

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВАЙ С ОГОЛОВКАМИ С ГРУНТОМ ОСНОВАНИЯ

*Тронда Т. В.*

научный руководитель Сернов В. А.  
БНТУ, Минск, Беларусь

Часто при устройстве свай в геологических условиях Республики Беларусь у поверхности залегают относительно прочные слои грунта. Применение свайных оголовков в таких условиях может дать значительный экономический эффект. Включение оголовка в работу повышает несущую способность и уменьшает осадку свай, что доказано многими экспериментальными данными. Однако в нормативных документах Республики Беларусь нет методики расчета свай с оголовками.

Анализ экспериментальных исследований. Экспериментально доказано, что включение оголовка в работу свайного фундамента эффективно с различными типами свай. Натурные испытания фрагментов свайных фундаментов проводили В. Н. Голубков [2], Д. Е. Аршакуни [1], А. А. Бартоломей и мн. др. Полученные результаты позволили определить долю работы оголовка в различных грунтовых условиях. Несущая способность свайных фундаментов с оголовками возрастала в 1,1÷3 раза в зависимости от вида свай и грунтовых условий. Проведенный анализ показал, что при включении оголовка достигается значительный экономический эффект. Однако авторами не были изучены закономерности взаимодействия оголовка с основанием и сваей.

Несмотря на то, что свайные фундаменты применяются очень давно, до настоящего времени нет удовлетворительной теории их расчета, которая учитывала бы всю совокупность основных действующих факторов. Практические методы определения несущей способности свайных фундаментов с оголовками предложены В. Д. Яблочковым [4], М. С. Грутманом [3], Б. И. Далматовым и мн. др.

Анализ методов учета влияния оголовка позволил выявить ряд недостатков. Большинство из них не учитывает некоторые факторы взаимодействия оголовка с основанием. В связи с этим необходима разработка нового способа расчета такого фундамента, учитывающего основные факторы, влияющие на несущую способность и деформативность свай и оголовка.

Оценка взаимодействия оголовка со свайей и грунтом с помощью программного комплекса Plaxis. Для оценки взаимодействия оголовка со свайей и грунтом основания были выполнены статические расчеты в программном комплексе Plaxis. Диаметры оголовков приняли равными 1,6, 2,4 и 3,2 м, длину свай –  $h = 6$  м, диаметр свай –  $d = 0,4$  м. В качестве основания свай принят песчаный грунт со следующими характеристиками:  $\gamma = 18,0$  кН/м<sup>3</sup>,  $c = 1,0$  кПа,  $\varphi = 35^\circ$ ,  $E = 10$  Мпа. Для всех вариантов был принят тип расчета – пластический, использовалось поэтапное включение элементов модели и ступенчатое приложения нагрузки. Нагрузку прикладывали равными ступенями по 50 кН. Всего получили девять этапов нагружения. Полученные результаты по всем вариантам сведены в табл. 1. По полученным данным построены графики зависимости осадки ( $S$ , мм) от нагрузки ( $N$ , кН) для всех вариантов в одной координатной плоскости (рис. 1). Для сравнения полученных результатов расчета за критерий была принята осадка равную 8 мм.

Исходя из полученных результатов и построенных графиков доля работы оголовка была определена как разность несущих способностей свай с оголовком  $P_1$  и свай без оголовка  $P_2$ ,  $P_3$  и  $P_4$  (табл. 2). В качестве показателя эффективности взаимодействия оголовка с основанием является коэффициент влияния оголовка  $K_0$  (табл. 3), который определяется как отношение несущей способности свай с оголовком к несущей способности свай без оголовка и показывает во сколько раз увеличивается несущая способность свай при включении оголовка в работу. По полученным данным построен график зависимости коэффициента влияния оголовка  $K_0$  от его диаметра  $D$ , м (рис. 2).

Анализ полученных результатов показал, что при включении оголовка в работу несущая способность свай существенно возрастает. С увеличением диаметра оголовка от 1,6 м до 3,2 м коэффициент влияния  $K_0$  возрос от 1,21 до 1,57. При наличии оголовка больший объем окружающего грунта включается в работу, вследствие чего осадка такого фундамента оказывается гораздо меньше нежели у одиночной свай при одинаковом нагружении.

## Сводные данные испытаний в Plaxis

| Номер<br>этапа | Нагрузка<br>$N$ , кН | Осадка $S$ , мм      |                  |             |             |
|----------------|----------------------|----------------------|------------------|-------------|-------------|
|                |                      | Свая<br>без оголовка | Свая с оголовком |             |             |
|                |                      |                      | $D = 1,6$ м      | $D = 2,4$ м | $D = 3,2$ м |
| 1              | 0                    | 0,118                | 0,476            | 0,824       | 1,21        |
| 2              | 50                   | 1,30                 | 1,16             | 1,01        | 0,99        |
| 3              | 100                  | 2,70                 | 2,34             | 2,04        | 2,00        |
| 4              | 150                  | 4,24                 | 3,54             | 3,09        | 3,02        |
| 5              | 200                  | 6,06                 | 4,82             | 4,14        | 4,05        |
| 6              | 250                  | 8,81                 | 6,22             | 5,22        | 5,09        |
| 7              | 300                  | 14,26                | 8,01             | 6,38        | 6,19        |
| 8              | 350                  | 22,31                | 10,35            | 7,70        | 7,38        |
| 9              | 400                  | 33,48                | 13,07            | 9,20        | 8,67        |

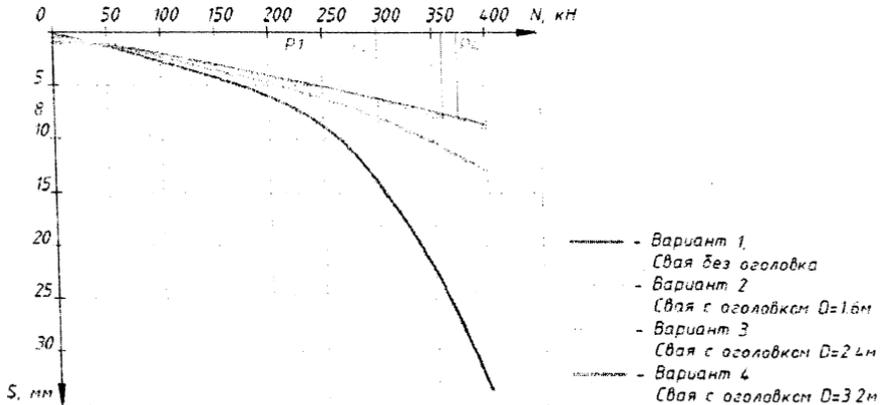


Рис. 1. Графики зависимости осадки от нагрузки

Таблица 2

Доля работы оголовка, кН

Свая с оголовком

| $D = 1,6$ м | $D = 2,4$ м | $D = 3,2$ м |
|-------------|-------------|-------------|
| 62          | 122         | 136         |

Таблица 3

Коэффициент влияния  
оголовка,  $K_0$ 

Свая с оголовком

| $D = 1,6$ м | $D = 2,4$ м | $D = 3,2$ м |
|-------------|-------------|-------------|
| 1,26        | 1,51        | 1,57        |

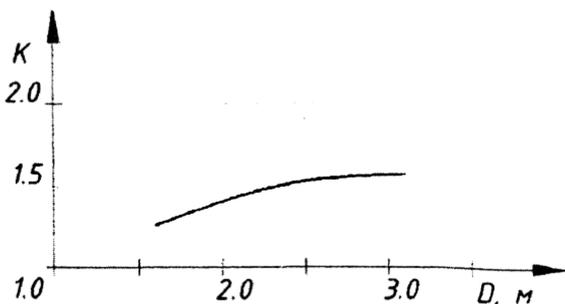


Рис. 2. График зависимости  $K = f(D)$

На основании проведенных исследований можно сделать следующие *выводы*:

1. Включение оголовка работу повышает несущую способность на 21–57 % в зависимости от его диаметра.
2. Применение свайных оголовков при залегании у поверхности относительно прочных слоев грунта экономически более эффективно, чем устройство уширений под нижним концом сваи.
3. Необходимо разработать и внедрить в проектную практику методы расчета свай с оголовками.

### *Литература*

1. Аршакуни, Д. Е. Влияние низкого ростверка на повышение сопротивления одиночных свай нагрузке в слабых грунтах / Д. Е. Аршакуни, И. М. Нагорных // Основания, фундаменты и механика грунтов : науч.-техн. журнал. – 1975. – № 6. – С. 8–9.
2. Голубков, В. Н. Исследование процесса формирования зоны деформации воснованиях одиночных свай / В. Н. Голубков, Ю. Ф. Тугаенко, Б. О. Хуторянский // Республ. межвед. науч.-техн. сб. – Киев : Будівельник, 1971. – Вып. 4 : Основания и фундаменты. – С. 9–13.
3. Грутман, М. С. Свайные фундаменты / М. С. Грутман. – Киев : Будівельник, 1969. – 192 с.
4. Яблочков, В. Д. К вопросу об учете работы низкого ростверка в расчетах свайных фундаментов на коротких забивных сваях / В. Д. Яблочков // Тр. Пермского политехнического института. – 1964. – Вып. 16. – С. 87–98.