

# ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

УДК 624.131.23

*Лобачева Н.Г.*

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСИЛЕНИЮ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ УПЛОТНЯЮЩИМИ ДАВЛЕНИЯМИ

Предложенный метод усиления основания относится к частному уширению и уплотнению стенок скважины, предназначенной для бетонирования буронабивной сваи, в результате которого происходит улучшение строительных характеристик основания с одновременным увеличением площади нижнего конца сваи.

В ранее известных устройствах для частичного расширения скважины по диаметру, состоящих из привода, буровой штанги и уширителя, расширение скважины по диаметру выполняется вращательным движением уширителя, который выполнен в виде режущих ножей. Недостатком таких устройств является необходимость в очистке скважины от разбуренного грунта и разуплотнение грунтового массива, примыкающего к расширенному участку скважины. В известных устройствах другого типа, содержащих привод, металлическую крышку, обсадную трубу, шток и упруго эластичную непроницаемую камеру, сложностью является получение достаточного переуплотнения грунта дна скважины и требуемых геометрических характеристик уширения [1, 2].

Так же как и практически все существующие мероприятия по улучшению строительных свойств грунтов, предложенный метод усиления основания не является универсальным и имеет определенную область применения, зависящую от различных факторов и их количественных параметров.

Цель предлагаемого метода усиления основания – добиться оптимальных размеров уширения скважины и переуплотнения грунта по всей поверхности уширения для обеспечения требуемой несущей способности и экономической эффективности буронабивной сваи.

Поставленная задача достигается путем применения гофрированной упруго-эластичной камеры и наличием ограничителя подъема обсадной трубы по вертикали (в виде фиксатора), при этом высота подъема определена зависимостью:

$$h = \frac{D-d}{2}, \quad (1)$$

где  $D$  – диаметр максимального уширения скважины, м;

$d$  – диаметр скважины, м.

Устройство для образования уширения в скважине включает крышку 1; обсадную трубу 2, подвижно закрепленную с крышкой 1; полый шток 3, подвижно закрепленный с обсадной трубой 2; поршень 4 и упругоэластичную гофрированную камеру 5, жестко соединенные с полым штоком 3. Вертикальный подъем обсадной трубы 2 ограничивается фиксатором 6, установленном на крышке 1, и канавкой 7, расположенной по наружному диаметру обсадной трубы 2. Крайнее положение штока 3, в нижней части обсадной трубы 2, фиксируется замком 8, установленным на обсадной трубе 2. Устройство предназначено для уширения нижней части скважины 9, пробуренной в грунтовом массиве.

Устройство для образования уширения в скважине работает следующим образом.

На устье скважины 9 устанавливается крышка 1 и через отверстие в крышке 1, в скважину 9, опускается обсадная труба 2. Полый шток 3, с жестко соединенным поршнем 4 и упругоэластичной гофрированной камерой 5, устанавливается в верхней части обсадной трубы 2 (рис.2).

В верхнюю полость обсадной трубы 2 подается сжатый воздух, под действием которого поршень 4, камера 5 и полый шток 3 перемещаются в нижнюю часть обсадной трубы 2. Крайнее нижнее положение штока 4 фиксируется замком 8 (рис. 3).

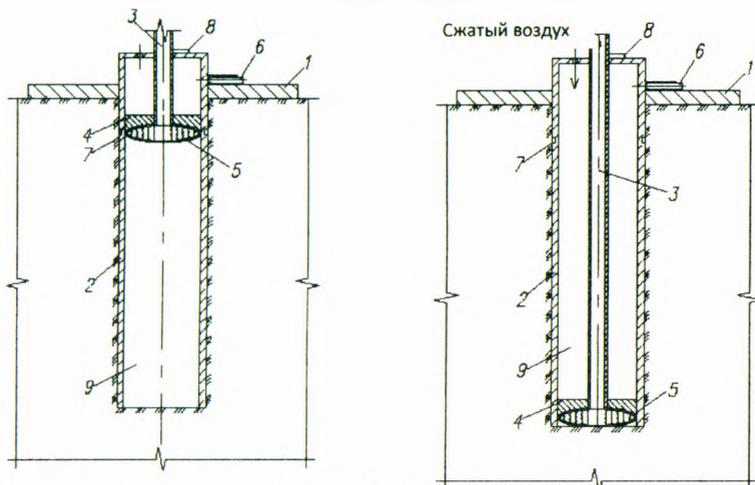


Рисунок 1 – Первоначальное положение устройства Рисунок 2 – Второе положение устройства

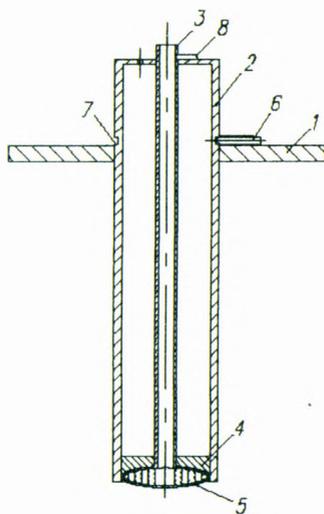


Рисунок 3 – Третье положение устройства

Для образования уширения в скважине 9 сжатый воздух по полости в штоке 3 подается в камеру 5, которая, увеличиваясь в объеме выталкивает обсадную трубу 2 с поршнем 4 и штоком 3 на высоту «h». Дальнейший подъем обсадной трубы 2 ограничивают фиксатор 6 и канавка 7. Продолжающееся расширение упругоэластичной гофрированной камеры 5 приводит к перуплотнению грунта на расширяемом участке скважины 9 и образованию уширения диаметром D.

Для демонтажа устройства подача сжатого воздуха прекращается, камера 5 сжимается, и устройство извлекается из скважины 9.

Применение вышеописанного устройства для уширения скважины позволит избежать концентрации напряжений в месте соединения упругоэластичной камеры и полого штока.

Технико-экономический анализ показывает, что предполагаемая конструкция устройства позволяет получить оптимальные геометрические характеристики уширения, повысить несущую способность сваи и снизить затраты на ее изготовление на 12%.

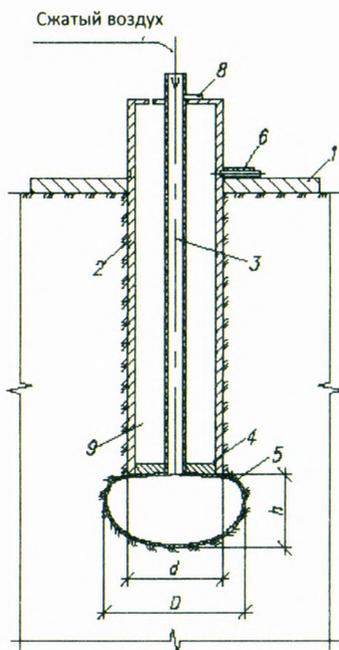


Рисунок 4 – Образовавшееся уширение

### Методика расчета несущей способности основания, усиленного методом уплотняющих давлений

Несущая способность сваи с уширенным основанием, полученным методом уплотняющих давлений на вертикальную нагрузку, определяется как наименьшее из значений несущей способности:

- грунта в пределах уплотненной зоны;
- грунта природного сложения, подстилающего уплотненную зону.

Несущая способность фундамента  $F_{fl}$  по уплотненному слою определяется по формуле:

$$F_{fl} = [R_s A_{br} + \gamma_{cl} \cdot u_m \cdot \sum f_i \cdot h_i], \quad (2)$$

где  $R_s$  – расчетное сопротивление уплотненного грунта под уширением, определяемое по формуле 3,

$A_{br}$  – площадь поперечного сечения уширенного основания в месте его наибольшего размера;

$u_m$  – периметр поперечного сечения сваи выше уширения;

$f_i$  – расчетное сопротивление грунта по боковой поверхности;

$\gamma_{cl}$  – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности фундамента, принимаемый равным 0,8.

$$R_s = \frac{N_u}{A_{br}}; \quad (3)$$

$$N_u = \pi^2 (N_q \xi_r \gamma_1 + N_q \xi_q d \gamma'_1 + N_c \xi_c c_1), \quad (4)$$

где  $r$  – радиус уширенной зоны;

$N_q, N_c, N_c$  – безразмерные коэффициенты несущей способности, определяемые по табл. 74 [3] в зависимости от расчетного значения угла внутреннего трения грунта  $\varphi_1$ , определенного с учетом уплотнения;

$\gamma_1, \gamma'_1$  – расчетные значения удельного веса грунтов, находящихся в пределах возможной призмы выпирания соответственно ниже и выше подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяются с учетом взвешивающего действия воды);

$c_1$  – расчетное значение удельного сцепления грунта, кПа, определенное с учетом уплотнения;

$d$  – глубина заложения фундамента, м (в случае неодинаковой вертикальной пригрузки с разных сторон фундамента принимается значение  $d$ , соответствующее наименьшей пригрузке, например, со стороны подвала);

$\xi_r, \xi_q, \xi_c$  – коэффициенты формы фундамента, определяемые по формулам:

$$\xi_r = 1 - 0,25/\eta; \quad \xi_q = 1 + 1,5/\eta; \quad \xi_c = 1 + 0,3/\eta, \quad (5)$$

где для круглого уширения  $\eta = 1$ .

Соответственно  $\xi_r = 0,75; \quad \xi_q = 2,5; \quad \xi_c = 1,3$ .

Подставляя формулу 4 в формулу 3 получаем

$$R_s = (N_q \xi_r \gamma_1 + N_q \xi_q d \gamma'_1 + N_c \xi_c c_1). \quad (6)$$

Боковое давление грунта на боковую поверхность сваи определяем при условии состояния предельного равновесия:

$$\sigma_2 = \gamma z \operatorname{tg}^2(45 - \varphi/2), \quad (7)$$

где  $z$  – расстояние от поверхности до середины расчетных слоев грунта.

$$f_i = \sigma_2 \operatorname{tg} \varphi + c. \quad (8)$$

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Method and apparatus for forming concrete piles: Пат. США №3209546. L. Lawton 21.09.1965.
2. Устройство для образования уширения в скважине: А.с. 956692 СССР, МКИ Е 02 D 5/44 / Ю.А. Чвердинский (СССР). – № 3234010/29-03: заявлено 08.12.80; опубл. 07.09.82 // Бюл. № 33.
3. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83) / НИИОСП им. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1986. – 415 с.
4. Пристрій для утворення розширення в свердловині: пат. №19237 UA, E21B 11/00: заявл. 19.05.06; опубл. 15.12.06 // Бюл. 312 – 4 с.