

Сущность и расчет железобетонных ростверков свайных фундаментов

Приходько Себастьян Николаевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данного исследования является описать принцип работы ростверков, материалы их изготовления, а также расчет для железобетонных ростверков. Использованы поисковые, аналитические и сравнительные методы исследования. В результате были выполнены расчёты железобетонных ростверков, также рассмотрены принципы работы и применяемые материалы для их создания.

Ключевые слова: строительство, расчет, ростверк, свайный фундамент, принципы работы.

The essence and calculation of reinforced concrete grilling's of pile foundations

Prikhodko Sebastian Nikolayevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this study is to describe the principle of operation of grilling's, the materials of their manufacture, as well as the calculation for reinforced concrete grilling's. Search, analytical and comparative research methods were used. As a result, calculations of reinforced concrete grilling's were performed, the principles of operation and the materials used to create them were also considered.

Keywords: construction, calculation, grillage, pile foundation, principles of operation.

1. Введение

Свайные фундаменты стали одной из базовых технологий современного строительства, когда природная несущая способность верхних слоёв грунта недостаточна либо условия площадки предъявляют повышенные требования к деформациям основания. В этой системе ключевым элементом выступает ростверк — железобетонная конструкция, объединяющая отдельные сваи в единую пространственную схему и передающая на них нагрузку от стен и колонн здания. Если ростверк выполнен в виде протяжённой балки под несущими стенами, его называют ленточным. Такой формат востребован в жилом и общественном строительстве, в промышленной застройке с

протяжёнными стенами, на участках со сложной геологией и в климатических районах с пучинистыми грунтами.

В статье О.Д. Сейтказинова, А.М. Даулеталиевой и Н.Б. Нагаевой, В.В. Кочерженко описаны основные принципы и особенности расчета свайных фундаментов [1, 2]. В работе А.В. Сергиенко рассмотрены новые технологии и методики, применяемые при возведении свайных фундаментов [3]. В публикации Р.Х. Курамшина, С.Д. Димитрова, А.Ю. Карцева исследуются способы оценки технического состояния свайных фундаментов [4]. В статье Н.В. Блашук, И.В. Маевской описаны особенности и принципы работы ростверка свайного фундамента [5].

Целью данного исследования является описать принцип работы ростверков, материалы их изготовления, а также расчет для железобетонных ростверков.

В результате были выполнены расчёты железобетонных ростверков, также рассмотрены принципы работы и применяемые материалы для их создания.

2. Принцип работы и виды

Ленточный ростверк (рис.1) решает сразу несколько задач. Первая — распределительная: он принимает линейные нагрузки от стен и перераспределяет их на группы свай, сглаживая локальные концентрации усилий и снижая риск перегрузки отдельных элементов свайного поля. Вторая — связывающая: ростверк объединяет сваи в жёсткую систему, повышая устойчивость фундамента к горизонтальным воздействиям (ветер, сейсмика, несимметричные нагрузки в процессе монтажа). Третья — пространственная: за счёт непрерывности и армирования он работает как замкнутый пояс, ограничивающий относительные перемещения узлов и «подтягивающий» геометрию в проектное положение.



Рисунок 1. Свайно-ростверковый фундамент

По характеру взаимодействия с грунтом различают два принципиальных решения. Высокий (поднятый) ростверк не контактирует с грунтом (рис.2):

нагрузка уходит только через сваи, а под ростверком сохраняется зазор. Такое устройство минимизирует влияние пучения и сезонных подвижек. Низкий (заглублённый) ростверк частично работает совместно с грунтом: опираясь боковыми гранями или подошвой на подготовку, он дополнительно воспринимает реакцию основания, снижая прогиб и повышая жёсткость ленты. Выбор между вариантами зависит от инженерно-геологических условий, уровня грунтовых вод, требований по морозостойкости, а также от архитектурных решений.



Рисунок 2. Глубина заложения ростверков

3. Конструктивные решения и материалы

Ленточные ростверки чаще всего выполняют монолитными из тяжёлого бетона, что обеспечивает непрерывность, надёжное анкерование арматуры и свободу в формообразовании. Реже применяют сборные элементы или сборно-монолитные схемы (например, укрупнённые балки с монолитными стыками). Типовое сечение — прямоугольное, иногда трапециевидное (для экономии бетона или увязки с опалубкой и гидроизоляцией). Высота ленты задаётся расчётной жёсткостью и требованиями по анкеровке выпусков стержней, ширина — условиями размещения арматуры, защитных слоёв и технологическими допусками по оголовкам свай.

Армирование состоит из продольных стержней (работа на изгиб) и поперечных хомутов (работа на срез, ограничение раскрытия наклонных трещин, удержание каркаса) (рис.3). В около опорных зонах над сваями местные усилия возрастают — здесь предусматривают усиление: уплотнённые хомуты, дополнительные продольные стержни, иногда распределительные пластины или утолщения стенок опалубки для аккуратного бетонирования узла «свая—ростверк».

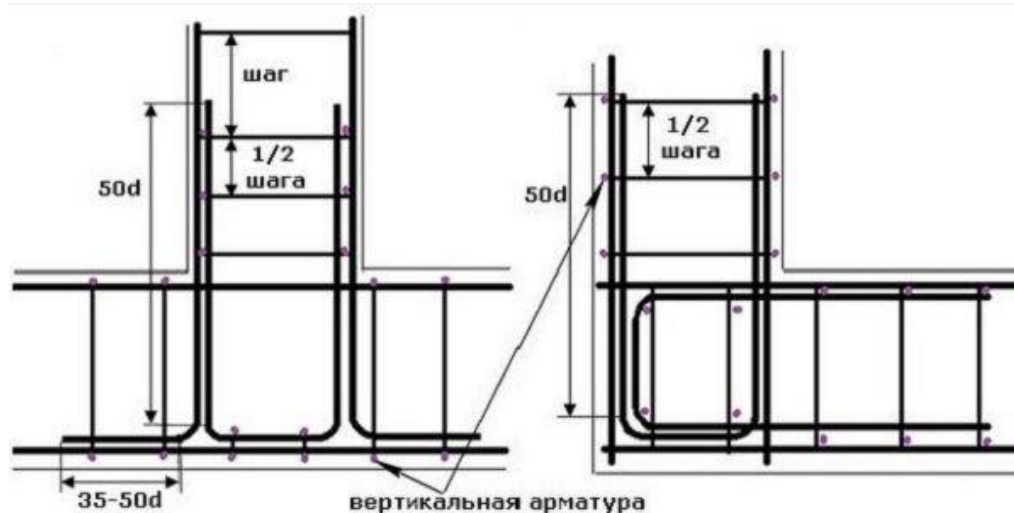


Рисунок 3. Пример армирования ростверка

К качеству материалов предъявляют повышенные требования. Бетон выбирают с учётом водонепроницаемости и морозостойкости — особенно при высоком УГВ (уровень грунтовых вод) и в зонах сезонного промерзания. Арматура защищается достаточным защитным слоем и, при необходимости, антикоррозионными решениями. В узлах сопряжений важны корректные выпуски из свай и стен, чтобы обеспечить надёжную передачу усилий без концентраций напряжений и «коротких» анкеровок.

4. Расчет железобетонных ростверков

Ростверки должны проектироваться с учетом эксплуатационных нагрузок, распределяемых в виде треугольных форм с максимальным значением P , определяемое по формуле:

$$P = \frac{q_0 \times L}{a}$$

L – расстояние между осями свай

q_0 – распределенная нагрузка от щдания

a – длина базы наружки

$$a = 3.14 \times \sqrt[3]{\frac{E_p \times I_p}{E_k \times b_k}}$$

E_p – модуль упругости бетона

I_p – момент инерции ростверка

E_k – модуль упругости блоков

b_k – ширина стены, ктоторая поддерживает ростверк

b_p – ширина ростверка (1,5 м)

h_p – высота ростверка (0,6 м)

Рассчитаем момент инерции:

$$I_p = \frac{b_p \times h_p^3}{12} = \frac{1,5 \times 0,6^3}{12} = 0,027 \text{ м}^4$$

Тогда длина базы нагрузки равна:

$$a = 3,14 \times \sqrt[3]{\frac{2,7 \times 0,027}{2,7 \times 0,77}} = 3,14 \times \sqrt[3]{0,37} = 1,1 \text{ м}$$

Максимальное значение нагрузки P рассчитывается следующим образом:

$$P = \frac{q_0 \times L}{a} = \frac{1696,36 \times 1,3}{1,1} = 2004,78 \text{ кН}$$

Определим максимальные изгибающие моменты:

$$M_{\text{оп}} = -\frac{q_0 \times L_p^2}{24} = -\frac{1696,36 \times 0,84^2}{24} = -49,87 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{оп}} = -\frac{q_0 \times L_p^2}{12} = -\frac{1696,36 \times 0,84^2}{12} = -99,74 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Далее вычислим поперечные силы, возникающие в ростверке у основания свай:

$$Q = \frac{q_0 \times L_p}{2} = \frac{1696,36 \times 0,84}{2} = 712,47 \text{ кН}$$

L_p – расчетный пролет

q_0 – распределенная нагрузка от здания на уровне нижней части ростверка

Далее необходимо подобрать сечение требуемой арматуры (относительно продольной оси), для этого определим коэффициент α_m :

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \times b \times h_0^2}$$

M – крутящий момент в пределах пролета

b – ширина сечения

h_0 – рабочая высота

$$\alpha_m = \frac{49,87 \times 10^6}{11,5 \times 10^3 \times 1,5 \times 0,55^2}$$

Вычислим требуемую площадь растянутой арматуры:

$$A_s = \frac{M}{R_s \times \eta \times h_0}$$

R_s – расчетное сопротивление арматуры

$$A_s = \frac{49,87 \times 10^6}{365 \times 0,977 \times 0,55} = 2,54 \text{ см}^2$$

Тогда будем использовать арматуру класса А400 8Ø7 мм ($A_s = 3,08 \text{ см}^2$). Аналогично определим класс арматуры на опоре:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \times b \times h_0^2} = \frac{99,74 \times 10^6}{11,5 \times 10^3 \times 1,5 \times 0,55} = 0,019$$
$$A_s = \frac{M}{R_s \times \eta \times h_0} = \frac{99,74 \times 10^6}{360 \times 0,99 \times 550} = 5,02 \text{ см}^2$$

Исходя из расчетов выберем арматуру А400, 8Ø10 мм ($A_s = 6,28 \text{ см}^2$).

5. Заключение

Таким образом, железобетонные ленточные ростверки свайных фундаментов являются одним из наиболее надёжных и универсальных конструктивных решений в современном строительстве. Они обеспечивают совместную работу свай и надземных конструкций, позволяют эффективно использовать строительные площадки со сложными геологическими условиями и отвечают требованиям прочности и долговечности.

Библиографический список

1. Сейтказинов О.Д., Даулеталиева А.М. Основные принципы расчета и конструкция плитных и свайных фундаментов зданий// Интернаука. 2025. №13-1. С. 12-16. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80639429>
2. Нагаева Н.Б., Кочерженко В.В. К расчету свай и свайных фундаментов// Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства. 2016. С. 265-271. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26520798>
3. Сергиенко А.В. Свайные фундаменты: новые технологии и конструкции// Фундаменты. 2023. №4. С. 52-54. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=56196487>
4. Курамшин Р.Х., Димитров С.Д., Карцев А.Ю. Особенности оценки технического состояния свайных фундаментов эксплуатируемых зданий// Потенциал интеллектуально одарённой молодежи - развитию науки и образования. 2019. С. 259-263. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42603706>
5. Блащук Н.В., Маевская И.В. Разница в работе ростверка свайного фундамента и усиленного сваями ленточного фундамента мелкого заложения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2014. №3. С. 229-240. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21615068>