



УДК 624.153.6

Сиразиев Л.Ф. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: siraziev100@mail.ru

Богданов Р.Р. – магистр

E-mail: ruslanbogdan@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

**Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния
двухслойного грунтового основания плитного фундамента
при жестком подстилающем слое**

Аннотация

Проведены экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния двухслойного грунтового основания плитного фундамента при жестком подстилающем слое. В экспериментах варьировалась слоистость основания, мощности слоев. В результате были получены относительные деформации в массиве грунта и величины осадок каждого слоя.

Ключевые слова: плитный фундамент, слоистое грунтовое основание, жесткий подстилающий слой.

В связи с увеличением применения плитных фундаментов в современных крупных городах возникает необходимость в развитии методики их расчета, определении запасов прочности и деформативности с учетом совместного деформирования со слоистым основанием.

Ввиду развития нелинейных методов расчета оснований, экспериментальные данные становятся основой для создания реальных моделей грунтового основания. Для получения данных по напряженно-деформированному состоянию требуется провести экспериментальные исследования моделей плитных фундаментов на слоистых основаниях.

Испытания проводились в лабораторных лотках объемом 1 м³ кафедры ОФДСиИГ КГАСУ, общий вид которых представлен на рис. 1, 2.

Измерения вертикальных перемещений основания осуществляются относительно реперной системы индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм и прогибомерами.

При проведении экспериментов напряжения основания определяются с помощью грунтовых датчиков. Показания с грунтовых датчиков снимались с помощью тензометрической станции АИД-4.

Нагрузка на плиту подавалась с помощью гидравлического домкрата при определенных ступенях нагружения 187,5, 250, 500, 750, 1000, 1500 кг.

Модель двухслойного основания образована 2-мя слоями грунтов с различными физико-механическими характеристиками. Высота двухслойного основания – 40 см, а нижнего подстилающего слоя – 50 см.

Двухслойное основание в экспериментах состояло из следующих грунтов:

– глина тугопластичная, непросадочная, со следующими характеристиками, определенными по [1, 2]: $c=1,95 \text{ г/см}^3$, $W=25,14 \%$, $E=12650 \text{ кПа}$, $\varphi=11,3^\circ$, $c=12,38 \text{ кПа}$;

– песок мелкий, средней плотности, малой степени водонасыщения со следующими характеристиками: $c=1,57 \text{ г/см}^3$, $W=6,3 \%$, $E=3060 \text{ кПа}$, $\varphi=24,2^\circ$, $c=3,75 \text{ кПа}$.

Во всех 4-х экспериментах в качестве нижнего подстилающего слоя была использована глина твердая, непросадочная со следующими характеристиками: $c=2,01 \text{ г/см}^3$, $W=21,69 \%$, $E=32910 \text{ кПа}$, $\varphi=11,3^\circ$, $c=48,42 \text{ кПа}$.

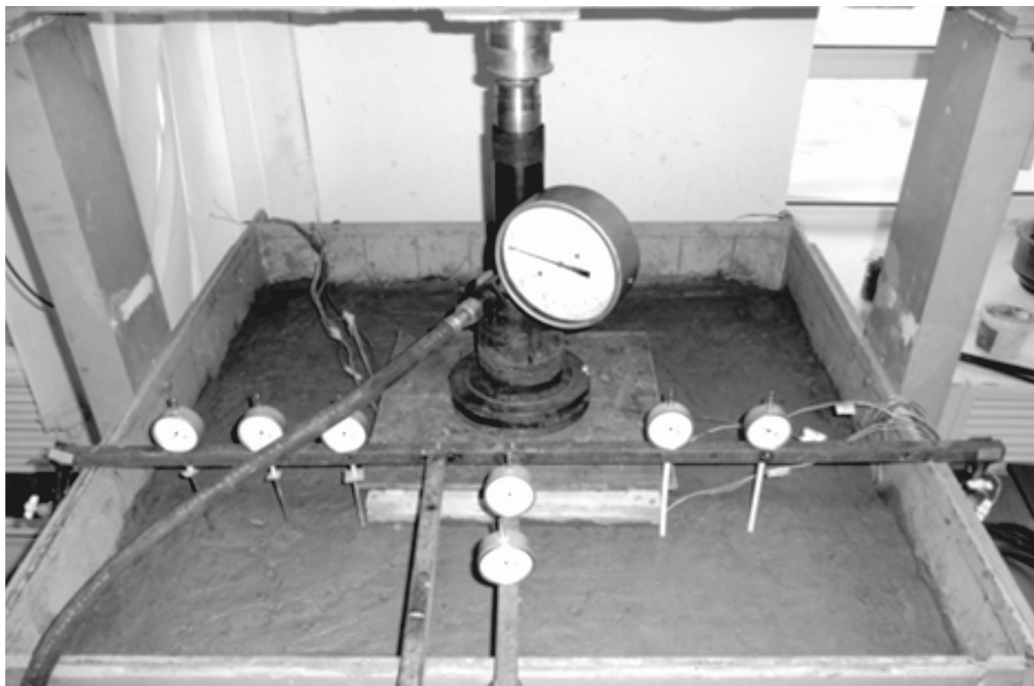


Рис. 1. Общий вид лабораторного лотка при испытании

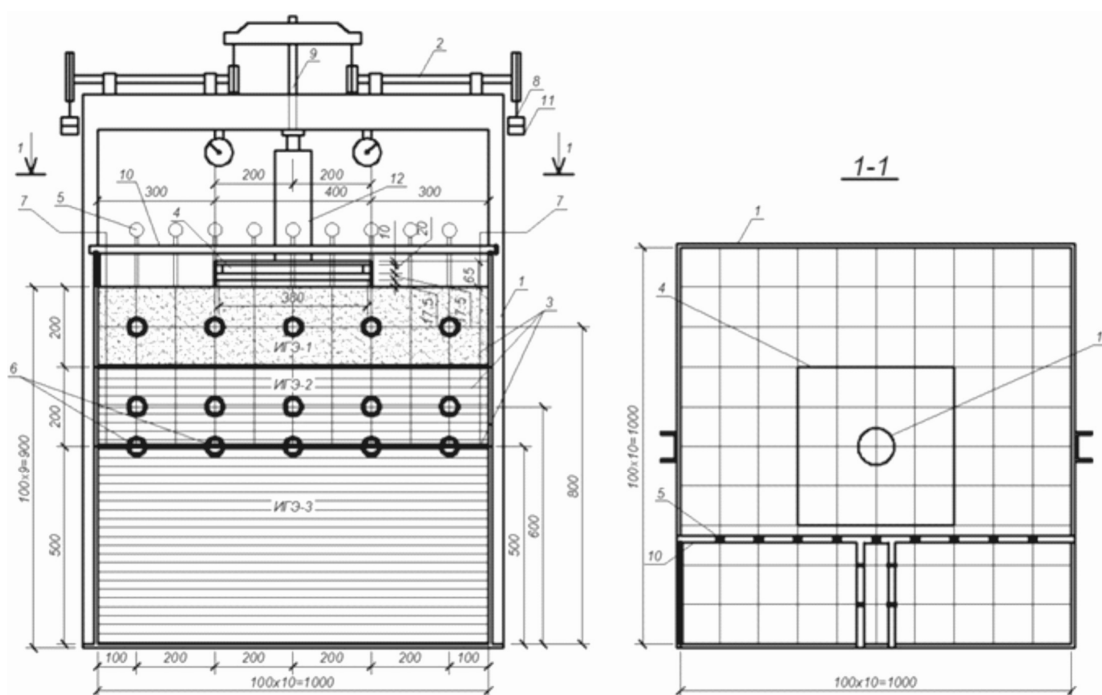


Рис. 2. Схема испытания:

- 1 – объемный лоток; 2 – загрузочное устройство; 3 – исследуемый грунт основания;
 4 – плитный фундамент; 5 – индикаторы часового типа; 6 – грунтовые датчики;
 7 – проводка датчиков давления в грунте; 8 – подвес нагружающего устройства;
 9 – упорная конструкция нагружающего устройства; 10 – траверса индикаторов часового типа;
 11 – грузы; 12 – домкрат

Различие экспериментов между собой состоит в том, что в первых двух экспериментах в модели двухслойного основания, образованной слоем мелкого песка и тугопластичной глины, менялось расположение слоев грунта относительно друг друга. В первом эксперименте ИГЭ-1 – мелкий песок, ИГЭ-2 – тугопластичная глина, мощность каждого слоя 20 см. Во втором эксперименте ИГЭ-1 – тугопластичная глина, ИГЭ-2 –

мелкий песок, мощность слоев аналогична первому эксперименту. В третьем и четвертом экспериментах расположение слоев грунта принято аналогично второму эксперименту, варьировалась лишь их мощность. В третьем эксперименте мощность слоя ИГЭ-1 составляла 13,5 см, ИГЭ-2 – 26,5 см. В четвертом эксперименте мощность слоев ИГЭ-1 и ИГЭ-2 составила 26,5 см и 13,5 см, соответственно.

В объемный лоток засыпался грунт слоями по 10 см, который затем разравнивался и уплотнялся трамбовкой прямоугольного сечения до заданного значения плотности. После уплотнения процедура повторялась. В каждом слое после уплотнения отбирается проба грунта для определения его физико-механических характеристик.

На подготовленную поверхность устанавливается модель плитного фундамента, представляющая собой деревянную плиту размерами 400х400х35 мм.

Были проведены 4 эксперимента, моделирующие плитный фундамент на двухслойном грунтовом основании при жестком подстилающем слое. В результате были получены относительные деформации в массиве грунта и величины осадок каждого слоя.

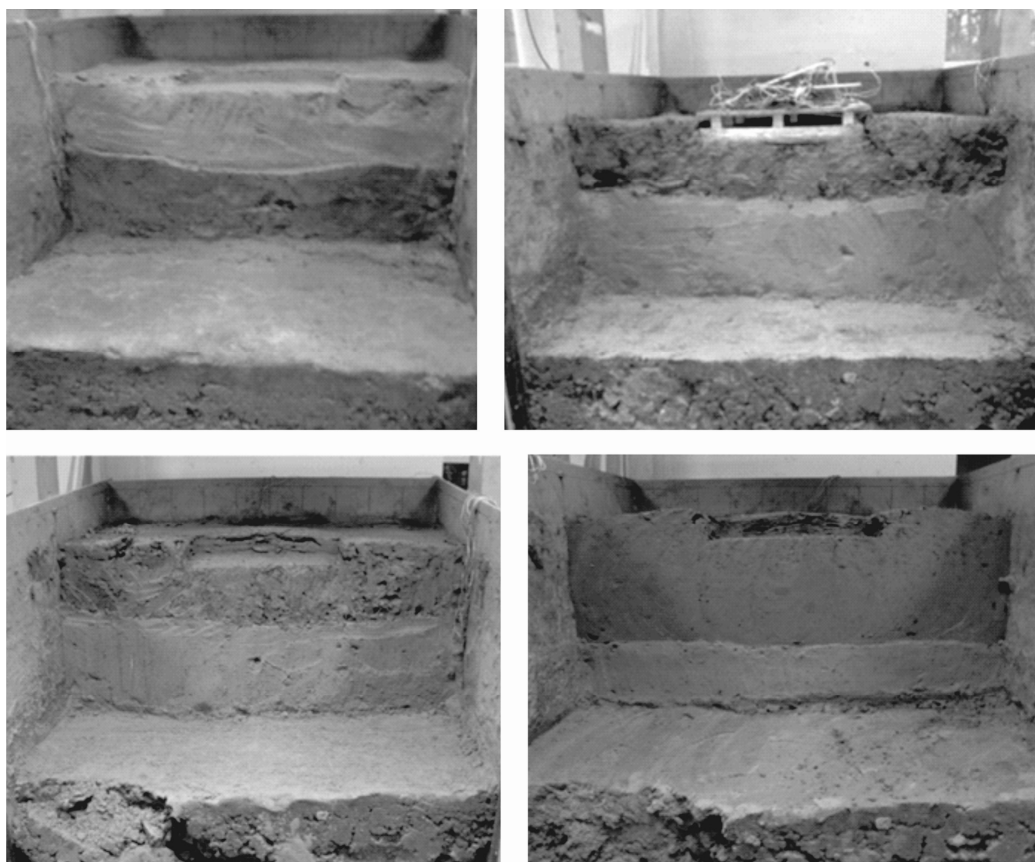


Рис. 3. Разрез двухслойного основания посередине модели плиты в 4-х экспериментах

Во втором и третьем экспериментах на начальных этапах нагружения эпюра напряжений в грунтах под подошвой модели фундаментной плиты имеет классический вид распределения, а именно, седлообразную форму, на последующих этапах эпюра напряжений из седлообразной формы переходит в параболическую и по глубине этот переход более заметен.

В третьем и четвертом эксперименте на всех этапах нагружения эпюра напряжений в грунтах под подошвой модели фундаментной плиты имеет параболический вид распределения, а с увеличением глубины происходит постепенное сглаживание эпюры напряжения под моделью плиты.

Анализируя эпюры напряжений 4-х экспериментов, пришли к следующим выводам: наибольшие напряжения возникают в верхнем слое глины и составляют от 25 кПа до 54 кПа на границе плиты и ее под центром соответственно, что на 20-40 % больше, чем в слое песка.

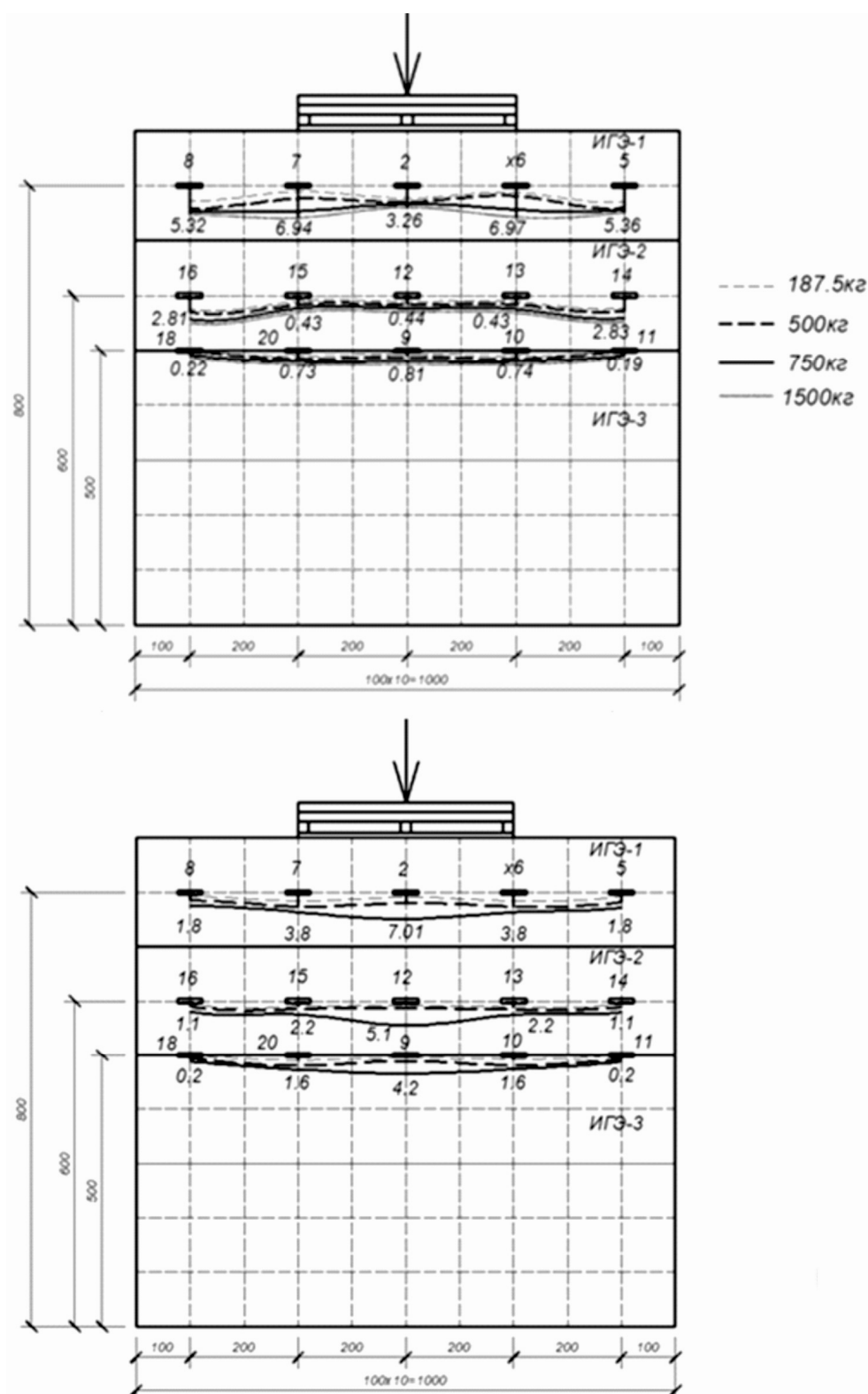


Рис. 4. Эпюры напряжений в грунтах под моделью фундаментной плиты в 1 и 2 экспериментах

На кровле малосжимаемой толщи наблюдается следующая закономерность. В случае, если верхним слоем является глина мощностью более $S h$ (h – мощность двухслойного основания, состоящего из слоя глины и слоя песка), то на кровле малосжимаемой толщи возникают минимальные напряжения порядка 10-19 кПа, а если верхним слоем является песок мощностью не менее $S h$ или слой глины мощностью менее $S h$, то напряжения выше 2-2,5 раза и составляют 44-52 кПа.

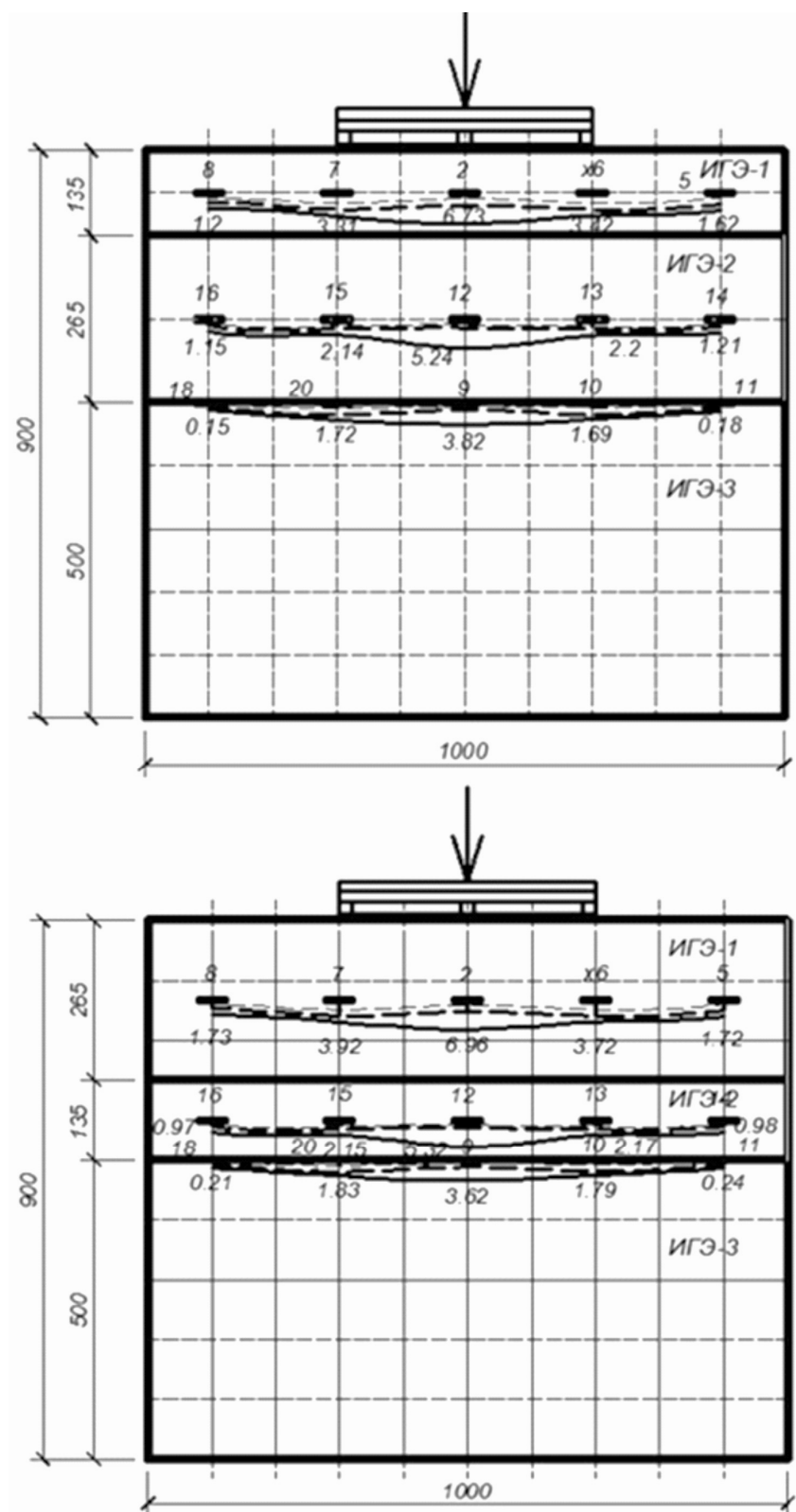


Рис. 5. Эпюры напряжений в грунтах под моделью фундаментной плиты в 3 и 4 экспериментах

При сравнении осадки плиты, полученной по 4-м экспериментам, из графика (рис. 6) видно, что минимальная осадка получена в 1 эксперименте и составляет 7 мм, максимальная во 2 эксперименте – 52 мм, в 3 и 4 экспериментах значения осадок различаются на 30 % и равны 30 и 44 мм, соответственно.

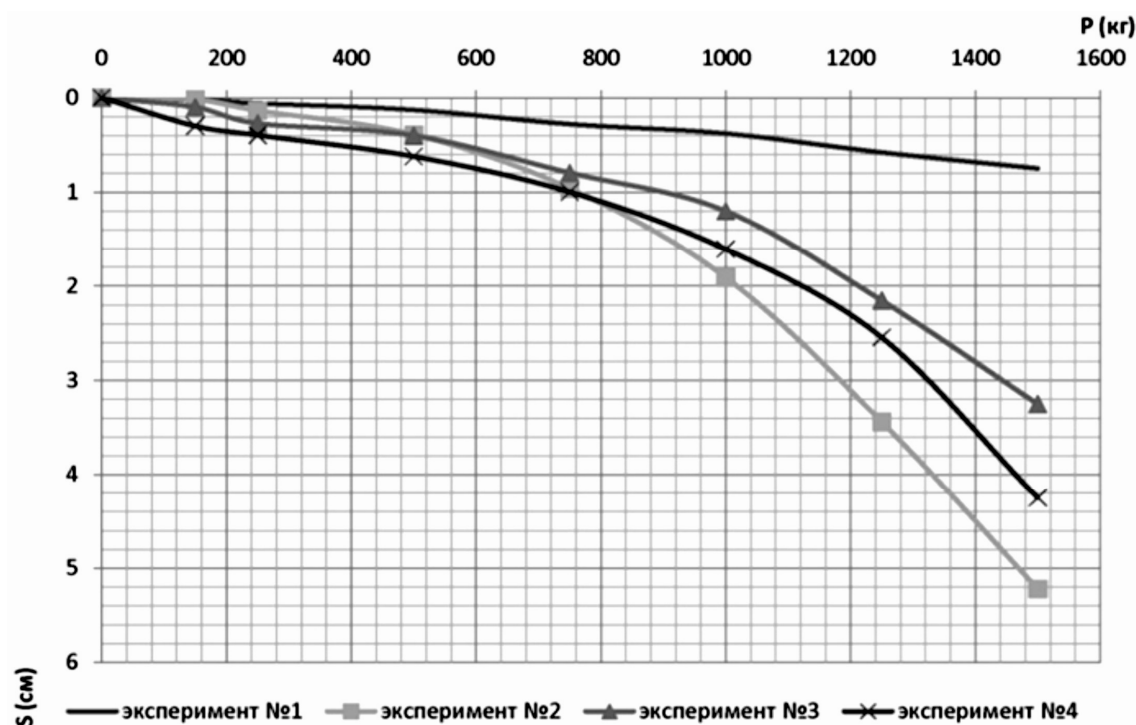


Рис. 6. График зависимости осадки плиты от нагрузки

Выводы:

1. Анализируя характер изменения давлений в отдельных слоях грунта, можно предположить, что величина приращения деформации и приращение давлений находятся в пропорциональной зависимости. При увеличении деформации грунта в несколько раз приращение давления увеличивается во столько же раз.
2. При загрузении слоистого основания со слабым слоем основная доля осадки происходит за счет деформации грунтов в области контакта плотного слоя со слабым. Это обуславливает необходимость учета неоднородности сжимаемости грунта в пределах каждого слоя деформируемой зоны.
3. Наличие плотного верхнего слоя в слоистом основании значительно увеличивает распределительную способность последнего и приближает его к расчетной модели линейно-деформируемого полупространства.

Список литературы

1. ГОСТ 30416-96. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. – М., 2005. – 11 с.
2. ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформативности. – М., 2005. – 56 с.

Siraziev L.F. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: siraziev100@mail.ru

Bogdanov R.R. – magister

E-mail: ruslanbogdan@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Experimental researches of deflected mode of double layered soil basis of slab foundation with rigid underlay

Resume

Popular use of slab foundations in big cities has led to the need of developing foundation slabs' design procedures, defining safety margins and foundations' joint deformability with layered ground bases. Experimental studies of slab foundations on layered ground bases were needed to acquire necessary data.

Experimental studies of slab foundations layered ground basis' deflected mode on rigid underlay were conducted. Studies took place in laboratory tray of 1 м³ volume. Double layered ground basis was modeled using clayey soil and sand, slab foundation model's dimensions are 0.4x0.4m. Layers' orders and thicknesses varied in studies conducted, while rigid underlay (bass) remained. Foundation model was loaded using hydraulic jack. As a result of experiment, relative deformations of ground massif and settlements of each layer were acquired. Graphs of ground stresses in each layer and on the border of rigid underlay are presented in the article. As a result of experiments conducted, some conclusions, relating necessity of taking in account nonuniformity of ground, compressed in the range of each layer, were made.

Keywords: slab foundation, layered ground basis, rigid underlay.

References

1. GOST 30416-96. Soils. Laboratory testing. General requirements. – М., 2005. – 11 p.
2. GOST 12248-96. Soils. Laboratory methods for determining the strength and strain characteristics. – М., 2005. – 56 p.