

Исследование влияния увеличения периметра ленточного фундамента на несущую способность основания

Т.А. Крахмальный
*Южно-Российский государственный
технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)*

Данная работа посвящена совершенствованию сборных ленточных фундаментов за счет учета особенностей работы основания и имеет непосредственное практическое значение для строительной отрасли.

Повышение технико-экономической эффективности и качества строительного производства – это основные задачи капитального строительства на сегодняшний день. Решение этих задач связано с повышением производительности труда, использованием новых индустриальных технологий, научно-технических достижений, снижением стоимости строительства при одновременном повышении надёжности зданий, которое обеспечивается развитием исследований НДС оснований и фундаментов, разработкой и внедрением новых конструктивных решений в области фундаментостроения.

Весьма актуальной в этой связи является задача разработки новых конструкций сборных ленточных фундаментов с ломаным очертанием краевой зоны, которые более полно используют несущую способность основания.

Экспериментальные исследования по изучению работы данной конструкции и грунтового основания проводились на испытательной машине МФ-1, которая является центральным звеном автоматизированной сис-

темы научных исследований (АСНИ) оснований и фундаментов на моделях. Комплекс АСНИ включает в себя следующие устройства: испытательная машина МФ-1, система дистанционных преобразователей (месдозы, деформометры, датчики сдвига), информационно-измерительная система СИИТ-3 и персональный компьютер. Программно-техническое обеспечение АСНИ создает возможность выполнения экспериментов на моделях в реальном масштабе времени. На рисунке 1 представлена блок-схема программно-измерительного комплекса автоматизированной системы экспериментальных исследований, а на рисунке 2 представлен внешний вид электронного блока АСНИ.



Рисунок 1 - Блок-схема программно-измерительного комплекса автоматизированной системы научных исследований (АСНИ)

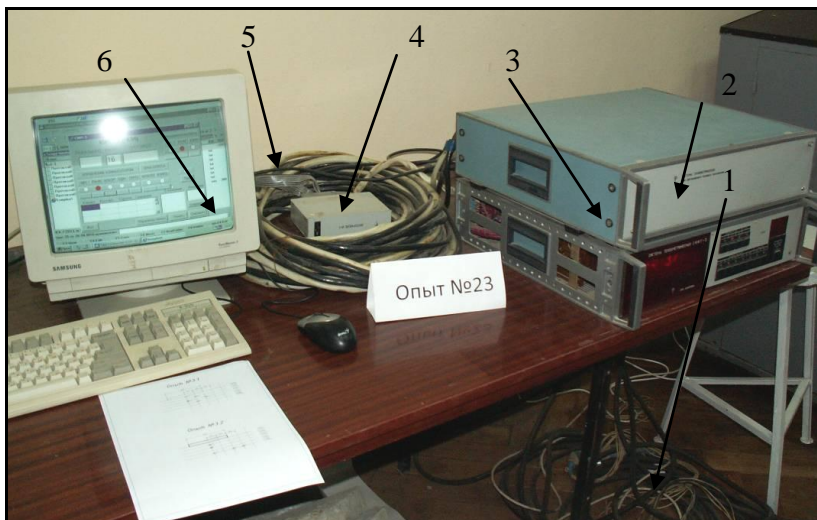


Рисунок 2 - Сопряжение тензометрических преобразователей и персонального компьютера:

1 - тензометрические преобразователи; 2 - блок коммутации СИИТ-3; 3 - блок индикации СИИТ-3; 4 - интерфейс И-1; 5 - интерфейс И-2; 6 - персональный компьютер

Машина МФ-1 состоит из следующих основных частей: железобетонного лотка, заполненного песком, силовой рамы с гидравлическими домкратами, и пульта управления с насосной станцией высокого давления. Лоток машины заполнен среднезернистым песком. Размеры лотка – 3,0×3,0м, а глубина заполнения песком – 1.8 м. Три независимых гидравлических домкрата, установлены на раме над лотком. Каждый из гидравлических домкратов представляет собой совместно притертую рабочую пару (плунжер и цилиндр) и рассчитан на создание давления в 50 т. (рисунок 3). Пульт управления машиной позволяет в процессе опыта задавать любой

режим нагружения и контролировать величину осадки модели.

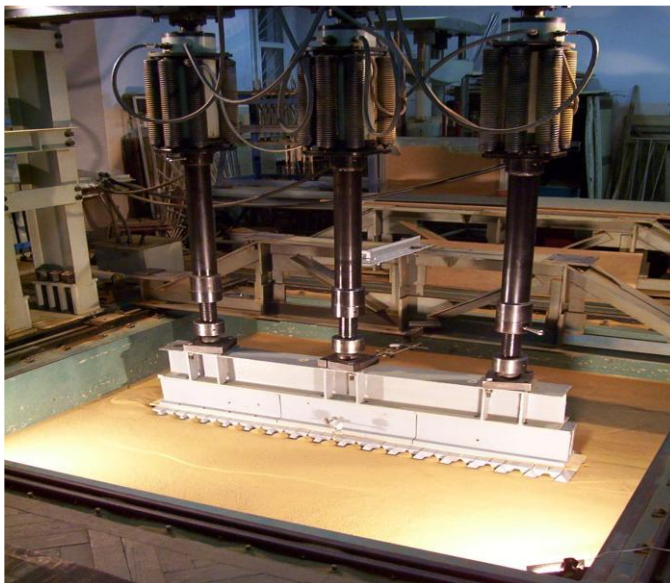


Рисунок 3. Внешний вид испытательной установки машины МФ-1.

Напряжения в массиве основания измерялись тензометрическими преобразователями напряжений - месдозами конструкции Ю. Н. Мурзенко (МК-26, МК-37, МК-54) и месдозами конструкции Г.Е. Лазбника (М-96). Деформации в массиве основания измерялись преобразователями деформаций - деформометрами конструкции Ю.В. Галашева и Ю.Н. Мурзенко (Д-2). Примененные в экспериментальных исследованиях датчики приведены на рисунке 4.

Наилучшими условиями работы месдоз является их размещение в слое грунта на контакте с подошвой фундамента.

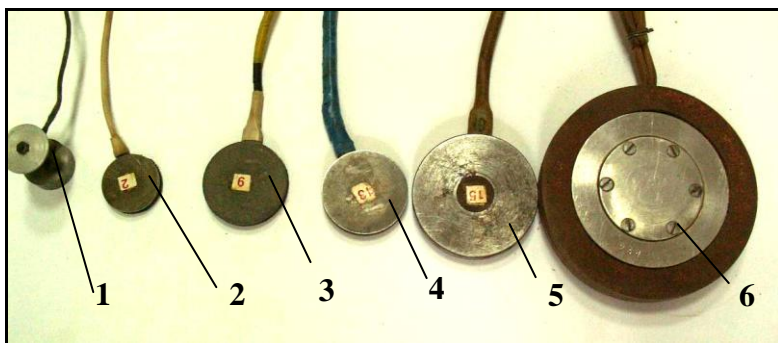
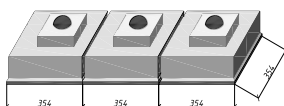


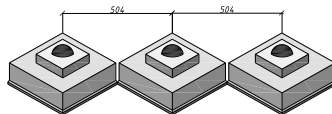
Рисунок 4. Преобразователи напряжений и деформаций
 1-деформометр типа Д-2, 2-месдоза МК-24, 3 и 4 - мес-
 дозы МК-37, месдоза МК-54, 6-месдоза конструкции
 Г.Е. Лазбника

Первоначально в качестве моделей фундамента были выбраны три жестких квадратных металлических штампа размерами 354x354 мм. Площадь основания каждого штампа равна $0,125 \text{ м}^2$. Осадка модели измерялась прогибомером 6-ПАО с ценой деления 0,01 мм. Опыты продолжались до момента исчерпания несущей способности основания.

В первой серии опытов штампы располагались линейно. Во второй серии было рассмотрено влияние на несущую способность и осадку песчаного основания поворота штампов на угол 45° . Схемы постановки штампов приведены на рисунке 5.



а) линейная постановка штампов



б) постановка штампов с поворотом на 45°

Рисунок 5. Схемы постановки штампов в первых двух сериях опытов.

Совмещенные графики зависимости осадки среднего штампа от нагрузки для каждой серии опытов приведены на рисунке 6.

Результаты выполненных опытов, сведены в таблицу 1. Несущая способность основания при повороте штампов в среднем увеличивается на 15 %, по сравнению с линейной установкой элементов. Как показано на графике, при увеличении краевой зоны фундамента, снижается осадка модели при одних и тех же нагрузках на 26%.

Увеличение несущей способности основания ленточного фундамента с краевой зоной ломаного очертания объясняется тем, что за счет распределительной способности в работу включается грунт за пределами штампов между выступающими углами.

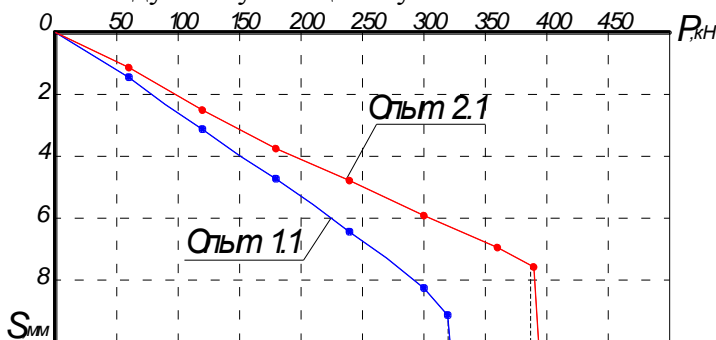


Рисунок 6. Графики зависимости осадки от нагрузки.

Следующие эксперименты были проведены на ленточных фундаментах с ломаным очертанием опорной плиты. Ломаное очертание моделировалось из многослойной фанеры толщиной 20 мм. Длина одной плиты

480 мм соответствует масштабу 1:5 по отношению к типовому размеру фундаментной плиты 2,4x1,2 м по серии 1.122-5. Пять таких плит, уложенные друг за другом моделируют фрагмент ленточного фундамента длиной 12 м, края которого имеют ломаное очертание краевой зоны.

В третьей серии опытов исследовалась несущая способность основания при ломаном очертании с внутренним углом вырезов 60° , а в четвертой – с внутренним углом вырезов – 90° . Общая площадь подошвы фундамента равна $0,492 \text{ м}^2$. Схемы фундаментных плит приведены на рисунке 7.

Среднее значение несущей способности основания в третьей серии экспериментов составляет 545 кН (54,5 т), а значение давления по подошве фундамента – 1107 кПа. Среднее значение несущей способности основания модели в четвертой серии равно 438 кН, что соответствует давлению по подошве 890 кПа.

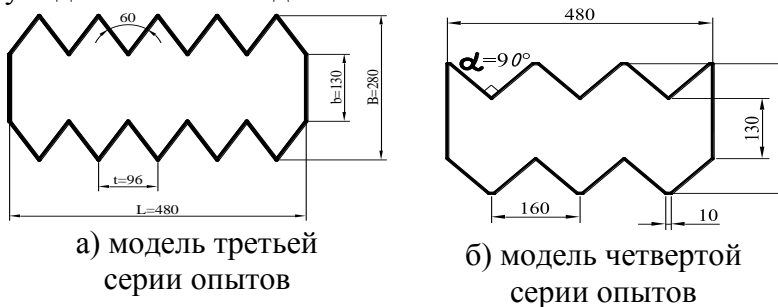


Рисунок 7. Схемы опорных плит с ломаным очертанием краевой зоны

Результаты проведенных экспериментов с ломаным очертанием опорной плиты сведены в таблицу 1. Из результатов опытов, очевидно, что большая несущая способность оказалась у модели с внутренним углом 60° . В процентном соотношении преимущество в несущей

способности составляет в 12,5%. Сравнивая графики зависимости осадки модели от нагрузки, приведенные на рисунке 8, заметно, что при одинаковых нагрузках, осадка третьей модели меньше, чем осадка четвертой на 18%.

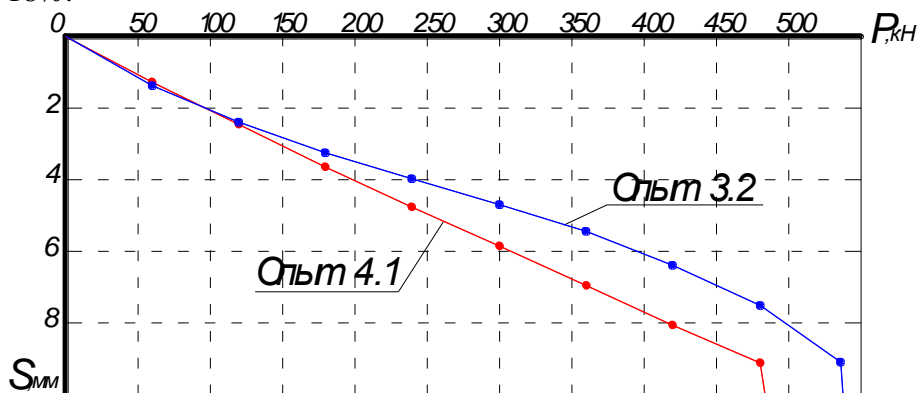
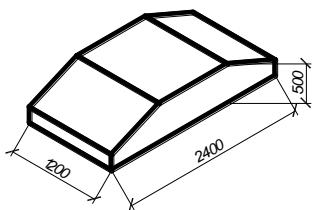
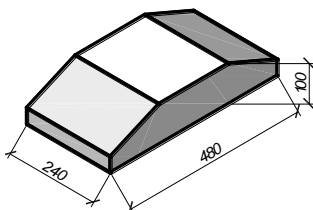


Рисунок 8. Графики зависимости осадки от нагрузки в третьей и четвертой сериях.

Для проведения дальнейших исследований были изготовлены крупномасштабные железобетонные модели (в масштабе 1:5), моделирующие стандартные фундаментные блоки-подушки по серии 1.112-1 размерами 2400x1200x500 мм (рисунок 9).



а)- по серии 1.112-1,



б)- железобетонная модель

Рисунок 9. Железобетонные модели фундаментов:

В пятой серии экспериментов исследовалась несущая способность основания с прямолинейной постановкой блоков-подушек, а в шестой серии - с поворотом опорных блоков на угол 45° .

Нагрузка на элементы фундамента передавалась через металлическую нагрузочную балку, которая в масштабе 1:5 соответствовала бетонным фундаментным стеновым блокам.

Графики зависимости осадки от нагрузки, построенные по показаниям прогибомера 6-ПАО, приведенные на рисунке 10.

В пятой серии экспериментов среднее значение несущей способности основания равно 745 кН, а среднее значение давления по подошве основания равно 925 кПа. Среднее значение несущей способности основания для модели шестой серии составила 845 кН, что соответствует давлению по подошве основания 1050 кПа. При повороте опорных блоков несущая способность основания фундамента увеличивается на 12%, а осадка фундамента уменьшается на 17%.

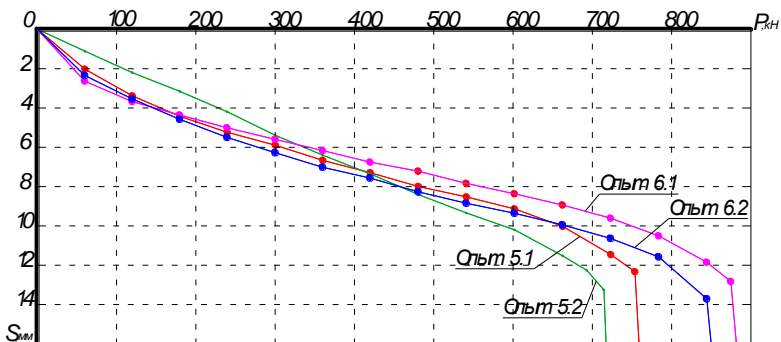


Рисунок 10. Графики зависимости осадки фундамента от нагрузки в пятой и шестой сериях экспериментов.

Таблица 1
Сравнительный анализ результатов экспериментов

№ Оп.	Площадь А, (м ²)	Периметр П, м	$\xi = \frac{P}{A}$	R_u , кН	S_u , мм	σ_u , кПа
1.1	0,376	2,832	7,53	342,8	9,31	912
1.2				357,0	7,95	950
2.1	0,376	4,248	11,3	391,0	7,63	1040
2.2				394,0	8,54	1042
3.1	0,492	2,040	4,15	541,2	9,10	1100
3.2				558,4	8,41	1135
4.1	0,492	1,680	3,41	510	9,96	1037
4.2				471	9,98	957
5.1	0,8064	4,32	5,36	765	12,9	950
5.2				723	13,2	896
6.1	0,8064	7,2	8,93	885	13,1	1097
6.2				858	12,3	1063

Сравнительный анализ приведенных в таблице 1 данных показывает следующее: для опытов третьей и

четвертой модели (где $\xi < 5$), увеличение периметра на 22% приводит к увеличению несущей способности на 18%; в опытах пятой и шестой моделей (при $5 < \xi < 10$), увеличение периметра на 67% приводит к увеличению несущей способности на 12%; в опытах первой и второй серий экспериментов (при $\xi > 10$), увеличение периметра на 50% приводит к увеличению несущей способности на 15%. Вывод – чем больше значение ξ , тем меньше преимущество от изменения периметра модели фундамента. На основании анализа был построен примерный график зависимости увеличения несущей способности основания от увеличения периметра фундамента, приведенный на рисунке 11.

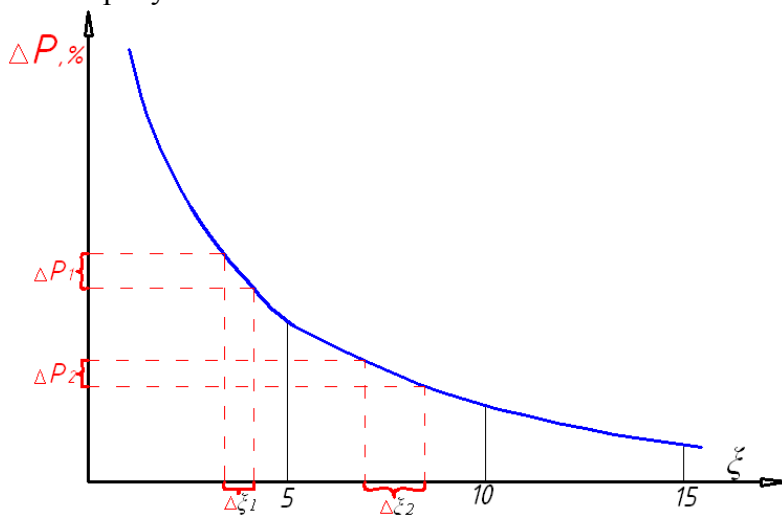


Рисунок 11. График зависимости увеличения несущей способности основания от увеличения периметра фундамента

Проведенные опыты показали явное преимущество фундамента с ломаным очертанием краевой зоны по сравнению с прямоугольным в плане ленточным фундаментом. На основании проведенных эксперименталь-

ных исследований было разработано пять конструкций сборных ленточных фундаментов и подпорных стен, защищенные патентами на полезные модели, в основу работы которых заложен принцип более полного использования несущей способности основания:

- 1) Ленточный фундамент патент №32 139;
- 2) Ленточный фундамент патент №40 333;
- 3) Подпорная стена патент №49 543;
- 4) Ленточный фундамент патент №55 386;
- 5) Подпорная стена патент № 70 522.

Литература

1. Евтушенко С.И., Крахмальный Т.А., Галашев Ю.В. Экспериментальные исследования ленточного фундамента с ломаным очертанием опорной плиты.//Надежность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов: Материалы IV международной научно-технической конференции (12-14 мая 2005 г.) часть III, Волгоград 2005, С.57-61.
2. Крахмальный Т.А. Опытные исследования работы квадратных штампов в ленточном фундаменте / Т.А. Крахмальный // «Строительство-2006»: материалы международной конференции. - Ростов н/Д: Рост. Гос. Строит. Ун-т, 2006. – С. 179.
3. Евтушенко С.И., Разработка новых конструкций протяженных фундаментов, эффективно использующих несущую способность основания /С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмальный, // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета, Выпуск 10 (29) 2008. – С.122.
4. Пат. 50552 Российская Федерация U1 50552 RU МПК(51) E 02 D 27/01. Ленточный фундамент/ Мурзенко Ю.Н., Евтушенко С.И., Анищенко Е.Ю., Архипов Д.Н., Крахмальный Т.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Южно-Российский государственный технический университет(Новочеркасский Политехнический Институт).-№2005119951/22 заявл.27.06.2005; опубл. 20.01.2006 Бюл. №02.
5. Пат. 49543 Российская Федерация U1 49543 RU МПК(51) E 02 D 29/02, E 02 B 3/06 Подпорная

стена / Мурзенко Ю.Н., Евтушенко С.И., Мурзенко А.Ю., Крахмальный Т.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский Политехнический Институт).-№2005121969/22 заявл.11.07.2005; опубл. 27.11.2005 Бюл. №33.

6. Пат. 55386 Российская Федерация U1 55386 RU МПК(51) E 02 D 27/01. Ленточный фундамент / Мурзенко Ю.Н., Евтушенко С.И., Мурзенко А.Ю., Крахмальный Т.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский Политехнический Институт).-№2005138664/22 заявл.12.12.2005; опубл. 10.08.2006 Бюл. №22.
7. Пат. 32139 Российская Федерация U1 32139 RU 7 E 02 D 27/01. Ленточный фундамент/ Мурзенко Ю.Н., Евтушенко С.И., Скибин Г.М., Анищенко Е.Ю., Архипов Д.Н., заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский Политехнический Институт).-№2003108928/20 заявл.23.04.2003; опубл. 10.09.2003 Бюл. №25.