



ШОКАРЕВ ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

Аспирант кафедры гидравлики Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры

Основные направления научной деятельности: искусственное улучшение характеристик грунтов оснований зданий и сооружений, возводимых на лессовых просадочных грунтах.

Автор более 10 научных работ.

E-mail: eshokarev@mail.ru

УДК 624.15.001

К ВОПРОСУ СООТВЕТСТВИЯ ФАКТИЧЕСКИХ И РАСЧЕТНЫХ ОСАДОК АРМИРОВАННЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ЖЕСТКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ОСНОВАНИЙ

Ключевые слова: расчетная и фактическая осадка, армированное основание, армированный вертикальный элемент, давление под подошвой фундамента.

Виконано співставлення фактичних і розрахункових осідань основ армованих жорсткими вертикальними елементами. Показано, що відмінність розрахункових і фактичних осідань тим більше, чим більше відносна довжина армуючих елементів.

Выполнено сопоставление фактических и расчетных осадок оснований, армированных жесткими вертикальными элементами. Показано, что различие расчетных и фактических осадок тем больше, чем больше относительная длина армирующих элементов.

Comparison of actual and settlement depths of immersion of the bases reinforced by rigid vertical elements is executed. It is shown that distinction of settlement and actual depths of immersion that more than more relative length of reinforcing elements.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими задачами. Метод усиления грунтовых оснований с использованием вертикальных армирующих элементов получил широкое распространение в практике строительства, как при статическом, так и при динамическом воздействии на грунтовый массив [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. При этом имеет место проблема расчета осадки, а следственно и проектирования армированного основания.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых положено начало решению данной проблемы. В настоящее время при расчете осадок армированных оснований используется подход, основанный на использовании осредненных характеристик армированного грунта [7]. При этом для того, чтобы была обеспечена работа армированного грунта в массиве, расстояние между армирующими элементами в свету не должна превышать $(3...5) \cdot d$, где d - диаметр армирующего элемента с круглой формой поперечного сечения.

Выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена данная статья. В литературе имеются противоречивые данные относительно соответствия расчетных и фактических осадок армированных жесткими вертикальными элементами оснований.

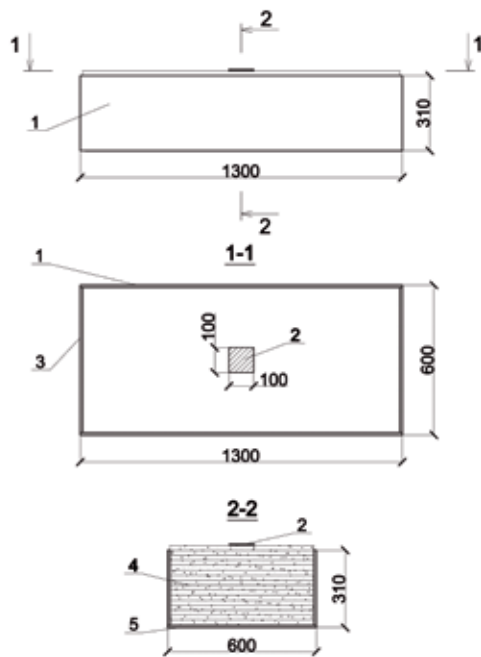


Рис.1. Схема лотка, в котором проводились испытания.

1 – боковая стенка лотка; 2 – модель фундамента; 3 – торцевая стенка лотка; 4 – поролон; 5 – днище.



Рис.2. Внешний вид установки для проведения лотковых испытаний

1 – реперная установка; 2 – лоток; 3 – загрузочное устройство; 4 – нагрузка.

Поэтому при написании настоящей статьи нами преследовалась цель экспериментальным путем выявить, насколько отличаются расчетные и фактические осадки неармированных и армированных вертикальными жесткими элементами оснований фундаментов.

Изложение основного материала исследования.

Испытания проводились в грунтовом лотке.

Лоток имеет наружные размеры 600x1300 мм и высоту 310 мм. В качестве модели основания был предложен материал пенистый полиуретан (поролон), марки ЕЕ 2540 изготовленного по ТУ У 24593200.003 - 2000.

Из цельных листов поролона размером 2000x1000x20мм, вырезались пластины размером (580±3)x(1280±3)мм, которые были уложены послойно в лоток на всю его высоту.

Схема лотка и сечения по нему представлены на рисунке 1. Внешний вид установки для проведения лотковых испытаний – на рисунке 2.

При проведении испытаний во всех случаях, в качестве модели фундамента была принята пластина из оргстекла размером 100x100 мм при ее толщине 5 мм. Площадь модели фундамента составляла 100 см².

Вертикальная нагрузка к моделям фундамента прикладывалась с использованием специально подготовленного загрузочного устройства. Собственный вес загрузочного устройства составил 15 Н.

В ходе проведения эксперимента измерялась осадка центра фундамента при различных условиях армирования основания, с учетом ступенчатого увеличения нагрузки действующего на фундамент. Для измерения осадки фундамента использовался индикатор часового типа, со шкалой деления 0,01мм.

Индикатор крепился к специальной реперной установке.

Испытания проводились по следующей методике:

1. Из листов полиуретана толщиной 20 мм вырезались пластины размером (580±3)x(1280±3) мм, которые были уложены в лоток послойно на всю его высоту. Всего

было уложено 16 слоев. Общая толщина основания во всех случаях составляла 16x20=320 мм.

2. После этого сверху по центру основания была выставлена модель фундамента, которая во всех случаях была одинакова – пластина из оргстекла размером 100x100 мм при толщине 5 мм. Площадь модели фундамента составляла 100 см².

3. Далее к центру фундамента с использованием загрузочного устройства, была приложена первая ступень нагрузки (вес загрузочного устройства 15 Н+25 Н нагрузки). Тем самым среднее давление под подошвой фундамента составило 4 кПа.

4. Во всех случаях 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 фундаменту прикладывалась следующая ступень нагрузки, равная 40 Н. Всего к каждому испытываемому образцу было приложено 4 ступени нагрузки по 40 Н каждая, пока среднее давление под подошвой фундамента не составило 16 кПа.

Всего было проведено четыре серии испытаний, в которых были испытаны: основание без армирования (серия 1); основание с армированием при относительной длине армирующих элементов $\eta = \frac{L}{b} = 0,5$ (серия 2); $\eta = \frac{L}{b} = 1,0$ (серия 3) и $\eta = \frac{L}{b} = 1,5$ (серия 4), где b - ширина фундамента, L - длина армирующего элемента.

Во всех сериях испытаний армирование выполнялось стальной вязальной оцинкованной проволокой Ø2 мм с шагом 5d в осях (рис. 3).

Результаты лабораторных экспериментов представлены в таблице 1.

Далее были выполнены аналитические расчеты осадок моделей фундаментов, которые проводились для максимального среднего давления под подошвой фундаментов, равное 16 кПа.

Таблиця 1. Фактичні осадки неармированного і армированного оснований

| № п.п. | Давлення Р, кПа | Осадки основания S (мм) при $\eta = L/b$, равном | | | |
|--------|-----------------|---|-------|-------|-------|
| | | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 |
| 1 | 4 | 4,65 | 3,82 | 0,02 | 0,02 |
| 2 | 8 | 16,48 | 9,67 | 7,92 | 6,16 |
| 3 | 12 | 31,11 | 15,72 | 13,16 | 10,59 |
| 4 | 16 | 39,47 | 19,65 | 17,12 | 14,58 |

Таблиця 2. Расчетные и фактичні осадки фундаментов

| № п.п. | Осадки моделей фундаментов | Осадки основания S (мм) при $\eta = L/b$, равном | | | |
|--------|----------------------------|---|---------------|----------------|-----------------|
| | | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 |
| 1 | Фактичні | 39,47 | 19,65 | 17,12 | 14,58 |
| 2 | Расчетные | 38,3 | 21,14 | 11,06 | 6,10 |
| 3 | $K = S_{расч}/S_{факт}$ | 0,97 или (3%) | 1,08 или (8%) | 0,65 или (55%) | 0,42 или (139%) |

Давлення під подошвою фундаменту приймається рівномірно-розподіленим по всій площаді основания.

Для розрахунку осадки армированных оснований по методике ДБН значення приведенного модуля деформацій ґрунтів в межах масива армирования определялось в зависимости от процента армирования как средневзвешенные по формуле:

$$E = \chi \cdot E_a + (1 - \chi) \cdot E_z, \quad (1)$$

где:

- E - приведенный модуль деформации основания;
- E_a - модуль деформации жестких армирующих элементов;
- E_z - модуль деформации основания природного сложения;
- $\chi = \frac{V_{арм}}{V_{гр}}$ - коэффициент, характеризующий долю армирующих элементов в объеме усиливаемого ґрунта;
- $V_{арм}$ - объем армирующих элементов в пределах заармированной толщи;
- $V_{гр}$ - объем ґрунта в пределах заармированной толщи.

При определении конечных осадок моделей фунда-

ментов на армированном основании применялся инженерный метод послойного суммирования.

Расчет выполнялся с использованием приложения к программе «Ли́ра» 3.2 «Инженерный калькулятор». При этом использовался пакет программ «Фундаментные конструкции и основания».

Результаты вычислений и их сопоставление с результатами лабораторных исследований для среднего давления под подошвой фундаментов, равное 16 кПа, приведены в таблице 2.

На рисунке 4 представлены зависимости натуральных и расчетных осадок моделей фундаментов от длины армирующих элементов при среднем давлении под их подошвой, равном 16 кПа. На рис. 5 представлено отношение расчетных (S_p) осадок к их натуральным значениям (S_n).

ВЫВОДЫ:

1. Осадки неармированного основания всегда выше, чем армированного.
2. Фактичні осадки армированного и неармированных оснований до некоторого значения относительной длины армирующих элементов ($\eta = \frac{L}{b} \leq 0,5$) практически не отличаются друг от друга.
3. При $\eta = \frac{L}{b} > 0,5$ различие расчетных и фактических осадок тем больше, чем больше относительная длина армирующих элементов.

В целом, нами сделан вывод о том, что принятый в настоящее время в нормативных документах для расчета конечных средних осадок оснований (в том числе армированных), метод послойного суммирования ориентирован на неармированные ґрунтовые толщи.

В этой связи имеет место проблема его адаптации применительно к расчету осадок оснований, армированных жесткими вертикальными элементами, следовательно, принятая в настоящее время методика расчета осадки армированных оснований нуждается в уточнении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мирсяпов И.Т. Экспериментально-теоретические исследования работы армированных ґрунтовых массивов / Мирсяпов И.Т., Попов А.О. // Известия Казанского ГАСУ. – 2008. – №2. – С. 75-80.
2. Нуждин Л.В. Исследование динамического напряженно-деформированного состояния жестких вертикальных армоэлементов // Л.В. Нуждин, Е.П. Скворцов // Научное издание / Вестник ТГАСУ. – Томск: ТГАСУ, 2003. – №1. – С. 225-230.
3. Скворцов Е.П. Колебания фундаментов мелкого заложения с контурным армированием ґрунтового основания // Сейсмостойкое строительство. – М.: ВНИИТПИ, 2005. – № 1. – С. 53-56.
4. Мустакимов В.Р. Прочность и деформативность просадочных ґрунтов оснований, армированных вертикальными армоэлементами. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М.: МГСУ, 2004. – 24 с.
5. Зоценко М.Л. Досвід і перспективи підсилення основ вертикальними ґрунтоцементними елементами у міському будівництві/ М.Л. Зоценко, Ж.М. Бовкун, В.І. Мальяренко // Бетон и железобетон в Украине. – 2006. – №6. – С. 24 – 28.
6. Армирование лессовых ґрунтов оснований зданий и сооружений /И.В. Степура, В.С. Шокарев, А.С. Трегуб, А.В. Павлов, В.П. Павленко // Международная конференция по проблемам механики ґрунтов, фундаментостроению и транспортному строительству. – Пермь: ПГТУ, 2004. – С. 213–221.
7. Проектирование и устройство оснований и сооружений из армированного ґрунта. Строительные нормы республики Беларусь. Приложение П110-01 к СНБ 5.01.01-99.