

## НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕСЧАНОГО ОСНОВАНИЯ КРУГЛЫХ И КОЛЬЦЕВЫХ ШТАМПОВ С ПОВЕРХНОСТНЫМ АРМИРОВАНИЕМ

Круглые и кольцевые фундаменты широко используются в сооружениях башенного типа (дымовые трубы, водонапорные башни и т.д.). Исследованию осадки и несущей способности таких фундаментов посвящены работы [1 – 5]. Одним из способов увеличения несущей способности основания является армирование, однако в литературе отсутствуют данные по армированию кольцевых фундаментов.

Для проведения экспериментов были изготовлены пять железобетонных моделей плитной части фундаментов с отношением  $d/D = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$  (где  $d, D$  – соответственно внутренний и наружный диаметры моделей). Геометрические размеры и схема нагружения показаны на рис. 1.

Испытания проводились в металлическом лотке с размерами  $1700 \times 1700 \times 1700$  мм. Основанием служил увлажненный ( $\omega = 10\%$ ) пылеватый песок из карьера Красненькое г. Тамбова, послойно уплотненный до плотности  $\rho = 1,70$  г/см<sup>3</sup>.

Просеянный песок отсыпали слоями по 15 см и уплотняли металлической трамбовкой. Требуемая плотность основания достигалась определенным числом ударов трамбовки по одному следу. После каждого эксперимента песок убирали на глубину 1,5...2 диаметра модели ниже подошвы и укладывали заново.

На предварительно уплотненный грунт устанавливалась железобетонная модель. На модели укладывался жесткий металлический диск толщиной 10 мм для равномерной передачи нагрузки. Нагрузка на штампы передавалась с помощью гидравлического домкрата, контроль усилия осуществлялся с помощью образцового динамометра на сжатие (ДОС-5), установленного на домкрате. Для измерения осадки штампа использовались индикаторы часового типа (ИЧ-10) с ценой деления 0,01 мм, укрепленными на реперной раме. Нагрузка подавалась ступенчато по 0,1 от максимальной нагрузки, с выдержкой по 20 мин

на каждой ступени до наступления условной стабилизации перемещений. Нагрузка прикладывалась центрально (рис. 1).

Для усиления грунта использованы сетки с прямоугольными ячейками  $50 \times 50$  мм и радиальная сетка с 14 лучами. Сетки выполнены из арматуры класса А400 диаметром 10 мм, с внешним диаметром 440 мм.

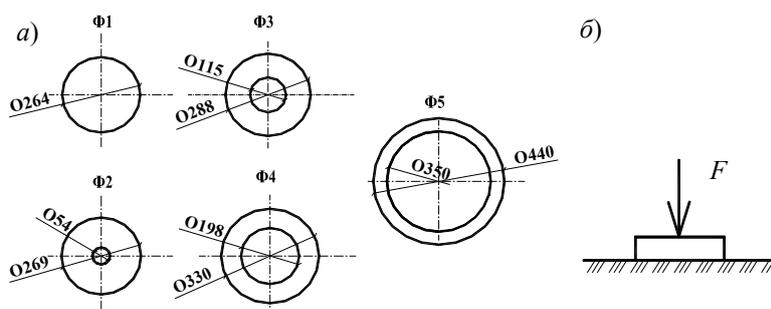


Рис. 1. Образцы для испытаний и схема нагружения:

а – модели фундаментов: Ф1 –  $d/D = 0$ ; Ф2 –  $d/D = 0,2$ ; Ф3 –  $d/D = 0,4$ ; Ф4 –  $d/D = 0,6$ ; Ф5 –  $d/D = 0,8$ ; б – схема нагружения

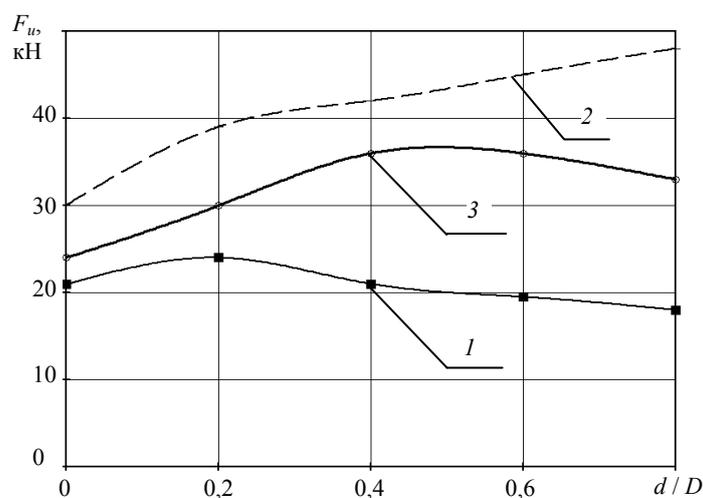


Рис. 2. Зависимость несущей способности неармированного и армированного песчаного основания от отношения  $d/D$ :

1 – неармированное песчаное основание;  
2 – поверхностное армирование сеткой с прямоугольными ячейками;  
3 – поверхностное армирование радиальной сеткой

На рис. 2 показаны графики зависимости несущей способности основания от армирования и отношения  $d/D$ .

Как видно из графика на рис. 2, для базового штампа с изменением отношения  $d/D$  от 0 до 0,2 происходит увеличение несущей способности песчаного основания с 21 кН до 24 кН и последующее уменьшение несущей способности до 18 кН для  $d/D = 0,8$ . Эффективность поверхностного армирования основания прямоугольными сетками приводит к увеличению несущей способности основания: при  $d/D = 0$  в 1,43 раза и  $d/D = 0,8$  в 2,67 раза. Это происходит за счет препятствия выпору грунта либо в плоскости внутреннего кольца ( $d/D = 0,8$ ), либо за пределами внешнего кольца ( $d/D = 0$ ). В диапазоне отношений

$d/D = 0,2 - 0,4$  внутренний выпор грунта практически отсутствует, а наружный вылет арматурной сетки мал, чем и объясняется меньшая эффективность поверхностного армирования. Применение радиальных сеток дало меньшее увеличение несущей способности и составило соответственно 1,1 ( $d/D = 0$ ) и 1,89 ( $d/D = 0,6$ ) раза для различных штампов.

Если учитывать, что расход арматуры для сеток с прямоугольными ячейками в 2 раза выше по сравнению с радиальными (3,81 кг и 1,898 кг), относительная эффективность сеток (отношение несущей способности

### 1. Относительная эффективность применения арматурных сеток, кН/кг

$d/D$	0	0,2	0,4	0,6	0,8
Относительная эффективность					
Для сетки с прямоугольными ячейками	0,135	0,160	0,197	0,234	0,265
Для радиальной сетки	0,228	0,253	0,345	0,376	0,363

к расходу арматуры) с прямоугольными ячейками составила от 0,135 до 0,265 кН/кг, в то время как для радиальных сеток от 0,228 до 0,363 кН/кг (табл. 1).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Струлев, В.М. Исследования осадки фундаментов и напряженно-деформированного состояния штампов с одинаковой площадью контакта / В.М. Струлев, В.Ю. Воеводкин, П.В. Хорохорин // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения : материалы Междунар. академ. чтений / редкол. : С.И. Меркулов [и др.] ; Курск. гос. техн. ун-т. – Курск, 2006.
2. Струлев, В.М. Исследования осадки круглых и кольцевых штампов с заглубленной в грунт цилиндрической оболочкой / В.М. Струлев, А.А. Зайцев, И.М. Уткин // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения : материалы Междунар. академ. чтений / редкол. : С.И. Меркулов [и др.] ; Курск. гос. техн. ун-т. – Курск, 2006.
3. Струлев, В.М. Экспериментальные исследования осадки круглых и кольцевых штампов на песчаном основании / В.М. Струлев, А.Б. Черкашин, С.И. Дружкин // Труды ТГТУ : сб. науч. ст. молодых ученых и студентов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – Вып. 20. – С. 224 – 228.
4. Худяков, А.В. Опыты с кольцевыми штампами // Расчет и проектирование оснований и фундаментов в сложных инженерно-геологических условиях : межвуз. сб. науч. тр. – Воронеж, 1992. – С. 138 – 141.
5. Худяков, А.В. Экспериментальные исследования характера разрушения песчаного основания кольцевых штампов / А.В. Худяков // Труды ТГТУ : сб. науч. ст. молодых ученых и студентов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2000. – Вып. 5. – С. 247 – 251.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений»