

*Старков А. В.*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АРМИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОСНОВАНИЯ ПРИ СЛОЖНЫХ СИЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

Статья посвящена исследованию вопросов армирования оснований внецентренно нагруженных фундаментов наклонными металлическими сетками. В задачи исследований входило экспериментальное изучение влияния различных параметров нагрузки (эксцентриситета приложения и угла наклона нагрузки) и характеристик армирования (расположение арматуры) на деформативность и несущую способность армированного основания фундаментов.

Эксперименты с заглубленной моделью проводились в металлическом лотке-установке размерами  $1 \times 1,85 \times 0,5(h)$  м, заполненным песком и оснащенный рычажной системой. Нагрузку создавали с помощью грузов, укладываемых на подвеску рычага с передаточным числом 1:10. В качестве основания использовался песок из Красненского карьера города Тамбова. Степень неоднородности по Хазену  $C_u = d_{60}/d_{10} = 2,8$  – песок однородный. Влажность грунта основания находилась в пределах от 8 до 12%.

В качестве модели фундамента использовали цилиндрическую модель диаметром  $D=130$  мм и  $h=150$  мм; контактная поверхность модели – гладкая.

В ходе испытаний определялась осадка ( $s$ ), крены ( $i$ ) и горизонтальные перемещения ( $u$ ) во всем диапазоне нагрузок. Горизонтальные перемещения измерялись одним, вертикальные перемещения измерялись двумя индикаторами часового типа ИЧ-10, укрепленными на реперной раме. Крен вычислялся как отношение разности вертикальных перемещений противоположных точек модели к расстоянию между точками крепления индикаторов.

Степень нагружения принималась 0,1 от предполагаемой разрушающей. Каждая ступень нагружения выдерживалась до условной стабилизации осадок (0,1 мм/0,5 час).

Перед исследованием армированного основания провели серию опытов по определению несущей способности и деформативности неармированного основания.

Эффективность армирования оценивается исходя из следующих параметров:

-относительная несущая способность  $\overline{F}_{su}$

$$\overline{F}_{su} = F_{su} / F_u$$

где  $F_{su}$  и  $F_u$  – несущая способность армированного и неармированного оснований;

- относительная осадка  $\overline{S}_{su}$

$$\overline{S}_{su} = S_{su} / S_u$$

где  $S_{su}$  и  $S_u$  - осадка центра фундамента на армированном и неармированном основании при действии одинаковой нагрузки;

- относительный крен  $\overline{i}_{su}$

$$\overline{i}_{su} = i_{su} / i_u$$

где  $i_{su}$ ,  $i_u$  - крен фундамента на армированном и неармированном основании при действии одинаковой нагрузки;

- относительное горизонтальное перемещение  $\overline{u}_{su}$

$$\overline{u}_{su} = u_{su} / u_u$$

где  $u_{su}$ ,  $u_u$  - горизонтальные перемещения фундамента на армированном и неармированном основании при действии одинаковой нагрузки;

- удельная несущая способность  $\overline{F}$

$$\overline{F} = F_{su} / V_s$$

где  $V_s$ , - объём материала арматуры.

В экспериментах изменяли: относительный эксцентриситет приложения нагрузки  $\overline{e}_0 = e_0/R = -0,5; 0; +0,5$  ( $e_0$  - эксцентриситет приложения силы,  $R$  - радиус модели, штампа), угол наклона нагрузки  $\alpha=5^\circ; 15^\circ; 25^\circ$ , угол наклона арматурной сетки  $\beta=5^\circ; 15^\circ; 25^\circ$  относительное заглубление арматурной сетки  $\overline{h}_s = h_s/D$  0,04; 0,23; 0,42; 0,62; 0,81- для модели ( $h_s$  - глубина заложения сетки от подошвы фундамента). Неизменными оставались следующие параметры: относительное заглубление модели  $\overline{\lambda} = h/D=1$  ( $h$  - глубина погружения модели,  $D$  - диаметр) раз-

мер арматурной сетки 150x150 мм, диаметр стержней  $d=4$  мм, шаг 30 мм.

В данной статье рассмотрим серию опытов в которой относительный эксцентриситет приложения силы  $\bar{e}_0 = -0,5$ , относительное заглубление арматурной сетки  $\bar{h}_s = 0,04$ , а углы  $\alpha$  и  $\beta$  изменялись. Схема армирования для данной серии опытов показана на рис. 1.

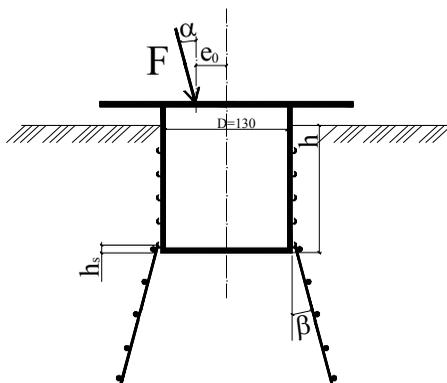


Рис. 1. Схема армирования основания

Общие выводы к данной серии опытов:

1. При неизменном угле наклона силы  $\alpha=5^\circ$  изменяли угол наклона арматурных сеток  $\beta=5^\circ; 15^\circ; 25^\circ$ , максимальная несущая способность была получена при  $\beta=5^\circ$ , т.е. когда армирующий элемент располагается параллельно линии действия силы. При такой схеме армирования несущая способность армированного основания превысила несущую способность не армированного основания в 1,4 раза. Осадка модели фундамента при армировании составила всего 35% от осадки при отсутствии армирования на момент разрушения не армированного основания. Крен модели на не армированном основании превысил крен на армированном основании более чем в 13 раз. Горизонтальные перемещения модели при использовании армирования составили 14% от горизонтальных перемещений модели при отсутствии армирования.

2. При  $\alpha=15^\circ$  максимальная несущая способность была получена когда  $\beta=25^\circ$ . При таком варианте армирования и приложении силы применение армирующих элементов повысило несущую способность основания по сравнению с вариантом без арматуры более чем на 57%.

Скорость развития деформаций основания составила 0,263 для осадки и 0,11 для крена, т.е. осадка и крен при использовании армирования почти в 4 и 9 раз меньше, чем те же параметры, но без армирования. Горизонтальные перемещения модели при тех же параметрах армирования и нагружения, на момент разрушения, не армированного основания, вообще не сдвинулись с места. Т.е. модель не получила ни какого горизонтального перемещения при использовании армирования на той ступени нагружения когда не армированное основание уже разрушилось.

3. При  $\alpha=25^\circ$  максимальная несущая способность была получена когда  $\beta=25^\circ$ . Опять же видно, что наиболее эффективно расположение армирующего элемента по линии действия силы в сторону развития горизонтального перемещения. При таких параметрах армирования и нагружения, несущая способность армированного основания почти в 1,57 раза выше, чем несущая способность не армированного основания. Осадка и крен армированного основания почти в 3 раза меньше, чем осадка и крен не армированного основания. Горизонтальное перемещение при использовании армирующих элементов снизилось по сравнению с не армированным основанием на момент разрушения последнего почти в 9 раз.

4. В большинстве из проведенных опытов не зависимо от угла наклона прикладываемой силы ( $\alpha$ ) наибольшее значение разрушающей нагрузки было получено, когда угол наклона армирующих элементов  $\beta=25^\circ$ . Т.е. такое расположение армирующих элементов наиболее эффективно влияет на снижение деформационных параметров основания.

5. При неизменном угле наклона армирующих элементов ( $\beta$ ), максимальное значение разрушающей нагрузки было зафиксировано при  $\alpha=25^\circ$ . Т.е. при таком положении прикладываемой силы, основание имеет максимальную способность к сопротивлению разрушению.

*Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Кафедры  
«Конструкции зданий и сооружений»  
Антонова В. М.*