

УДК 624.154.001.8

И.Т. Мирсаяпов – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой оснований и фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии

А.А. Абдуллаев – аспирант, ассистент

Тел.: 89172990155, e-mail: abdartayd@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКИХ ФУНДАМЕНТОВ

АННОТАЦИЯ

Приводятся результаты экспериментальных и теоретических исследований прочности и деформативности грунтовых оснований моделей глубоких фундаментов при однократном кратковременном статическом нагружении. Выявлены характерные зоны вовлечения грунтового массива в работу системы глубокий фундамент – грунтовое основание. Получены новые данные о развитии напряженно-деформированного состояния в различных зонах грунтового массива, окружающего модель глубокого фундамента.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глубокий фундамент, прочность, грунтовое основание, плитная часть, осадка.

I.T. Mirsayapov – doctor of the technical sciences, professor, head of Bases, Foundations, Dynamics of Building and Engineering Geology department

A.A. Abdullaev – post-graduate student, assistant

Tel.: 89172990155, e-mail: abdartayd@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES OF MODELS OF DEEP FOUNDATIONS

ABSTRACT

Article shows results of experimental and theoretical studies of strength and deformability of ground bases of models of deep foundations while single phase short term static loading. Zones of ground massive involved in deep foundation's combined with ground base work are disclosed. Survey notes about development of deflected mode in different zones of ground massif, surrounding model of deep foundation are attained.

KEYWORDS: deep foundation, strength, ground base, foundation slab, deformability.

В настоящее время растущие темпы строительства высотных зданий и комплексов в стесненных условиях городской застройки и в сложных инженерно-геологических условиях обуславливают необходимость совершенствования существующих методов проектирования оснований и фундаментов, разработанных для зданий и сооружений высотой не выше 10-15 этажей, при давлениях на основание не более 300 кПа. В этом случае, как правило, усилия от надземной части здания или сооружения прикладываются на фундамент в виде распределенной нагрузки или системы сосредоточенных сил. И это позволяло с небольшой погрешностью пренебречь взаимовлиянием основания, фундамента, подземной и надземной частей сооружения. Однако, с ростом этажности здания и размеров фундаментов в плане необходимость совместного расчета напряженно-деформированного состояния системы «основание – фундамент – надземная часть здания» значительно

возросла, так как в этом случае вовлекаются огромные массивы грунта, как под фундаментами, так и за ограждающей конструкцией.

В связи с вышеизложенным возникает необходимость в совершенствовании методов расчета глубоких фундаментов с учетом взаимодействия с окружающим грунтовым массивом.

В настоящей работе авторами исследуется напряженно-деформированное состояние глубокого фундамента и развитие напряжений в окружающем глубокий фундамент массиве грунта.

Экспериментальные исследования проводились в лабораторном лотке со следующими размерами 1,0x1,0x1,0 м.

В качестве модели глубокого фундамента использовался деревянный короб 200x200x500 мм, с деревянной плитой, расположенной в 100 мм от нижнего края стены.

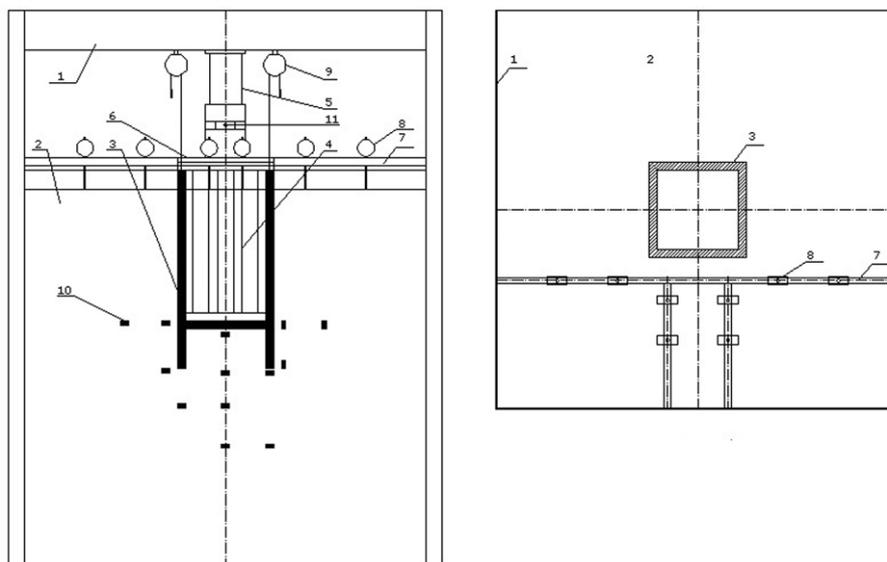


Рис. 1. Схема установки нагружения модели глубокого фундамента и расположения датчиков давления в грунте: 1 – объемный лоток; 2 – грунтовый массив; 3 – модель глубокого фундамента; 4 – устройство для передачи нагрузки на плитную часть; 5 – гидравлический домкрат; 6 – траверса; 7 – рама для установки датчиков; 8 – датчики часового типа; 9 – прогибомеры; 10 – грунтовые датчики; 11 – динамометр

Установка модели глубокого фундамента устраивалась путем послойной отсыпки грунта с послойным уплотнением трамбовкой прямоугольного сечения.

Грунтом основания являлась супесь полутвердая (модуль деформации 5,01 МПа, угол внутреннего трения 18° , удельное сцепление 4,1 кПа, плотность 1,78 т/м³). Давление в грунтовом массиве определялось с помощью датчиков давления в грунте.

Схема глубокого фундамента и его нагружения, а также схема расположения измерительных приборов и датчиков давления в грунте приведены на рисунке 1.

1 этап нагружения (0-250 кг) (рис. 2) характеризуется уплотнением грунта в боковых зонах в уровне сочленения плиты и стены глубокого фундамента. Датчики вертикального и горизонтального давления, расположенные под пяткой модели глубокого фундамента (11, 17) сразу же после приложения нагрузки выходят из строя. Начинается формирование уплотненного ядра в основании глубокого фундамента и периферических зонах.

2 этап нагружения (250-750 кг) (рис. 3). Следует отметить образование и доуплотнение уже имеющихся уплотненных зон по бокам модели глубокого фундамента. Напряжение в зоне расположения датчика 6, расположенного под пяткой модели фундамента, возрастает до возможного предела датчика. Из чего следует сделать вывод об окончании формирования уплотненного ядра в основании плитной части глубокого фундамента.

3 этап нагружения (750-1500 кг) (рис. 4) характеризуется значительным приращением перемещения в зоне, на 20 см ниже под пятой модели фундамента. Вертикальная составляющая приращения в боковых зонах вновь уменьшается. Из вышесказанного следует, что периферические уплотненные зоны сформированы и перемещения внутри этих зон минимальны.

4 этап нагружения (1500-1750 кг) (рис. 5) характеризуется равномерным значительным приращением давления во всех наблюдаемых точках грунтового массива. Осадка модели фундамента происходит непрерывно – сформировалось уплотненное ядро в основании глубокого фундамента и уплотнились периферические зоны, происходит осадка всего сформированного массива.

Характер развития осадки фундамента глубокого заложения окружающего грунтового массива приведен на рис. 6.

На основании вышеизложенного процесса деформирования грунтов основания предлагается расчетная модель глубокого фундамента.

Основываясь на выдвинутой гипотезе, можно представить следующие две расчетных схемы фундамента глубокого заложения.

Исходя из выдвинутой гипотезы об образовании уплотненных зон и, следовательно, концепции распределения нагрузок в периферическом пространстве фундамента глубокого заложения, следует определять несущую способность фундамента глубокого заложения следующим образом.

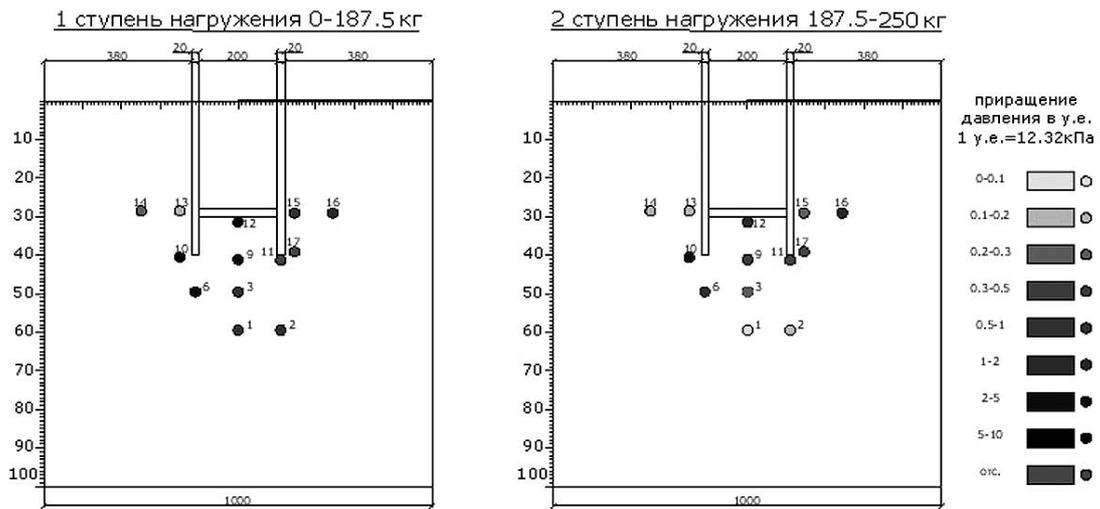


Рис. 2. Приращения давления в различных точках грунтового массива на 1 и 2 ступени приложения нагрузки

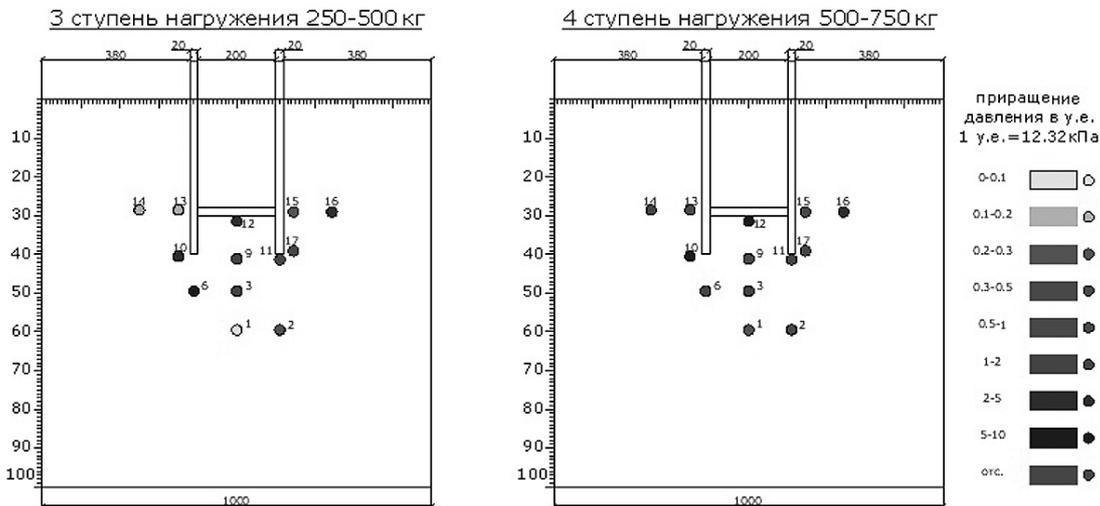


Рис. 3. Приращения давления в различных точках грунтового массива на 3 и 4 ступени приложения нагрузки

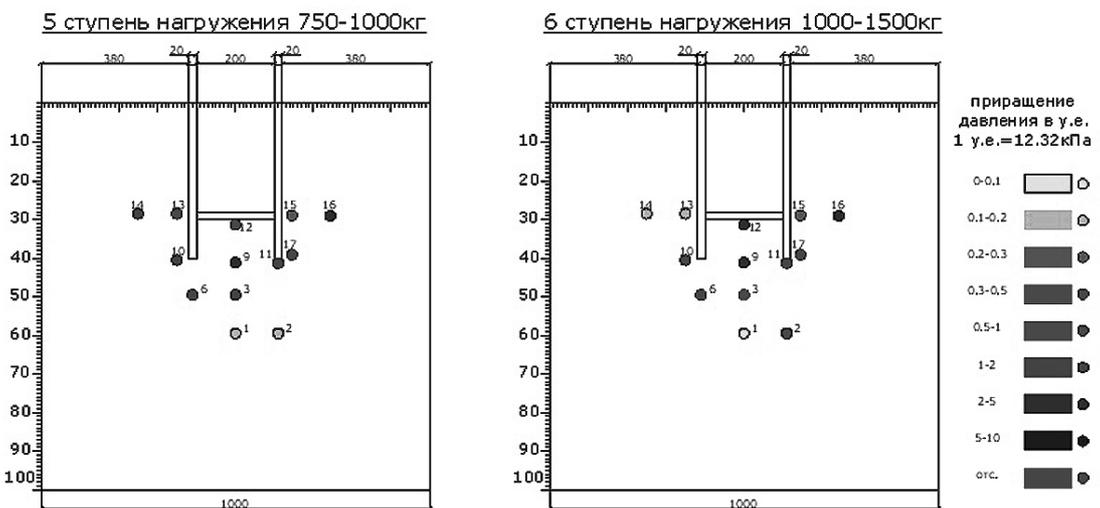


Рис. 4. Приращения давления в различных точках грунтового массива на 5 и 6 ступени приложения нагрузки

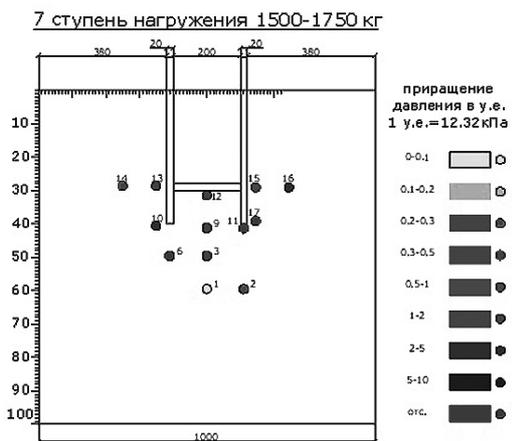


Рис. 5. Приращения давления в различных точках грунтового массива на 7 ступени приложения нагрузки

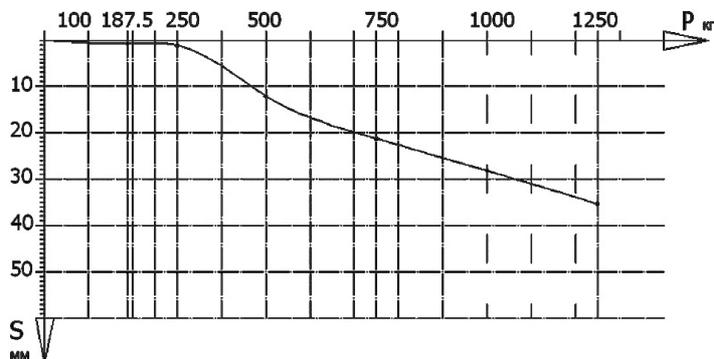


Рис. 6. График зависимости “нагрузка-осадка”

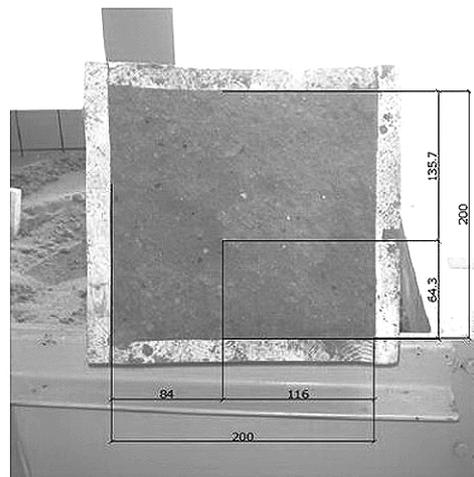
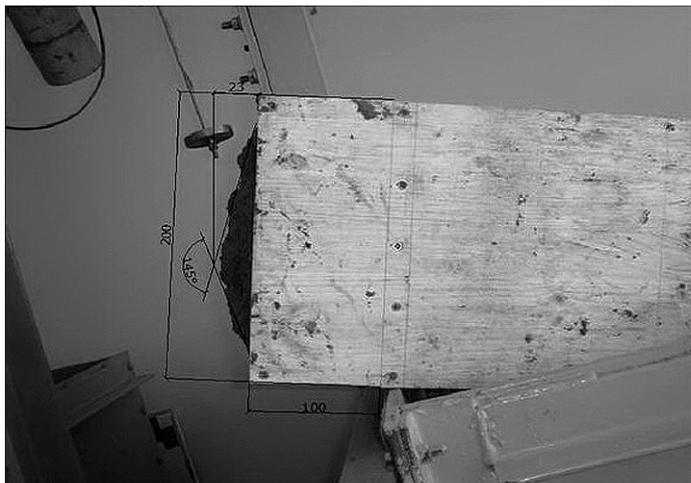


Рис. 7. Фотографии образовавшегося уплотненного ядра после проведения эксперимента

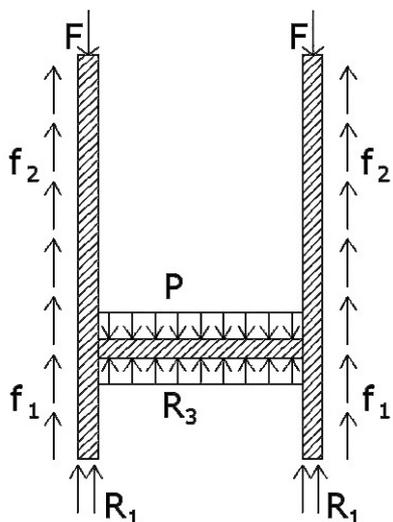


Рис. 8. Расчетная схема ФГЗ при давлении до 50 кПа:
 P – распределенная нагрузка на фундамент;
 F – сосредоточенная нагрузка на фундамент;
 R_1 – сопротивление грунта под пятой фундамента;
 R_3 – сопротивление грунта под плитой фундамента;
 f_1 – сопротивление трению грунта ненарушенной структуры;
 f_2 – сопротивление трению грунта нарушенной структуры

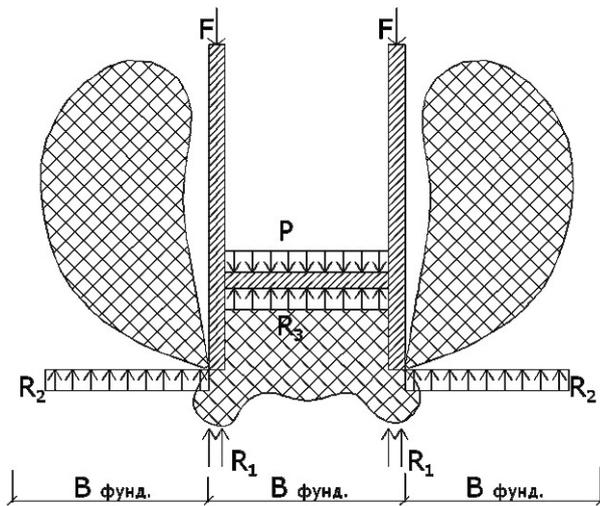


Рис. 9. Расчетная схема ФГЗ при давлении свыше 50 кПа:
 R_2 – сопротивление грунта под условным фундаментом

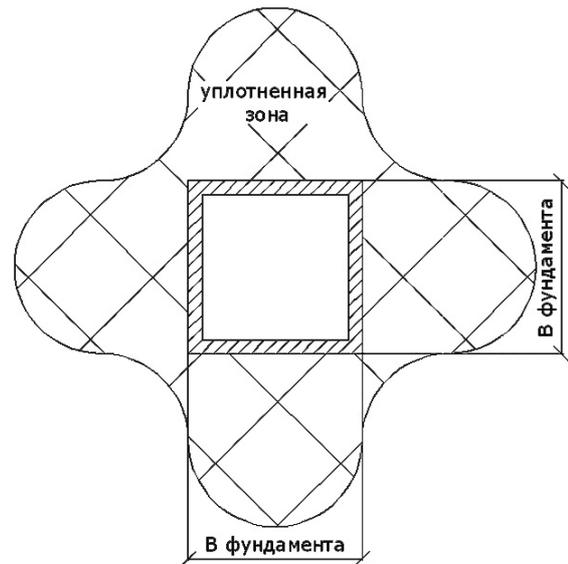


Рис. 10. Условная схема образования уплотненных зон в массиве грунта, окружающем глубокий фундамент

Таблица

Сопоставление расчетной и экспериментальной несущей способности моделей ФГЗ

№ модели	$F_{плиты}$	$F_{лоб.}$	$F_{пер.}$	$F_{общ.}$	$F_{экс.}$	Δ
ФГЗ-1	684	410	273	1367	1500	9.73
ФГЗ-2	608	365	243	1216	1250	2.79

Выражение для расчета несущей способности ФГЗ можно записать в виде:

$$F_{общ} = F_{пл} + F_{лоб} + F_{пер}$$

$F_{общ}$ – общая несущая способность ФГЗ;

$F_{пл}$ – несущая способность плиты;

$F_{лоб}$ – лобовое сопротивление стены в грунте;

$F_{пер}$ – периферийная несущая способность уплотненной зоны;

$$F_{пл} = R_3 \cdot \text{Ч}A_{пл}$$

R_3 – сопротивление грунта под плитной частью фундамента, при объемном сжатии грунта;

$A_{пл}$ – площадь плитной части фундамента;

$$F_{лоб} = R_1 \cdot \text{Ч}A$$

R_1 – определяется по табл. 6.2 [6]

$$F_{пер} = R_2 \cdot \text{Ч}4A_{пл} \cdot H^k \cdot k_{экс} (R_1 + R_3) \cdot \text{Ч}4A_{пл};$$

$k_{экс}$ – экспериментальный коэффициент, примерно равный 0.25.

После проведения расчетов по предложенным формулам для двух моделей глубокого фундамента, данные были занесены в таблицу.

Результаты сопоставления и расчетных данных по предложенной методике, приведенные в таблице, показывают хорошую сходимость.

Литература

1. Тер-Мартirosян З.Г. Основы расчета осадок высотных зданий, возводимых в глубоких котлованах // «ОФМГ», 2003, № 5. – С. 27-30.
2. Тер-Мартirosян З.Г. Геомеханические проблемы высотного строительства // «ОФМГ», 2006, № 2. – С. 15-19.
3. Цытович Н.А. Доклады к V Международному конгрессу по механике грунтов и фундаментостроению. – М.: Госстройиздат, 1961.
4. ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация.
5. СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений / Госстрой. – М.: Стройиздат, 1985. – 40 с.
6. СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты. Нормы проектирования. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 42 с.
7. СП 50-102-2003 Проектирование и устройство свайных фундаментов. – М.: Госстрой России, 2004. – 82 с.