

*В.А. Легенченко, аспирант, В.Г. Шаповал, д.т.н., профессор
ГВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск
А.В. Шаповал, к.т.н., доцент, Е.А. Шокарев, аспирант
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры
В.С. Андреев, к.т.н.*

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИВЕДЕННЫХ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АРМИРОВАННЫХ ЖЕСТКИМИ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ

Проанализированы факторы, влияющие на осадки грунтовых оснований, армированных вертикальными жесткими элементами. Показано, что для изготовления армирующих элементов нет смысла использовать бетон повышенной прочности.

Ключевые слова: осадка, армирующий элемент, основание.

*В.А. Легенченко, аспирант, В.Г. Шаповал, д.т.н., професор
ДВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ
А.В. Шаповал, к.т.н., доцент, Є.А. Шокарев, аспирант
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури
В.С. Андреев, к.т.н.*

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАВЕДЕНИХ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АРМОВАНИХ ЖОРСТКИМИ ВЕРТИКАЛЬНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ГРУНТОВИХ ОСНОВ

Зроблено аналіз чинників, що впливають на осідання ґрунтових основ, армованих вертикальними жорсткими елементами. Показано, що для виготовлення армуючих елементів немає сенсу використовувати бетон підвищеної міцності.

Ключові слова: осідання, армуючий елемент, основа.

*A.V. Lehenchenko, post-graduate student, V.G. Shapoval, Prof., DrSc.
State Higher Educational Institution «National Mining University», Dnipropetrovsk
A.V. Shapoval, Ph.D., E.A. Shokarev, Postgraduate
Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture
V.S. Andreev, Ph.D.*

Dnipropetrovsk National University of Rail Transport

TO THE QUESTION OF DEFINITION OF THE PROVIDED DEFORMATION CHARACTERISTICS OF THE SOIL FOUNDATION REINFORCED BY RIGID VERTICAL ELEMENTS

The factors influencing the precipitation of earth foundations, reinforced by vertical rigid elements. It is shown that for manufacturing the reinforcing element does not make sense to use high-strength concrete.

Keywords: settlement, reinforcing element, foundation.

Введение. 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 – 7]. При этом имеет место проблема расчета (а следовательно, и проектирования) армированных оснований.

Обзор последних источников исследований и публикаций. 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 – либо диаметр армирующего элемента с круглой формой поперечного сечения (рис. 1).

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы. При написании настоящей работы преследовалась цель выявить диапазон изменения жесткостных характеристик армирующих элементов, в котором их применение экономически обосновано.

Основной материал и результат. Согласно нормативному документу [7], приведенный модуль общей деформации армированного основания следует определять по формуле

$$E^* = \alpha \cdot E_a + (1 - \alpha) \cdot E_0, \quad (1)$$

где α – коэффициент армирования основания; E_0 – модуль общей деформации грунта; E_a – модуль общей деформации армирующих элементов.

При этом коэффициент армирования α следует определять по формуле

$$\alpha = \frac{F_a}{F_0}, \quad (2)$$

где F_a – доля расчетной площади основания, заполненной материалом армирующих элементов; $F_0 = b_0 \cdot L_0$ – общая расчетная площадь армированного основания; b_0 и L_0 – размеры армированного основания в плане (рис. 1).

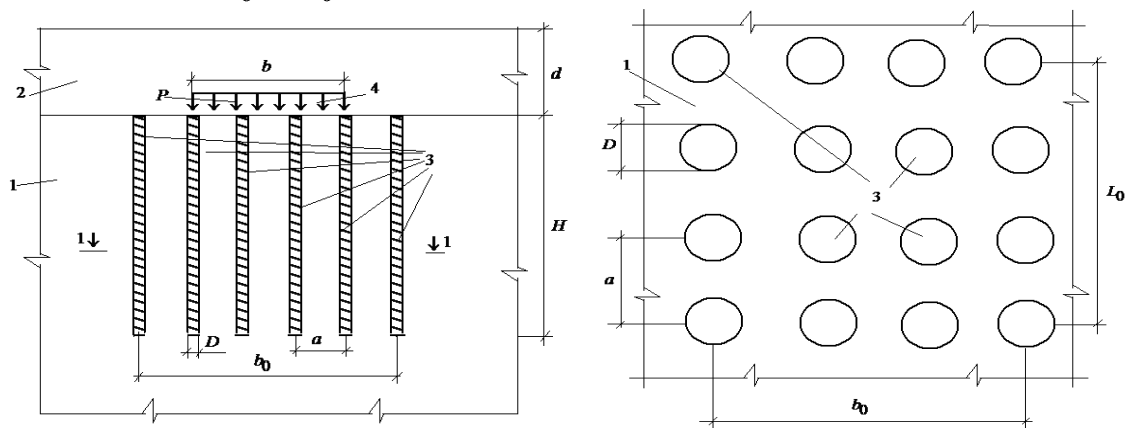


Рис. 1. Расчетные схемы армированного основания: 1 – основание; 2 – грунт выше подошвы фундамента; 3 – армирующие элементы; 4 – нагрузка

При написании настоящей статьи мы преследовали цель найти ответы на такие вопросы:

1. Насколько расчетные осадки армированных оснований, рассчитанные с использованием фактической расчетной схемы, и осадки,

установленные с использованием приведенных характеристик, отличаются друг от друга?

2. До какого значения параметра

$$\chi = \frac{E_a}{E_0} \quad (3)$$

целесообразно повышать жесткость армирующих элементов?

Для моделирования использован вычислительный комплекс «Лира». Основание и армирующие элементы моделировались с использованием объемных элементов. Грунт и армирующие элементы принимались упругими, линейными, изотропными. В ходе расчетов модуль деформации основания принимался равным 5 МПа. При этом модуль армирующих элементов принимался равным 5, 50, 500, 5000 МПа.

Во всех случаях толщина грунтовой подушки h (рис. 1) принималась равной 2 м, а расстояние между армирующими элементами в свету – 1,2 м; сечение армирующих элементов – квадратным, 400х400 мм; длина армирующих элементов – 4 и 8 м; толщина грунтовой толщи – 20 м.

На рисунках 2 и 3 представлены зависимости относительных осадок армированного основания от логарифма параметра χ (см. формулу (3)).

При этом S – осадка неармированного основания, а S_a – армированного. После этого по формуле

$$DS = \frac{\Delta S_{o.n.}}{\Delta S_a} \quad (4)$$

определялось отношение осадок армированных участков основания. Здесь ΔS_a – осадка армированной части основания, установленная при использовании фактической расчетной схемы; $\Delta S_{o.n.}$ – то же, при использовании приведенного модуля общей деформации (см. формулу (1)).

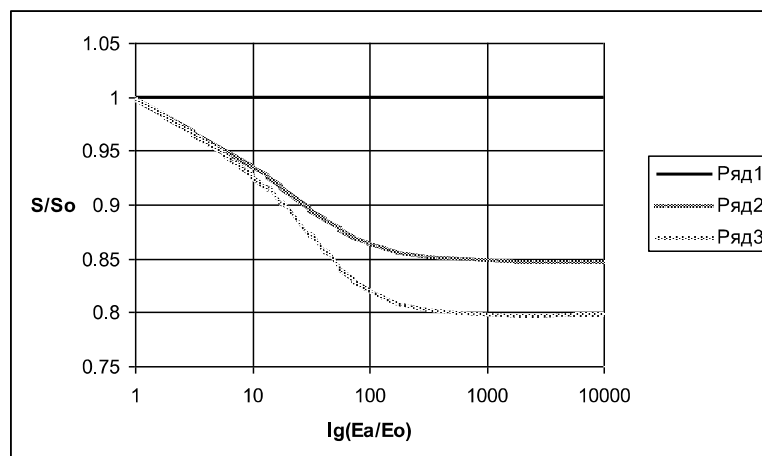


Рис. 2. Расчетные относительные осадки при длине армирующих элементов, равной 4 метра: ряд 1 – осадки неармированного основания; ряд 2 – то же, армированного основания при учете фактической расчетной схемы; ряд 3 – то же, установленные для основания с приведенными характеристиками

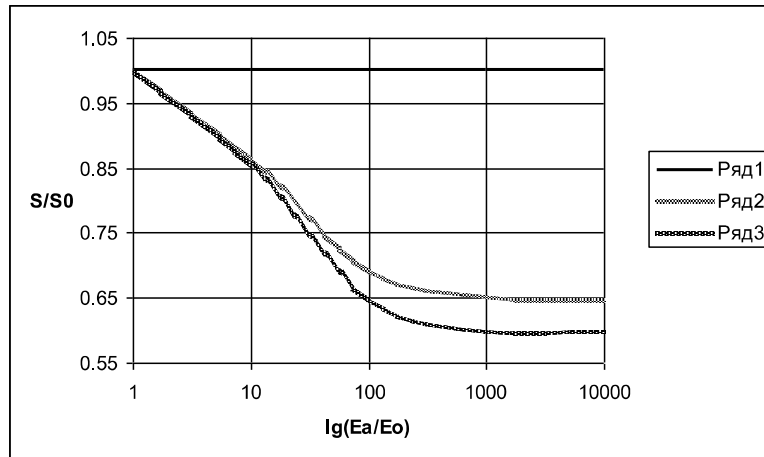


Рис. 3. Расчетные относительные осадки при длине армирующих элементов, равной 8 метров: ряд 1 – осадки неармированного основания; ряд 2 – то же, армированного основания при учете фактической расчетной схемы; ряд 3 – то же, установленные для основания с приведенными характеристиками

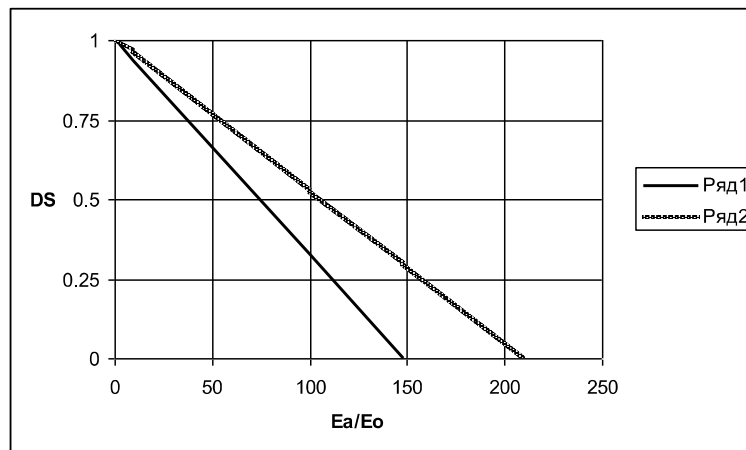


Рис. 4. Отношения осадок заармированных частей основания (формула (4)): 1 – длина армирующих элементов равна 4 м; 2 – то же, 8 м

Представленные на рис. 2 и 3 зависимости позволили сделать **выводы**:

1. Осадки неармированного основания выше, чем армированного.
2. Осадки, рассчитанные с использованием фактической расчетной схемы, всегда больше, чем осадки, рассчитанные для основания с приведенными свойствами.

3. До точки на оси абсцисс, равной $\chi = \frac{E_a}{E_0} = 100$, при возрастании

жесткости армирующих элементов, при прочих равных условиях происходит существенное уменьшение осадок армированного основания. При этом при $\chi = E_a/E_0 > 100$ увеличение жесткости армирующих элементов практически не влияет на изменение осадок армированного основания.

Кроме того, анализ представленных на рис. 4 кривых позволил нам сделать вывод о том, что отношение осадок армированной части основания, установленной при использовании фактической расчетной схемы, к осадке, установленной при использовании приведенного модуля

общей деформации, имеет вид прямой линии и зависит от параметра $\chi = E_a/E_0$. Этот вывод важен в связи с разработкой методики нахождения корректирующих коэффициентов к формуле (1).

Таким образом, принятая в настоящее время для расчета осадок армированных оснований методика [7] нуждается в уточнении.

Литература

1. Мирсаяпов, И.Т. Экспериментально-теоретические исследования работы армированных грунтовых массивов / И.Т. Мирсаяпов, А.О. Попов // Известия Казанского ГАСУ, 2008. – № 2. – С. 75 – 80.
2. Нұждин, Л.В. Исследование динамического напряженно-деформированного состояния жестких вертикальных армоэлементов /Л.В. Нұждин, Е.П. Скворцов // Вестник ТГАСУ. – Томск: ТГАСУ, 2003. – № 1. – С. 225 – 230.
3. Скворцов, Е.П. Колебания фундаментов мелкого заложения с контурным армированием грунтового основания // Сейсмостойкое строительство. – М.: ВНИИТПИ, 2005. – № 1. – С. 53 – 56.
4. Мустакимов, В.Р. Прочность и деформативность просадочных грунтов 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. Малярєнко // Бетон и железобетон в Украине. – 2006. – № 6. – С. 24 – 28.
6. Армирование лессовых грунтов оснований зданий и сооружений / И.В. Степура, В.С. Шокарев, А.С. Трегуб, А.В. Павлов, В.П. Павленко // Международная конференция по проблемам механики грунтов, фундаментостроению и транспортному строительству. – Пермь: ПГТУ, 2004. – С. 213 – 221.
7. Проектирование и устройство оснований и сооружений из армированного грунта. Строительные нормы Республики Беларусь. Приложение П10-01 к СНБ 5.01.01-99.
8. Ухов, С.Б. Механика грунтов, основания и фундаменты / Ухов С.Б. и др. – М.: АСВ, 1994. – 527 с.

Надійшла до редакції 01.10.2013

© В.А. Легенченко, В.Г. Шаповал, А.В. Шаповал, Є.А. Шокарев, В.С. Андрєєв