

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОЛОПАСТНЫХ ВИНТОВЫХ СВАИ В КАЧЕСТВЕ ФУНДАМЕНТОВ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ

И.В. Носков, А.В. Копылов

В статье приведены результаты расчетов многолопастных винтовых свай в качестве фундаментов для различных конструкций шумозащитных экранов с учетом действия ветровых нагрузок и типами грунтовых условий. Основным объектом исследования является учет совместной работы многолопастных винтовых свай с конструкциями шумозащитных экранов.

Ключевые слова: шумозащитный экран, фундамент, нагрузка, грунт, многолопастная винтовая свая.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в современных городах остро стоит проблема борьбы с шумовыми воздействиями. Это шум от грузового автотранспорта, железнодорожных магистралей, от технологического оборудования, расположенного рядом с жилыми и общественными зданиями. На сегодняшний день одним из самых эффективных способов борьбы с шумом, является устройство защитных экранов, с использованием шумопоглощающих материалов (рисунок 1).

Установка таких конструкций экономически обоснована в густонаселенных районах, где трассирование дороги на расстоянии от жилых и офисных зданий невозможно

Возможна обратная ситуация, когда ранее построенная дорога застраивается домами. Помимо шумозащитной функции, экраны в разной степени защищают прохожих и проживающих рядом от дорожной пыли и грязи в осенне-весенний период и от ослепления фарами (в случае с непрозрачными экранами). При возникновении ДТП защищает прохожих от обломков. Таким образом, даже при прохождении в непосредственной близости от оживленной трассы – есть возможность



Рисунок 1 – Примеры устройства шумозащитных экранов

создать тихий жилой район, что дает возможность более эффективно расходовать городскую землю. В настоящее время основными типами фундаментов при устройстве шумовых экранов являются монолитный железобетонный ростверк на буронабивных сваях (рисунок 2), монолитные железобетонные фундаменты (рисунок 3). Основными недостатками данных типов конструкций фундаментов является: значительная трудоемкость устройства, многодельность работ, сезонность работ и главное невозможность их демонтажа при переносе шумовых экранов.

Всех этих недостатков лишены фундаменты из многолопастных винтовых свай (рисунок 4). Многолопастные винтовые сваи обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с вышеназванными технологиями: высокая скорость и низкая трудоемкость монтажа; безударность погружения; возможность установки свай в труднодоступных местах;

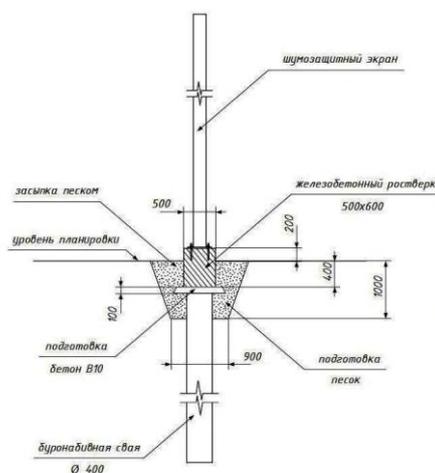


Рисунок 2 – Железобетонный ростверк на буронабивных сваях

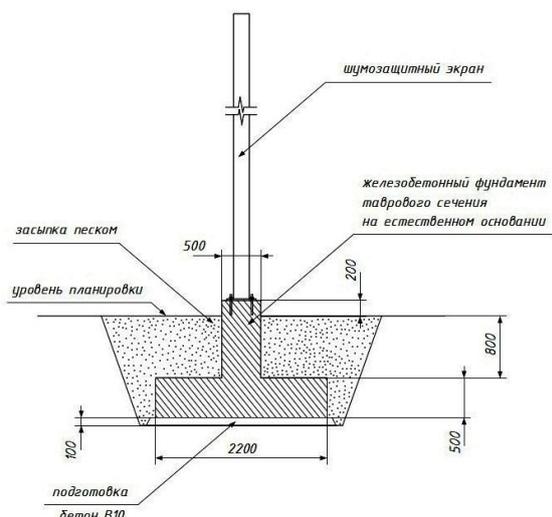


Рисунок 3 – Монолитный железобетонный фундаменты



Рисунок 4 – Разновидности многолопастных винтовых свай для устройства фундаментов шумозащитных экранов

отсутствие земляных работ; возможность круглогодичного ведения строительно-монтажных работ, высокая антикоррозионной защиты свай.

Для городских территорий особенно важна и экологическая составляющая – отсутствие земляных работ и простота полного демонтажа данного типа фундамента сводят к минимуму воздействие на окружающую среду при возведении шумовых экранов. Данные преимущества делают целесообразным применение многолопастных винтовых свай для устройства фундаментов шумозащитных экранов (рисунок 5).

Сегодня основным сдерживающим фактором применения многолопастных винтовых свай для устройства фундаментов шумовых экранов и завес остается недостаточная изученность их совместной работы. Различия в видах, конфигурациях и размерах как шумозащитных экранов, так и винтовых свай зна-

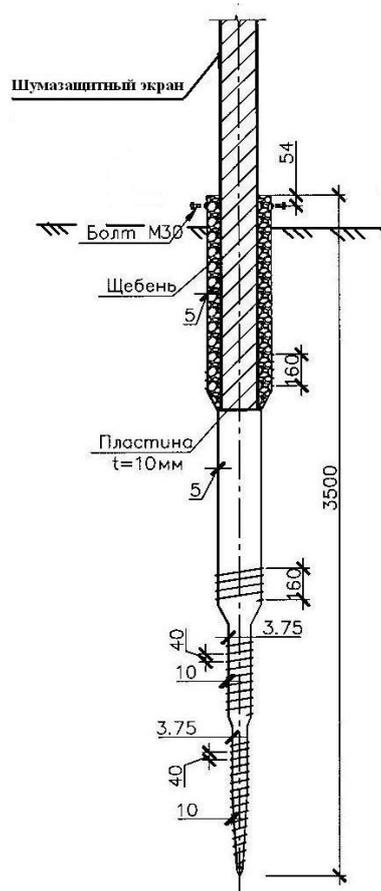


Рисунок 5 – Вариант использования многолопастных винтовых свай для устройства фундаментов шумозащитных экранов

чительно влияют на характер совместной их работы в различных климатических и грунтовых условиях.

РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для обоснования применения многолопастных свай в качестве фундаментов шумозащитных экранов были выполнены расчеты по двум группам предельных состояний под шумозащитные экраны ДАКАР завода строительных конструкций Armax. Расчет производится для пяти вариантов конструкций:

1. секция ШЭ 3x4.09 м, стойка прямая из двутавра 16Б1;
2. секция ШЭ 3x6.09 м, стойка прямая из двутавра 16Б1;
3. секция ШЭ 3x6.09 м, стойка прямая из двух двутавров 16Б1;
4. секция ШЭ 3x5.265 м, стойка наклонная из двутавра 16Б1;

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОЛОПАСТНЫХ ВИНТОВЫХ СВАЙ В КАЧЕСТВЕ ФУНДАМЕНТОВ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ

5. секция ШЭ 3х5.265 м, стойка наклонная из двух двутавров 16Б1.

Для каждого варианта экрана рассматривалось 8 вариантов ветровой нагрузки и 3 варианта грунтовых условий. Сопряжение стойки с многолопастной винтовой сваей рассматривалось для двух вариантов: фланцевое или труба в трубу. В зависимости от типа сопряжения и стойки (двутавр 16Б1 или два двутавра 16Б1) используется 4 типа многолопастных свай ($\varnothing 219 \times 5$). Расчет выполняется на основании и в соответствии со ст. 16 [1].

Расчетная схема каждого из рассматриваемых вариантов – статически определимая консольная стойка, воспринимающая нагрузки от собственного веса, веса экрана ограждения и ветровую нагрузку. Расчетные схемы по каждому из вариантов представлены на рисунке 6.

Нагрузки, действующие на стойку шумозащитного экрана, делились на две категории:

- 1) нагрузки от собственного веса конструкций;
- 2) ветровая нагрузка.

Расчет сваи на совместное действие вертикальной и горизонтальной сил и момента производится в соответствии со схемой В.1 приложения В [5]. Схема показана на рисунке 7.

Расчет свай на совместное действие вертикальной и горизонтальной сил и момента включает:

- проверку устойчивости грунта согласно В. 7 [5];
- расчет свай по деформациям, включающий проверку соблюдения условий допустимости расчетных значений горизонтального перемещения головы сваи u_p и угла ψ_p ;
- проверку сечений свай по предельным состояниям (ПС) первой и второй групп на совместное действие расчетных усилий.

При проведении расчетов использовался ПК «Лира», описывающий механическое взаимодействие балок и упругого основания. Грунт, окружающий сваю рассматривается как упругая линейно-деформируемая среда, характеризуемая коэффициентом постели c_z , тс/м³, возрастающим с глубиной.

Расчетные значения коэффициента постели грунта на боковой поверхности сваи определяется по формуле

$$c_z = \frac{K \cdot z}{\gamma_c}, \quad (1)$$

где K – коэффициент пропорциональности, тс/м⁴, принимаемый в зависимости от вида грунта, окружающего сваю, по табл. В. 1 [5]; z – глубина расположения сечения сваи в грунте, м; γ_c – коэффициент условий работы (для отдельно стоящей сваи $\gamma_c = 3$).

Рассматривались три варианта грунтовых условий для винтовой сваи длиной 4 м:

1. Грунты со значением коэффициента пропорциональности $K = 1800$ тс/м⁴.
2. Грунты со значением коэффициента пропорциональности $K = 1200$ тс/м⁴.
3. Грунты со значением коэффициента пропорциональности $K = 700$ тс/м⁴.

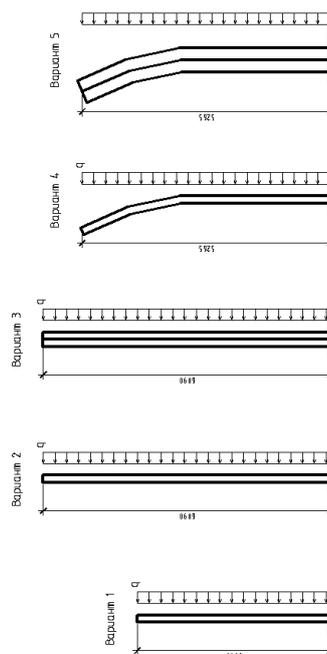


Рисунок 6 – Расчетные схемы стоек шумозащитных экранов

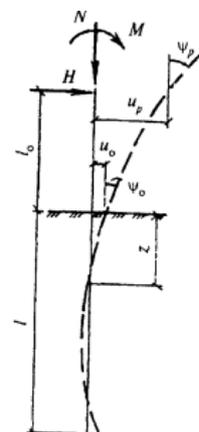


Рисунок 7 – Схема нагрузок на сваю

При расчете сваи по прочности материала она рассматривается как стержень, жестко заземленный в грунте в сечении, расположенном от подошвы ростверка на расстоянии l_1 , определяемом по формуле

$$l_1 = l_0 + \frac{2}{\alpha_\varepsilon}, \quad (2)$$

где l_0 – длина участка сваи от подошвы высокого ростверка до уровня планировки грунта, м; α_ε – коэффициент деформации, $1/м$, определяемый по приложению Г [5].

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{K \cdot b_p}{\gamma_c \cdot E \cdot I}}, \quad (3)$$

где E – модуль упругости материала сваи, $т/м^2$; I – момент инерции поперечного сечения сваи, $м^4$; b_p – условная ширина сваи (для исследуемых свай принимается равной

$$b_p = 1,5d + 0,5 \text{ (м)});$$

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый согласно п. В.2 [5]; d – диаметр наружный диаметр круглого сечения сваи в плоскости, перпендикулярной действию нагрузки, м.

В расчетной схеме были представлены 120 вариантов свай. Схема состояла из 8 блоков ветровых районов (от Ia до VII). В каждом блоке были представлены 5 рядов вариантов конструкций экранов и 3 варианта грунтовых условий. Для выполнения проверки устойчивости грунта из расчетной схемы получены значения расчетного давления на грунт. Проверка устойчивости грунта производилась с использованием характеристик грунта (c_1 , ϕ_1 , γ_1), полученным по данным инженерно-геологических изысканий.

По данным расчета в ПК «Лира» получены значения деформаций верха свай. Предельно допустимые значения горизонтального перемещения верха сваи и угла ее поворота назначались из условия нормальной эксплуатации сооружения. Для оценки влияния деформации фундамента на конструкцию шумозащитных экранов получены горизонтальные перемещения верха экрана (перемещения вследствие изгиба самого экрана не учитывались).

Проверка сечений многолопастных винтовых свай ($\varnothing 219 \times 5$) была выполнена в программе «Лир-Стек» с проверкой сечений свай по первой и второй группе предельных состояний (ПС) и по местной устойчивости (МУ). В результате выполненных расчетов были получены экстремальные усилия, возникающие в сечениях свай и выполнены расчеты болтового соединения сваи с конструкцией шумозащитного экрана.

ВЫВОДЫ

1. Многолопастные винтовые сваи являются эффективными при использовании в качестве фундаментов шумозащитных экранов.

2. Используя полученные данные пространственного расчета для каждого типа многолопастных винтовых свай в ПК «Лира», произведен подбор сечений свай по двум группам предельных состояний для предварительной оценки минимальных сечений, необходимых по каждому варианту конструкции шумозащитного экрана, ветровой нагрузки и грунтовых условий.

3. При проектировании фундаментов из многолопастных винтовых свай для шумозащитных экранов необходимо дополнительно учитывать:

- результаты инженерно-геологических изысканий;
- сведения о сейсмичности площадки строительства;
- агрессивность среды эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации.
3. ГОСТ Р 54257-2010 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования.
4. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
5. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.
6. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83.
7. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*.

Носков И.В. – к.т.н., профессор, E-mail: noskov.56@mail.ru, Алтайский государственный технический университет; **Копылов А.В.** – инженер, ООО «Алтайгражданпроект».