

ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ФУНДАМЕНТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА СЛОЕ КОНЕЧНОЙ ТОЛЩИНЫ, НА ОСАДКИ ДРУГ ДРУГА

*Е.В. Нестерова, Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры
В.Г. Шаповал, д.т.н., Национальный горный университет*

Исследованы экспериментальные закономерности проявления осадок расположенных вблизи друг от друга фундаментов. Установлено, что взаимное влияние друг на друга фундаментов обусловлено большим числом факторов, основными из которых являются расстояние между фундаментами и толщина грунтового слоя.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими задачами. Действующие в настоящее время нормативные документы (ДБН В.2.1-10-2009) четко регламентируют порядок учета взаимного влияния фундаментов на осадки друг друга [1]. В них рассмотрена только лишь расчетная схема линейного упругого полупространства.

При этом известно, что осадки фундаментов в рамках расчетных схем слоя конечной толщины и полупространства могут существенно отличаться [2,...,4].

В этой связи представляет интерес ответ на вопрос, насколько сильно будет сказываться толщина грунтового слоя на осадки расположенных вблизи друг от друга фундаментов.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых положено начало решению данной проблемы. Экспериментальные исследования взаимного влияния фундаментов друг на друга были выполнены автором работ [5, 6]. При этом, однако, исследования были выполнены в недостаточном объеме (малый диапазон изменения толщин грунтового слоя и расстояний между фундаментами).

Кроме того, автором работ [5, 6] практически не рассматривались временные аспекты процесса взаимного влияния фундаментов друг на друга.

На решение данной проблемы и направлены изложенные в настоящей работе материалы исследований.

Цель работы – количественный анализ закономерностей проявления взаимного влияния расположенных на слое конечной толщины фундаментов друг на друга при варьировании таких факторов:

- относительной толщины грунтового слоя;
- относительного расстояния между фундаментами;
- величины действующей на фундамент нагрузки;
- продолжительности взаимного влияния фундаментов.

Изложение основного материала исследования. Для обеспечения воспроизводимости экспериментов опыты проводились на модельном материале (полиуретане). Его механические и реологические свойства представлены в таблице 1.

Испытания проводились в грунтовом лотке с размерами в плане 600х1300 мм и высотой 200 мм.

Основание из модельного материала (полиуретана марки EL 2540 изготовленного по ТУ У 24593200.003 - 2000) устраивалось так. Из цельного листа размером 2×1×0,04 м вырезались пластины размером (600±1)х1600 мм и толщиной 40 мм. Эти пластины укладывались послойно в лоток прямоугольной формы

Во всех опытах размеры моделей фундаментов в плане равнялись 100х100 мм. Их площади во всех случаях равнялись 100 см². При этом все модели фундаментов были выполнены из пластины из оргстекла толщиной 10 мм.

Нагрузка к моделям фундаментов прикладывалась с использованием специальных загрузочных устройств с низко расположенным центром тяжести (рис. 1).

Вертикальные перемещения моделей фундаментов регистрировались с использованием индикаторов перемещений часового типа (рис. 1).

Свойства модельного материала (полиуретана)

Наименование материала основания	Удельный вес γ , г/см ³	Коэфф. Пуассона ν	Модуль упругости E^y , кПа	Модуль общей деформ. E , кПа	Параметры ядра ползучести $K(t - \tau) = \delta \cdot \exp[-\delta_1(t - \tau)]$	
					δ , 1/мин	δ_1 , 1/мин
Полиуретан	0,23	0,3	120	55	0,02	0,017

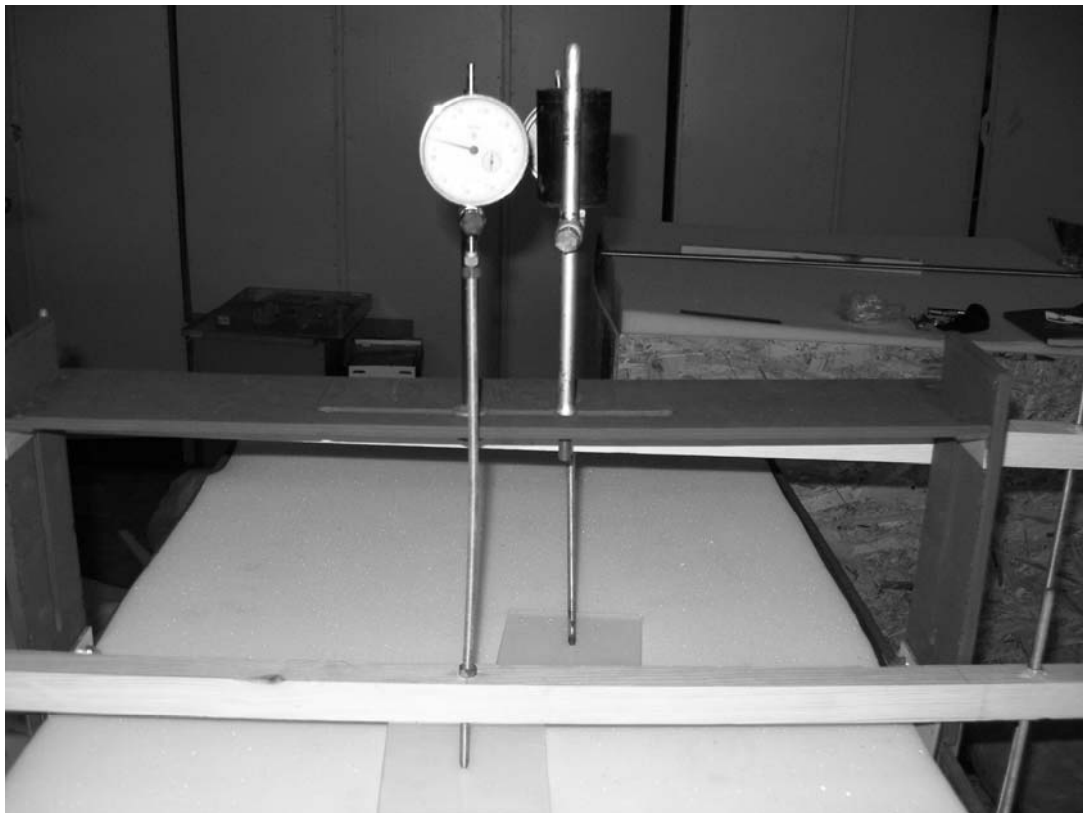


Рис. 1. Экспериментальный лоток. Загрузочная система.

В ходе проведения лотковых экспериментов во всех случаях была использована такая методика.

1. Вначале из листов поролона набиралось основание. Его толщина составляла $1,6 \cdot b$, $3,2 \cdot b$ и $6,4 \cdot b$ где b - ширина подошвы фундамента.

2. После этого фундаменты выставлялись на заданном расстоянии друг от друга, которое колебалось в пределах $0,1 \dots 0,5 \cdot b$.

3. Далее к фундаментам прикладывалась первая ступень нагрузки (т.е. вес загрузочного устройства).

4. Каждая ступень нагрузки выдерживалась до условной стабилизации. При этом отсчеты снимались через 1 минуту, 15 минут, 30 минут, 45 минут, 60 минут, 90 минут и 120 минут.

5. После этого к влияющему фундаменту прикладывалась новая ступень нагрузки, равная 4 кПа, при этом рассматривались осадки, как влияющего фундамента, так и фундамента,

подвергнутого влиянию. Время испытаний составляло 120 минут (2 часа), а отсчеты снимались так, как это указано в пункте 6 настоящей методики.

6. Этот процесс повторялся до тех пор, пока среднее давление под подошвой фундамента не достигал 16 кПа.

После проведения испытаний для восстановления деформаций полиуретановое основание выдерживалось без нагрузки в течение семи суток (т.е. одну неделю).

Относительная толщина грунтового слоя ξ определялась по формуле

$$\xi = \frac{2 \cdot h}{b}, \quad (1)$$

где h - толщина грунтового слоя, а b - ширина подошвы фундамента.

Относительное расстояние между фундаментами δ определялась по формуле

$$\delta = \frac{\Delta}{b}, \quad (2)$$

где Δ - расстояние между фундаментами в свету, а b - ширина подошвы фундамента.

В каждом из экспериментов были получены зависимости вида "осадки фундаментов - время", одна из которых представлена на рис.2.

Анализ представленных на нем кривых позволил нам сделать такие выводы:

1. Осадки влияющего и находящегося под влиянием фундаментов изменяются во времени - чем больше время, тем больше осадки.

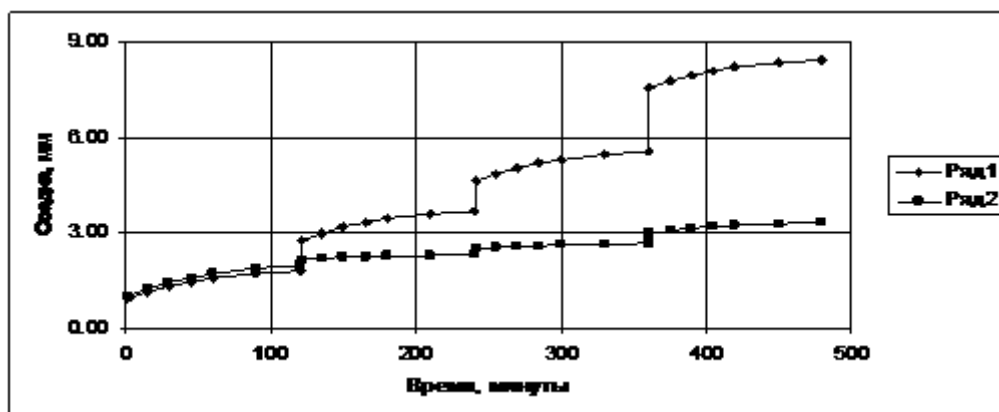


Рис. 2. Экспериментальные зависимости "осадка - время". Относительная толщина слоя $2 \cdot h/b = 1,6$; относительное расстояние между фундаментами $\delta = \Delta/b = 0,1$

Ряд 1 - влияющий фундамент; ряд 2 - то же, подверженный влиянию

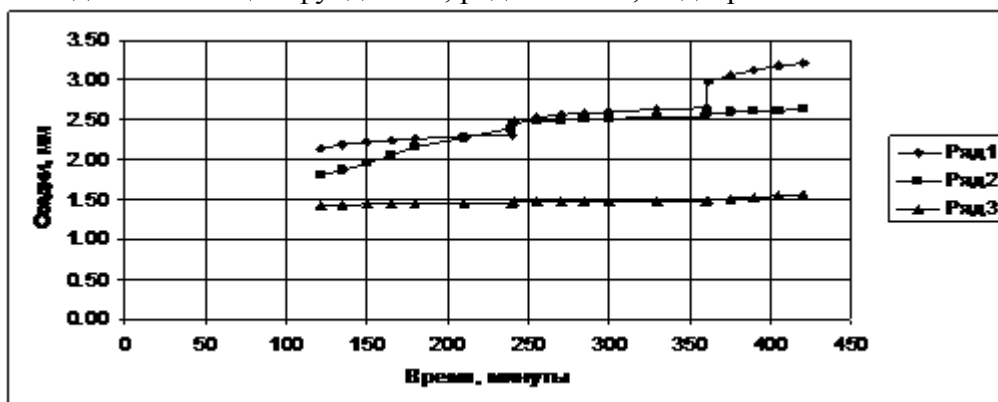


Рис. 3. Экспериментальные зависимости "осадка - время" фундамента, на который оказывается влияние. Относительная толщина слоя $2 \cdot h/b = 1,6$; Ряд 1 - относительное расстояние между фундаментами $\delta = \Delta/b = 0,5$; ряд 2 - то же, $\delta = \Delta/b = 0,2$; ряд 3 - то же, $\delta = \Delta/b = 0,1$

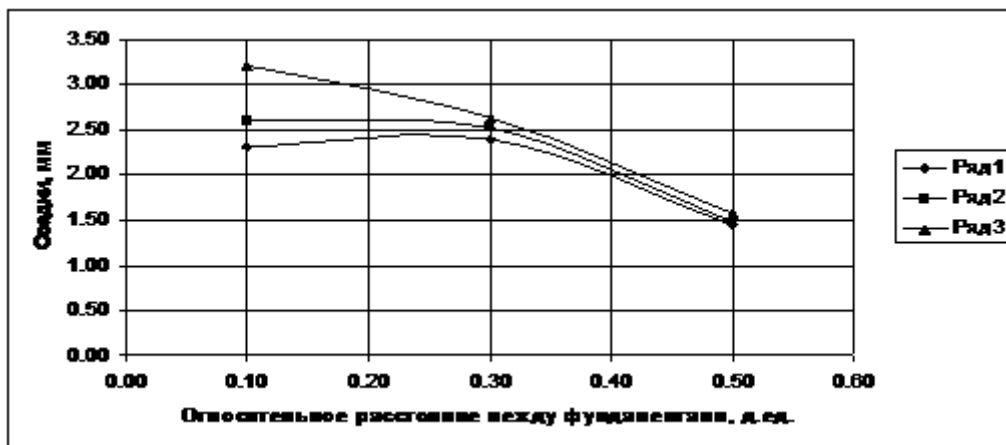


Рис. 4. Экспериментальные зависимости "осадка - относительное расстояние между фундаментами" при давлении под подошвой влияющего фундамента, равном: 8 кПа (ряд 1); 12 кПа (ряд 2); 16 кПа (ряд 3). Относительная толщина слоя $2 \cdot h/b = 1,6$;

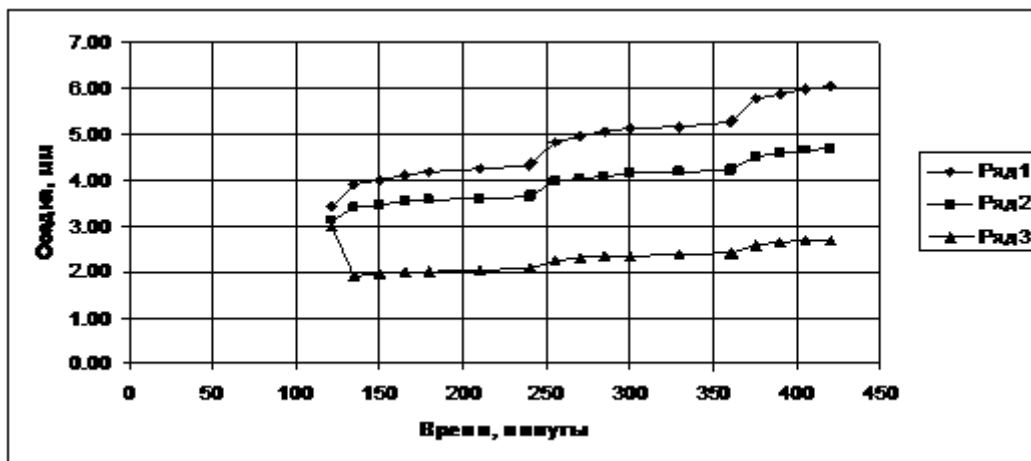


Рис. 5. Экспериментальные зависимости "осадка - время" фундамента, на который оказывается влияние. Относительная толщина слоя $2 \cdot h/b = 3,2$;
Ряд 1 - относительное расстояние между фундаментами $\delta = \Delta/b = 0,5$; ряд 2 - то же, $\delta = \Delta/b = 0,2$; ряд 3 - то же, $\delta = \Delta/b = 0,1$

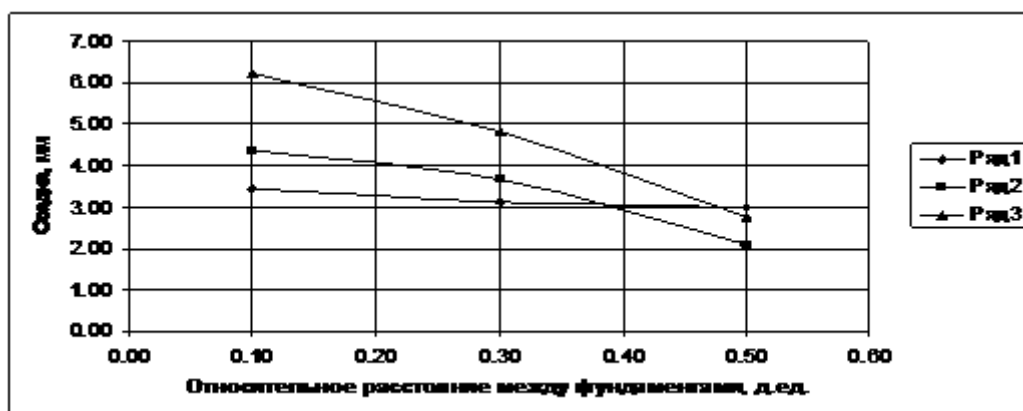


Рис. 6. Экспериментальные зависимости "осадка - относительное расстояние между фундаментами" при давлении под подошвой влияющего фундамента, равном: 8 кПа (ряд 1); 12 кПа (ряд 2); 16 кПа (ряд 3). Относительная толщина слоя $2 \cdot h/b = 3,2$.

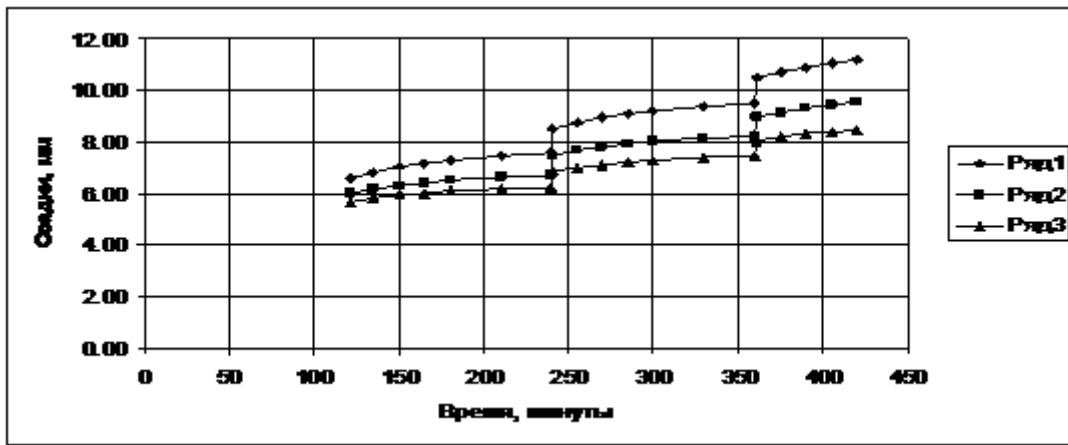


Рис. 7. Экспериментальные зависимости "осадка - время" фундамента, на который оказывает влияние. Относительная толщина слоя $2 \cdot h/b = 6,4$;
 Ряд 1 - относительное расстояние между фундаментами $\delta = \Delta/b = 0,5$; ряд 2 - то же, $\delta = \Delta/b = 0,2$; ряд 3 - то же, $\delta = \Delta/b = 0,1$

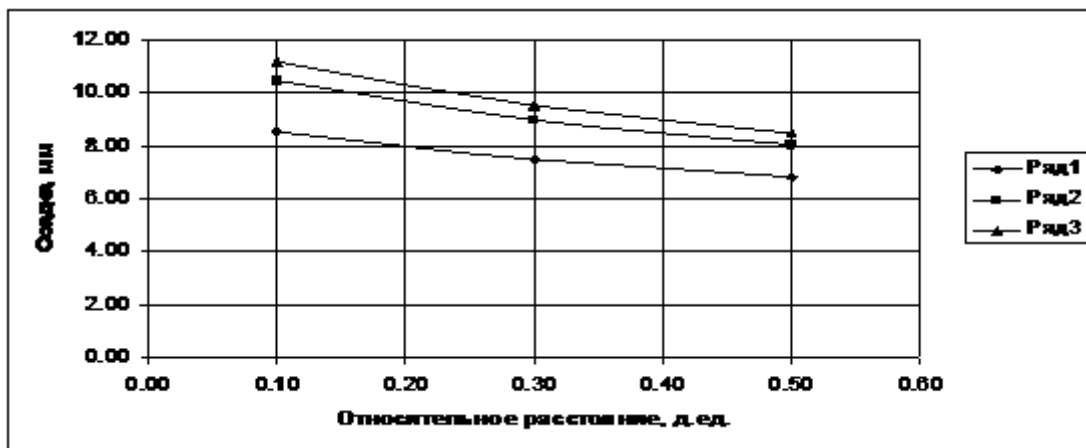


Рис. 8. Экспериментальные зависимости "осадка - относительное расстояние между фундаментами" при давлении под подошвой влияющего фундамента, равном: 8 кПа (ряд 1); 12 кПа (ряд 2); 16 кПа (ряд 3). Относительная толщина слоя $2 \cdot h/b = 3,2$.

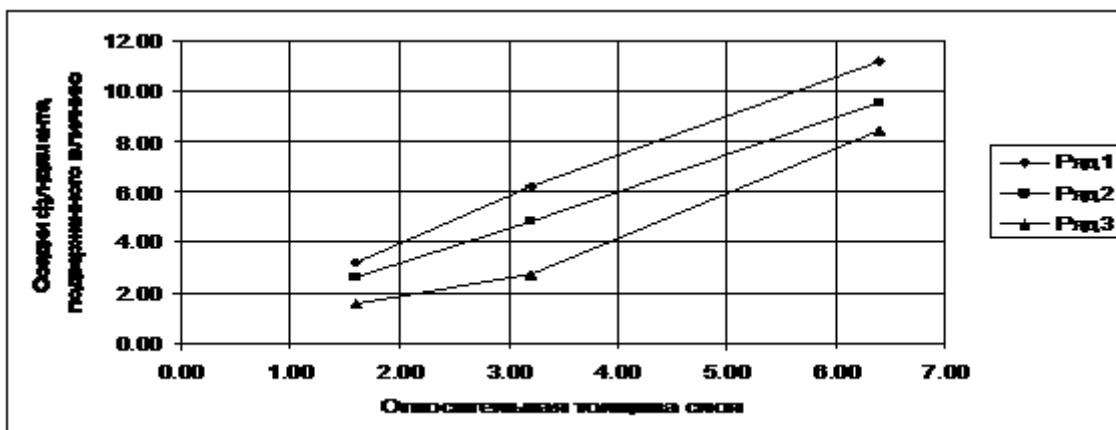


Рис. 9. Экспериментальные зависимости "осадка - относительная толщина слоя" при относительном расстоянии между фундаментами, равном: $0,1 \cdot b$ (ряд 1); $0,3 \cdot b$ (ряд 2); $0,5 \cdot b$ (ряд 3). Давление под подошвой фундамента $P = 16$ кПа.
 Ряд 1 - относительное расстояние между фундаментами $\delta = \Delta/b = 0,5$; ряд 2 - то же, $\delta = \Delta/b = 0,2$; ряд 3 - то же, $\delta = \Delta/b = 0,1$

2. Осадки влияющего фундамента в одинаковые моменты времени всегда больше осадок находящегося под влиянием фундамента.

На рисунках 3, 5 и 7 представлены зависимости осадок фундаментов, на которые оказывается влияние, от времени при различных значениях относительной толщины основания $2 \cdot h/b$.

Анализ представленных на них кривых позволил нам сделать такие выводы:

1. Осадки находящихся под влиянием фундаментов изменяются во времени - чем больше время, тем больше осадки.

2. Чем меньше относительное расстояние между фундаментами $\delta = \Delta/b$, тем при прочих равных условиях больше осадки находящихся под влиянием фундаментов.

3. Чем больше относительная толщина основания $\xi = 2 \cdot h/b$, тем при прочих равных условиях больше осадки находящихся под влиянием фундаментов.

На рисунках 4, 6 и 8 представлены зависимости осадок фундаментов, на которые оказывается влияние, от относительного расстояния между фундаментами при различных значениях давлений под подошвой влияющего фундамента.

Анализ представленных на них кривых позволил нам сделать вывод о том, что чем меньше относительное расстояние между фундаментами $\delta = \Delta/b$ и среднее давление под подошвой влияющего фундамента, тем при прочих равных условиях больше осадки находящихся под влиянием фундаментов.

На рисунке 9 представлены зависимости осадок фундаментов, на которые оказывается влияние, от относительной толщины грунтового слоя и относительного расстояния между фундаментами.

Анализ представленных на них кривых позволил нам сделать вывод о том, что чем больше относительная толщина основания $\xi = 2 \cdot h/b$ и меньше относительное расстояние между фундаментами $\delta = \Delta/b$, тем при прочих равных условиях больше осадки находящихся под влиянием фундаментов.

Были сделаны такие общие выводы:

1. Осадки находящихся под влиянием фундаментов зависят от относительной толщины грунтового основания.

2. Осадки находящихся под влиянием фундаментов зависят от относительного расстояния между ними.

3. Осадки находящихся под влиянием фундаментов зависят от времени действия на влияющий фундамент нагрузки.

4. Осадки находящихся под влиянием фундаментов зависят от величины действующей на влияющий фундамент нагрузки.

В целом, был сделан вывод о том, что проблема учета взаимного влияния фундаментов на слое конечной толщины имеет место и нуждается в своем решении.

Список литературы

1. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Київ. Мінрегіонбуд України, 2009-104 с.
2. Горбунов-Посадов М.И. Осадки фундаментов на слое грунта, подстилаемом скальным основанием. - М.: Госстройиздат, 1946. - 60 с.
3. Титякова К. С. Напружено-деформований стан системи «грунтовий шар кінцевої товщини – фундамент – надфундаментна будівля». Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Дніпропетровськ 2010 – 24 с.
4. Кушнер С.Г. Расчет деформаций оснований зданий и сооружений. – Запорожье, 2008 – 496 с.
5. Зияд М.М. Сальха. Методика расчета воронки оседания в основании вокруг фундаментов различной формы подошвы // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБтаА, 2003, №12. - С. 37-43.
6. Зияд М.М. Сальха. О взаимном влиянии фундаментов на деформации их оснований для слоя конечной толщины // Новини науки Придніпров'я - Дніпропетровськ: Інженерні дисципліни, 2004. - С. 69-72.