долю нагрузки почти постоянной величины и равной  $\rho_j = 1/0,8 \dots 0,9 / \bar{P}_i$  . Длинные сваи расположенные ближе к торцу ростверка вначале загрузки воспринимают относительные усилия меньше, чем в конце испытания. При этом относительное усилие приходящееся на эти сваи возрастает без наличия экстремума с увеличением нагрузки на фундамент. Длинные сваи, расположенные ближе к центру фундамента воспринимают нагрузки больше, чем длинные близкие к торцу ростверки и в процессе роста нагрузки на фундамент, когда  $P_i = 1/0,4 \dots 0,6 / P_{np}$ , усилия приходящиеся на длинные сваи близкие к центру фундамента достигает максимального значения  $\rho_j = 1,5 \bar{P}_i$ , затем при  $P_i \geq 0,8 P_{np}$ , доля усилия на эти сваи падает и достигает  $\rho_j = 1/1,2 - 1,3 / \bar{P}_i$ .

Общим для ленточных фундаментов из свай неодинаковой длины является то, что в начальный период загрузки больше нагрузки воспринимают короткие сваи, особенно увеличивается усилие на среднюю короткую сваю, когда короткие сваи передают нагрузку на окружающий грунт через боковую поверхность и частично через нижний конец. Это можно объяснить тем, что короткие сваи взаимодействуют с грунтом уплотненным и длинными соседними сваями. Длинные сваи, окруженные короткими передают максимальную нагрузку на основание, при общей нагрузке  $0,8 P_{np} \geq P_i \geq 0,4 P_{np}$ , через боковую поверхность и нижний конец. При общей нагрузке  $P_i \geq 0,8 P_{np}$ , когда нагрузка от свай передается на подстилающие слои грунта естественного сложения короткие сваи воспринимают меньшие усилия, чем длинные. При этом крайние короткие сваи воспринимают наименьшие усилия, а на другие короткие сваи приходится нагрузка тем больше, чем ближе свая к центру фундамента. Для длинных

свай характерно такое же распределение величин усилий в зависимости от их расположения по длине фундамента.

При конструировании эффективных ленточных фундаментов из свай неодинаковой длины, важно оценить влияние разницы в заглублении нижних концов коротких и длинных свай. На рис. 3 представлена зависимость изменения сопротивления ленточных свайных фундаментов при осадке  $S = 10$  мм, когда относительное заглубление длинной и короткой свай  $\Delta h/d$  изменяется от нуля по десяти. Здесь  $\Delta h = l_1 - l_2$  /  $l_1$  - глубина погружения длинной сваи,  $l_2$  - короткой;  $d$  - размер поперечного сечения сваи. Опыты показывают, что при  $\Delta h/d \leq 6,7$  сопротивление ленточных фундаментов из свай неодинаковой длины практически равно сопротивлению фундаментов при  $\Delta h/d = 0,0$  ( $l_1 = l_2 = const$ ) и при относительном заглублении длинных свай больше десяти, сопротивление фундамента новой конструкции меньше чем традиционной.

В третьей главе описана методика расчета сопротивления одиночной сваи с использованием МЭ. В основу расчетной модели сваи в линейной стадии ее работы с основанием положено решение Миндмена. При этом учитывалось влияние единичных перемещений боковой поверхности на формирование сил трения по боковой поверхности и нормальных напряжений под нижним концом сваи. Для чего формировались соответствующие две подматрицы коэффициентов, кроме того учитывалось влияние единичных перемещений нижнего конца сваи на формирование сил трения по боковой поверхности и нормальных напряжений под нижним концом сваи, что также дало две подматрицы. Затем была сформирована из четырех подматриц глобальная матрица коэффициентов при неизвестных. Такой подход позволил учесть совместную работу нижнего конца и боковой поверхности в процессе заглубления сваи.

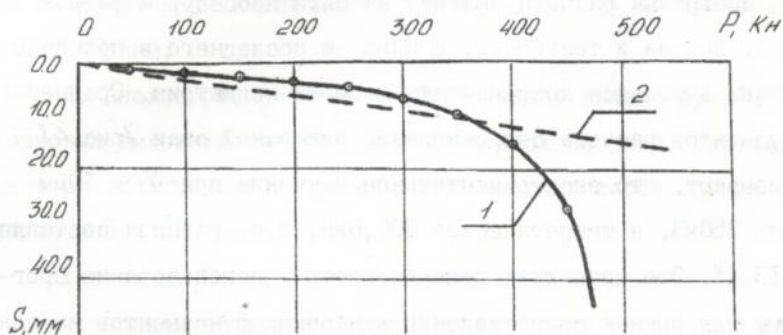


Рис.3. График "нагрузка - осадка" одиночной сваи:

1/Экспериментальная кривая;

2/Теоретическая кривая.

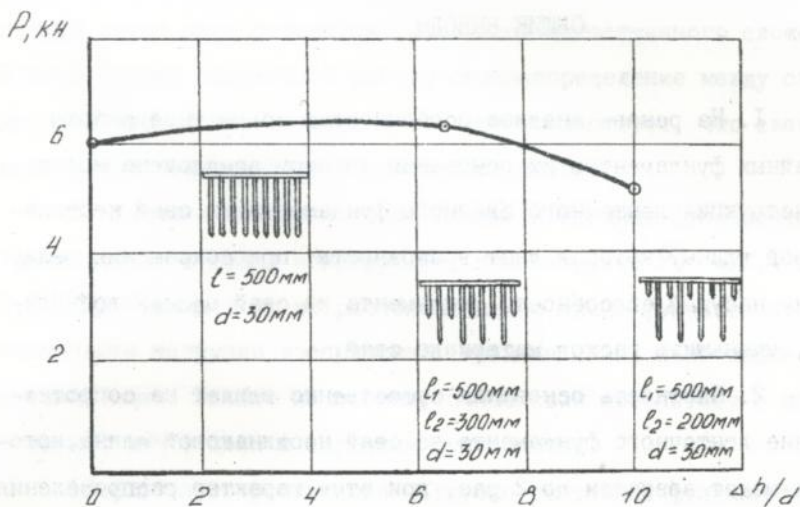


Рис.4. Сопротивление вертикальной нагрузке ленточного свайного фундамента в зависимости от относительного заглубления.

Программа расчета состоит из пяти процедур и файлов ввода, вывода и тестового, с помощью последнего в процессе отладки выводятся коэффициенты четырех подматриц. Сравнение результатов расчета сопротивления одиночной сваи /рис.4/ показывают, что экспериментальное значение при  $S = 10\text{мм}$  равно  $350\text{кН}$ , а теоретическое  $308,6\text{кН}$ , т.е. разница составляет  $13,4\%$ . Это позволяет рекомендовать к использованию программы для оценки сопротивления ленточных фундаментов из свай неодинаковой длины, учитывая результаты экспериментов, которые показали, что сопротивление этих фундаментов практически равно сопротивлению фундаментов из свай одинаковой длины, при соответствующем выборе ячейки неоднородности и величине относительного заглубления нижних концов свай.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. На основе анализа особенностей совместной работы свайных фундаментов их оснований автором предложена новая конструкция ленточного свайного фундамента из свай неодинаковой длины, которая дает возможность, при сокращении величины несущей способности фундамента из свай одинаковой длины, уменьшить расход материала свай.
2. Плотность основания существенно влияет на сопротивление ленточного фундамента из свай неодинаковой длины, которое может возрасти до 2 раз, при этом характер распределения усилий между крайними и средними сваями также изменяется.
3. Результаты экспериментальных исследований позволили выявить характер распределения усилий между сваями в составе ленточного фундамента в зависимости от общей нагрузки действующей на фундамент. В начальной стадии загрузки эпо-

ра распределения имеет седлообразный вид, а в конечной - параболический.

4. Анализ распределения усилий между сваями фундамента позволил выделить три стадии взаимодействия свай, окружающего их уплотненного грунта и подстилающих слоев грунта естественного сложения:

I стадия. Когда общая нагрузка на фундамент меньше  $0,4 R_{np}$  она в основном воспринимается силами трения по боковой поверхности свай;

II стадия. При общей нагрузке равной  $0,4 \dots 0,8 R_{np}$ , она передается боковой поверхностью и нижними концами на уплотненное основание;

III стадия. При общей нагрузке  $R_i > 0,8 R_{np}$ , она передается через боковую поверхность, нижние концы свай, уплотненный грунт ниже острия свай, на слой естественного сложения. В этой стадии совместной работы перераспределение между сваями практически отсутствует и это свидетельствует, что сваи и межсвайный грунт работает как единое целое.

5. Усилия, воспринимаемые сваями ленточных фундаментов традиционной и новой конструкции, при нагрузке  $R_i = 0,4 \dots 0,8 R_{np}$  зависят от их расположения по длине фундамента: наименьшие нагрузки воспринимают крайние сваи, наибольшие - средние сваи. Усилия на промежуточные сваи возрастают с приближением места сваи к середине фундамента.

6. Анализ сопротивления нагрузке ленточных фундаментов из свай неодинаковой длины, позволил установить, что при одинаковых значениях сопротивлений вертикальным нагрузкам, с точки зрения упрощения технологии погружения свай, более приемлимыми являются фундаменты из свай двух типоразмеров по сравнению с фундаментами из трех размеров.

7. Относительная разница заглубления коротких и длинных свай ленточного фундамента  $\Delta h/d \leq 6,7$ , при расстоянии между сваями 3, обеспечивает одинаковые значения сопротивлений фундамента новой конструкции и традиционного типа, применяемого в строительстве.

8. Разработанная модель работы одиночной сваи с применением метода граничных элементов, достаточно точно с инженерной точки, описывает линейную стадию взаимодействий свай и основания и может быть использована для оценки сопротивления ленточных свайных фундаментов.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

Моргун А.И., Фомба М., Попович Н.Н.. Исследование сопротивления вертикальным нагрузкам ленточных свайных фундаментов и Винницкий политехнический институт. - Винница, 1993 - 6 с. Деп. в ДНТБ Украины. 27.10.93 № 2074 - Ук 93

Моргун А.И., Фомба М. Сопротивление вертикальным нагрузкам ленточных фундаментов из свай переменной длины. Винниц. гос. техн. ун-т. - Винница, 1995. - 11с. Деп. в ДНТБ Украины. 21.05.95. № 1180 - Ук 95.

#### АНОТАЦІЯ

Фомба М. Дослідження роботи однорядних стрічкових фундаментів із палей неодинакової довжини. Дисертація на здобуття вченого ступення кандидата технічних наук по спеціальності 05.23.02 - Підвалини та фундаменти, Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій /НДІБК/, Київ, 1995.

В дисертаційній роботі приведені експериментальні дані опору вертикальним навантаженням стрічкових палевих фундаментів із палей неодинакової довжини, виконана оцінка ефективності стрічкових фундаментів тієї ж конструкції в порівнянні з

стрічковими фундаментами традиційної конструкції, виявлена раціональна конструкція стрічкових фундаментів із палей неоднакової довжини в залежності від розміщення коротких та довгих палей. Дослідження залежності розподілу зусиль між палями стрічкових фундаментів. Показано, що при збільшенні навантажень на фундамент закономірності розподілу зусиль визначають стадії сумісної роботи стрічкових фундаментів і підвалин.

Розроблена методика розрахунку опору вертикальному навантаженню одиночних палей з використанням МГЕ, яка може бути використана для оцінки опору стрічкового фундаменту.

#### ANNOTATION

Fomba Mamadou. Research on the work of homogeneous strip foundations from pile of unequal lengths. Thesis leading to the award of the degree of doctor of philosophy on speciality 05.23.02- basement and foundations, Science-research institute of building constructions, (SRIBC), Kiev, 1995.

The thesis work contains experimental data on the resistance of pile (strip) foundations of unequal lengths to vertical loads, evaluation of the effectiveness of strip foundations from pile of unequal lengths in comparison with strip foundations of equal lengths is carried out, there is also presented rational construction of strip foundations from pile of unequal lengths depending on the sequence of short and long piles. Is brought to light, researches on the relation of distribution of forces between piles of strip pile foundation of traditional and new constructions. When there is load increase on the foundation. It is shown that the patterns of the distribution of forces determine the stages of joint work of foundations and their basement.

There has been carried out on the calculation procedure of resistance of vertical load of solitary piles with the use of the method of boundary elements (МБЕ), that may be used for the evaluation of the strength of strip foundations.

Ключеві слова:

Стрічковий пальовий фундамент; палі неодинакової довжини; опір навантаження; розподіл зусиль; ефективність пальових фундаментів; розрахункова схема палі; метод граничних елементів.

Key Words :

Strip pile foundation; piles of unequal lengths; resistance of load; distribution of forces; effectiveness of pile foundations; algorithm for calculating method of boundary elements.

Підписано до друку 16.11.1995 р.  
Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 0,6.  
Тираж 100 прим. Замовлення 2248.  
Віддруковано фірмою "КОНТИНЕНТ"

4752

AB 33.572

**AB 33.572**