

УДК 69.001.5

## РАСЧЕТ ОСНОВАНИЯ СОПРЯЖЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО СООРУЖЕНИЯ

***Тарасеева Нелли Ивановна,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Геотехника и дорожное  
строительство».*

***Кузнецов Алексей Анатольевич,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Геотехника и дорожное  
строительство».*

***Калашников Андрей Владимирович,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*магистрант.*

### **Аннотация**

В статье представлен сравнительный анализ результатов расчета щебеночного основания и осадки свайного фундамента с монолитным ростверком сопряжения искусственного сооружения. В ходе расчета будет установлена наиболее эффективная конструкция с точки зрения наименьшей осадки сопряжения.

**Ключевые слова:** сопряжение искусственного сооружения, фундамент, осадка, монолитный фундамент, подстилающий слой, свайный фундамент, переходная плита.

# CALCULATION OF THE BASIS OF INTERFACE OF THE ARTIFICIAL CONSTRUCTION

***Taraseeva Nelli Ivanovna,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Geotechnics and road construction”.*

***Kuznetsov Alexei Anatolyevich,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Geotechnics and road construction”.*

***Kalashnikov Andrey Vladimirovich,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*undergraduate.*

## **Abstract**

The comparative analysis of results of calculation of the crushed-stone basis and draft of the pile base with a monolithic grillage of interface of an artificial construction is presented in article. During the calculation, the most effective design will be established in terms of the smallest draft of the interface.

**Keywords:** Conjugation of an artificial structure, foundation, sediment, monolithic foundation, underlying layer, pile foundation, transition plate.

Назначение сопряжения искусственного сооружения – это обеспечение плавности съезда и въезда автомобиля на мост в течение всего периода эксплуатации данного участка дороги и транспортного сооружения [2]. Сопряжение включает в себя переходную плиту, которая одним краем опирается на шкафную стенку крайней опоры мостового перехода, а другим на железобетонный блок (монолитный или сборный), последний традиционно устраивается на подстилающем слое из мелкофракционного, уплотненного по методу заклинки, щебня (рисунок 1).

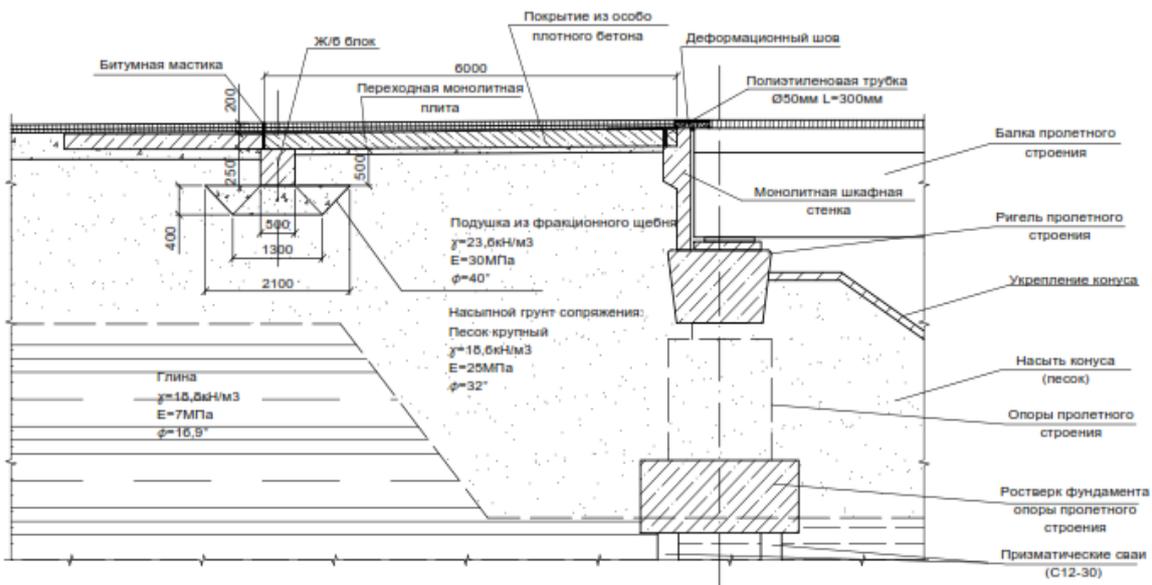


Рисунок 1 – Конструкция устройства сопряжения на щебеночном основании

В период эксплуатации подхода к искусственному сооружению от динамического воздействия колес автомобилей образуются просадки насыпи, волны, промоины и провалы, что нарушает условия безопасного движения транспортных средств на въезде на мост.

Для уменьшения осадки свободного края переходной плиты сопряжения предлагаем заменить конструкцию основания из уплотненного щебня на свайную конструкцию с монолитным ростверком (рисунок 2).

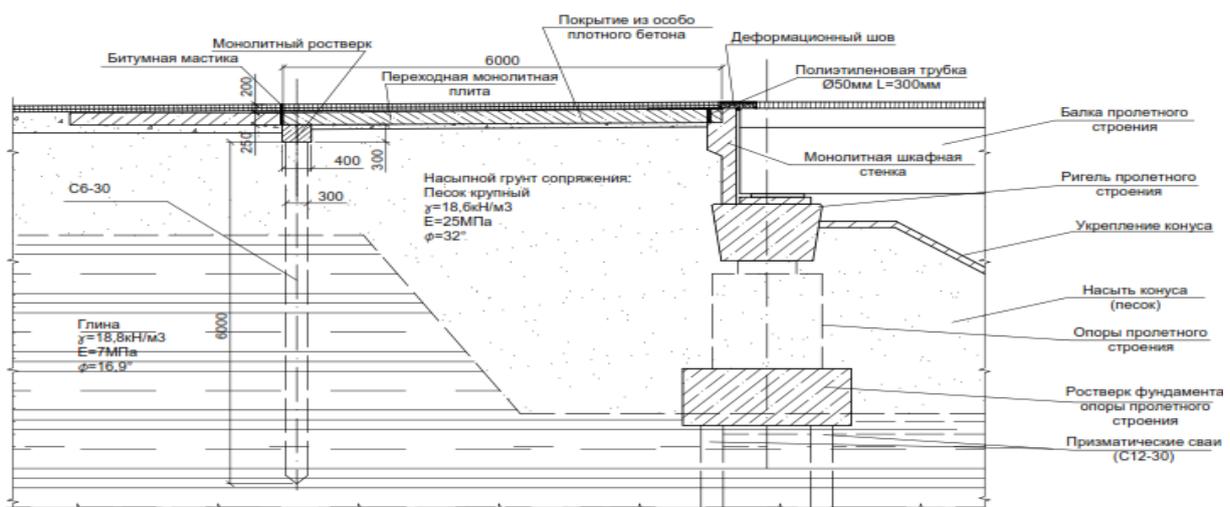


Рисунок 2 – Конструкция устройства сопряжения на свайном фундаменте с монолитным ростверком

С целью определения эффективности первого и второго вариантов выполним сравнение значений осадки конструкций фундамента [1, 4, 6].

Для расчета была принята 2 категория автомобильной дороги, действующие нагрузки: А-11, НК-80, нагрузки от дорожного покрытия и железобетонной переходной плиты ( $N_{II}=60$  кН/п.м.).

*Расчет щебеночного основания под переходную плиту сопряжения*

Фундаменты мелкого заложения, в нашем случае – это уплотненное щебеночное основание, проектируются в соответствии с расчетом по второй группе предельных состояний (по деформациям основания). Основные сочетания нагрузок  $N_{II}$ ,  $M_{II}$ ,  $Q_{II}$  в расчете фундаментов и их оснований по деформациям принимают с коэффициентами надежности, равными единице.

На основании сравнения среднего давления под подошвой фундамента и расчетного сопротивления грунта основания (1) возможно определить необходимые размеры подошвы щебеночного основания под переходную плиту (фундамент мелкого заложения):

$$P \leq R, \quad (1)$$

где  $P$  – давление под подошвой фундамента,

$R$  – расчетное сопротивление грунта основания, контактирующего с подошвой фундамента.

Следующим шагом определяем величину расчетной осадки, которая сопоставляется с предельно допустимой для данного сооружения (мост, элемент сопряжения):

$$S \leq S_u, \quad (2)$$

где  $S$  – расчетная величина осадки;  $S_u$  – предельно допустимая осадка.

Нормы проектирования [1, 5, 6] рекомендуют при выполнении условия (1) осадку фундамента определять с использованием расчетной схемы линейно-деформируемого полупространства.

В нашем случае низ подошвы фундамента под переходную плиту располагаем на глубине  $H=0,4$ м относительно элементов пролетного строения моста. В качестве основания используем послойно уплотненный грунт в виде

крупного песка, а затем утрамбованную щебеночную трапецию, устроенную по методу заклинки, на которую и будет укладываться переходная плита (рисунок 1).

Определили нагрузку от выше лежащих конструкций. При заданных условиях  $N_{II} = 473,5/8=60$  кН/м.

Из условия (3) принимаем ширину подошвы фундамента:

$$P = \frac{N_{II}}{b \cdot 1} \leq R. \quad (3)$$

По формуле (7) СНиП 2.02.01-83\* определяем расчётное сопротивление грунта. Ширину фундамента принимаем  $b = 0,6$  м.

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \left[ M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II} \right], \quad (4)$$

где  $\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$  – коэффициенты условий работы;

$k=1$ , если прочностные характеристики грунта ( $\varphi$  и  $c$ ) определены непосредственными испытаниями;

$M_{\gamma}$ ,  $M_q$ ,  $M_c$  – коэффициенты, принимаемые по таблице 4 [1];

$k_z$  – коэффициент, принимаемый равным 1 при  $b < 10$  м,

$b$  – ширина подошвы фундамента, м;

$\gamma_{II}$  – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды);

$\gamma'_{II}$  – то же, залегающих выше подошвы фундамента, вдоль боковой поверхности;

$C$  – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа;

В нашем случае для щебня при  $d_1=0,4$  м и  $\varphi_{II}=40^\circ$  следующие значения показателей:  $M_{\gamma} = 2,46$ ;  $M_q = 10,85$ ;  $\gamma_{c1} = 1,4$ ;  $\gamma_{c2} = 1,2$ ;  $\gamma_{II} = 17 \text{ кН/м}^3$ ;  $\gamma'_{II} = 15 \text{ кН/м}^3$ ;  $C_{II}=0$ ;  $E=30$  МПа.

По формуле (4) рассчитываем сопротивление грунта основания на подстилающем слое из щебеночной подушки:

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,2}{1} [2,46 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 17 + 10,85 \cdot 0,4 \cdot 15] = 151,4 \text{ кПа.}$$

Предварительная ширина фундамента под элемент сопряжения искусственного сооружения:

$$b = \frac{N_{II}}{R} \times 1,1 = \frac{60}{151,4} \times 1,1 = 0,5 \text{ м.}$$

Для переходной плиты площадь опирания:

$$A = b \cdot 1\text{м} = \frac{N_{II}}{R} = \frac{60}{151,4} = 0,5\text{м} \cdot 1\text{м.}$$

Принимаем: ширина подошвы  $b \geq 0,5$ . В этом случае расчетное сопротивление щебня:

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,2}{1} [2,46 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 17 + 10,85 \cdot 0,4 \cdot 15] = 144,6 \text{ кПа.}$$

Давление под подошвой:

$$P = \frac{60}{0,5 \cdot 1} = 120 \text{ кПа} < R = 144,6 \text{ кПа.}$$

Расчет фундаментов мелкого заложения под конструкцию переходной плиты, выполненный по второй группе предельных состояний (по деформациям), показал, что требуемое условие (1) выполняется. Типовая конструкция сопряжения способна воспринимать сопротивление грунта основания, контактирующего с подошвой фундамента. Принимаем ширину бетонного блока переходной плиты равную  $b=0,5$  м.

#### *Расчёт свайного фундамента под переходную плиту сопряжения*

В нашей работе предложен вариант замены традиционно используемого щебеночного основания из уплотненного щебня на свайный фундамент.

Расчет свайных фундаментов и их оснований выполняют по 2 группам предельных состояний [1, 5]:

а) первая группа предусматривает выполнение сравнительных расчётов по прочности материала свай и свайных ростверков, а также по несущей способности грунта основания свай;

б) вторая группа определяет основные параметры по осадкам оснований свай и свайных фундаментов от вертикальных нагрузок.

Ниже представлен расчет осадки фундамента, выполненный в современном программном комплексе «Base 7.3» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Программный комплекс «Base 7.3»

### Результаты расчета:

Тип сваи – висячая забивная. На рисунке 4 и в таблице 1 представлены исходные данные для определения параметров в программе.

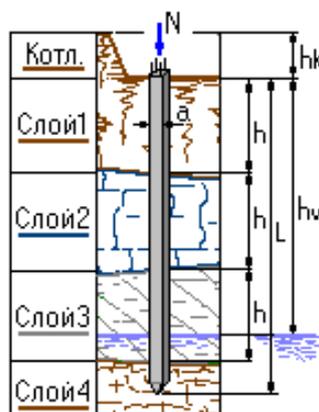


Рисунок 4 – Расчетная схема висячей сваи.

Таблица 1 – Характеристики грунта по слоям

Номер слоя	Качество	Количество	Мощность слоя, м	Модуль деформации	Ед. измерения
Слой 1	Песчаный	Крупные	1,5	25000	(кПа)
Слой 2	Глинистый	IL=0,4	4,5	7000	(кПа)

*Исходные данные для расчета:*

Длина сваи – 6 м

Диаметр (сторона) сваи – 0,3 м

Глубина котлована – 0 м

*Нагрузки на сваю:*

$N=60$  кН

$F_d=313,8$  кН

*Выводы*, предоставленные расчётной программой «Base 7.3»:

Осадка сваи  $S=3,92$  мм.

Осадка не превышает предельно допустимых деформаций.

Расчет осадки выполнен согласно СП 24.13330.2011 «Основания зданий и сооружений».

Полученные значения для двух видов основания сопряжения искусственного сооружения показали, что применение свайного фундамента с монолитным ростверком под переходной плитой дает осадку 3,92 мм. Осадка согласно типовым проектам конструкции сопряжения с щебеночным основанием – до 50 мм.

Таким образом, использование свайного фундамента позволит значительно уменьшить деформации на ответственном участке сопряжения искусственного сооружения с автомобильной дорогой, а также избежать перемещений грунта конуса насыпи и появления просадок перед мостом [3].

### **Библиографический список:**

1. Проектирование и устройство свайных фундаментов и упрочненных оснований из набивных свай в пробитых скважинах: практическое пособие / В.С. Глухов, В.И. Крутов, В.К. Когай и др. Пенза: ПГУАС, 2011. 99 с.

2. Тарасеева Н.И., Кузнецов А.А., Калашников А.В. Применение современных конструктивных решений проектирования при ремонте мостовых сооружений [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2016. №3. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL:

[http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no3/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.17/at\\_download/file](http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no3/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.17/at_download/file)

3. Стрельников С.А., Андрианов К.А. Применение монолитного бетона, армированного композитной арматурой, для укрепления конусов инженерных сооружений в транспортном строительстве // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт: Материалы 3-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта / ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет». Тамбов, Изд-во Прешина Р.В., 2016. С. 199-203.

4. Шеин А.И., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Некоторые причины отказа строительных конструкций // Науковедение. 2016. Т. 8. № 6. С. 88.

5. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.

6. ГОСТ Р 52748-2007 Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения / СтандартИнформ. М.: ФГУП СтандартИнформ, 2007.