

Расчёт давления на фундаментную плиту, рассчитанного под промышленное оборудование

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью исследования является описание методик расчетов и непосредственные расчеты давления на фундаментальную плиту. В ходе данной работы использованы поисковые и вычислительные методы исследования, позволившие рассчитать давление на фундамент, рассчитанный под промышленное оборудование. В результате описаны методики расчетов, получено значение давления.

Ключевые слова: давление на плиту, фундаментальная плита, промышленное оборудование

Calculation of the pressure on the foundation plate, designed for industrial equipment

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of the study is to describe the calculation methods and direct calculations of the pressure on the foundation plate. In the course of this work, search and computational research methods were used, which made it possible to calculate the pressure on the foundation designed for industrial equipment. As a result, calculation methods are described, and the pressure value is obtained.

Keywords: pressure Plate, foundation Plate, Industrial equipment

1. Введение

1.1 Актуальность исследования

Актуальность данного исследования обусловлена широким применением промышленного оборудования, характеризующегося значительными статическими и динамическими нагрузками, а также повышенными требованиями к устойчивости и точности его работы. Надёжность функционирования такого оборудования в значительной степени определяется качеством проектирования фундаментов, поскольку ошибки при расчёте основания могут привести к неравномерным осадкам, появлению трещин, нарушению геометрического положения оборудования и, как

следствие, к снижению эффективности производственного процесса и росту эксплуатационных затрат.

1.2 Обзор исследований

В статье В. В. Викторова [1] разработана методика определения напряжений в основании внецентренно нагруженных фундаментов с учетом возможности частичного отрыва подошвы по различным вариантам распределения давления на основание. Применение этой методики позволяет более точно определять напряжения под подошвой внецентренно нагруженных фундаментов с учетом возможного варианта распределения давления на основание при частичном отрыве подошвы фундамента. Исследуется влияние неравномерности осадок фундаментов на их размеры. Предлагается прием определения ширины подошвы фундаментов по заранее заданной величине их осадки и ее относительной неравномерности в исследовании П. И. Калугина [2]. В работе В. В. Подтелкова [3] рассмотрены нагрузки передают через фундаменты каркаса на грунт значительное давление, которое при больших размерах подошвы и взаимном влиянии увеличивает нижнюю границу сжимаемой толщи и, как следствие, осадку конструкций. При наличии в основании слабых грунтов, осадки достигают предельных значений. Положение усугубляется высоким уровнем грунтовых вод, что также увеличивает осадку фундаментов. В статье приведены и проанализированы варианты решения проблемы путем усиления основания уплотнением верхнего слоя и цементацией его на различную глубину в зависимости от давления и конструкции фундамента. Приводится методика определения максимального давления под подошвой столбчатого фундамента, нагруженного с эксцентриситетом в двух направлениях, в результате действия которых возникает частичный отрыв подошвы в исследовании О. Л. Викторова [4]. Получены аналитические зависимости для расчета гидростатического давления в различных зонах пластической области грунта и на контактной поверхности, а также для расчета переменного давления между фундаментом и грунтом, переменность механических свойств которого вызывает изменение в нем характера напряженного состояния в исследовании Ю. А. Цеханова [5].

1.3 Цель исследования

Целью исследования является описание методик расчетов и непосредственные расчеты давления на фундаментальную плиту.

2. Материалы и методы

В качестве материалов исследования использовались нормативно-методические и теоретические источники, регламентирующие расчёт и проектирование фундаментов под промышленное оборудование. Основу расчётной базы составили положения строительной механики, механики грунтов и теории железобетонных конструкций, а также действующие нормативные документы, определяющие порядок учёта нагрузок,

коэффициентов надёжности и расчётных характеристик грунтового основания.

3. Результаты и обсуждение

Фундаментальная плита – это разновидность плитного фундамента, выполненного в виде сплошной железобетонной конструкции, предназначенной для восприятия и передачи нагрузок от здания, сооружения либо промышленного оборудования на грунтовое основание.

Промышленное оборудование – это совокупность машин, механизмов и технических устройств, предназначенных для осуществления производственных процессов в промышленности.

Вводные данные для проведения расчетов

Нормативный вес оборудования

$$G_{об} = 120 \text{ кН}$$

Габариты оборудования 2 на 1,5 метра, ширина равна пяти метрам, длина четыре метра, толщина равна половине метра. Техника расположена не по центру плиты.

Тип грунта – суглинок.

$$B = 5,0 \text{ м}$$

$$L = 4,0 \text{ м}$$

$$h = 0,5 \text{ м}$$

Удельный вес бетона

$$\gamma_{бет} = 25 \text{ кН/м}^3$$

Расчетное сопротивление

$$R_0 = 250 \text{ кПа}$$

Коэффициент для постоянных нагрузок

$$\gamma_g = 1,1$$

Определение фундаментальных нагрузок

Вес

$$V = 5,0 \cdot 4,0 \cdot 0,5 = 10,0 \text{ м}^3$$

$$G_{пл} = 10,0 \cdot 25 = 250 \text{ кН}$$

Расчётная нагрузка от оборудования

$$G_{об}^{расч} = G_{об} \cdot \gamma_g$$

$$G_{об}^{расч} = 120 \cdot 1,1 = 132 \text{ кН}$$

Расчётная нагрузка от плиты

$$G_{пл}^{расч} = G_{пл} \cdot \gamma_g$$

$$G_{пл}^{расч} = 250 \cdot 1,1 = 275 \text{ кН}$$

Полная расчётная нагрузка

$$N = G_{об}^{расч} + G_{пл}^{расч}$$

$$N = 132 + 275 = 407 \text{ кН}$$

Геометрические характеристики подошвы плиты
Площадь опирания

$$A = B \cdot L$$

$$A = 5,0 \cdot 4,0 = 20,0 \text{ м}^2$$

Момент сопротивления подошвы
Необходимая формула

$$W = \frac{B \cdot L^2}{6}$$

тогда

$$W = \frac{5,0 \cdot 4,0^2}{6} = \frac{5,0 \cdot 16}{6} = 13,33 \text{ м}^3$$

Учёт эксцентриситета нагрузки
Принятый эксцентриситет
 $e=0,4\text{м}$

$$M = N \cdot e$$

тогда

$$M = 407 \cdot 0,4$$

$$M = 162,8 \text{ кН м}$$

Определение среднего давления под плитой

$$p_0 = \frac{N}{A}$$

$$p_0 = \frac{407}{20} = 20,35 \text{ кПа}$$

Дополнительное давление от изгибающего момента

$$p_M = \frac{M}{W}$$

$$p_M = \frac{162,8}{13,33} = 12,21 \text{ кПа}$$

Максимально давление

$$p_{max} = p_0 + p_M$$

$$p_{max} = 20,35 + 12,21 = 32,56 \text{ кПа}$$

Минимальное давление

$$p_{min} = p_0 - p_M$$

$$p_{min} = 20,35 - 12,21 = 8,14 \text{ кПа}$$

Проверка несущей способности грунта

$$p_{max} \leq R_0$$

$$32,56 \leq 250 \Rightarrow \text{условие выполняется}$$

Отсутствие отрыва подошвы

$$p_{min} \geq 0$$

$$8,14 \geq 0 \Rightarrow \text{отрыв не возникает}$$

В результате расчёта установлено, что при учёте коэффициентов надёжности и эксцентриситета нагрузки фундаментальная плита обеспечивает допустимый уровень давления на грунт основания. Максимальное давление под подошвой плиты значительно меньше расчётного сопротивления грунта,

а минимальное давление остаётся положительным, что свидетельствует об устойчивой работе фундамента без отрыва подошвы.

4. Выводы

В результате проведённого исследования выполнено поэтапное определение давления на фундаментальную плиту, предназначенную для восприятия нагрузок от промышленного оборудования, с учётом собственного веса плиты, коэффициентов надёжности по нагрузке и эксцентриситета приложения усилий. Расчёт позволил установить характер взаимодействия фундаментальной плиты с грунтовым основанием и выявить влияние геометрических и силовых факторов на распределение контактных напряжений.

Практическая значимость данного исследования заключается в возможности применения полученных результатов при проектировании и обосновании фундаментных плит под промышленное оборудование в реальных инженерных условиях.

Библиографический список

1. Викторов В. В., Викторова О. Л. Внецентренно нагруженные фундаменты с частичным отрывом подошвы: определение максимального давления на грунт // Региональная архитектура и строительство. 2024. №. 1(58). С. 105-114. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=63299659>. (Дата обращения 24.01.26).
2. Калугин П. И. О расчете размеров фундаментов по величине осадки основания // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Материалы межрегиональной научно-практической конференции "Высокие технологии в экологии". 2012. №. 1. С. 94-96. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18907374>. (Дата обращения 24.01.26).
3. Подтелков В. В., Прокопенко А. В., Зеленков Д. С., Пшидаток М. А. Особенности расчета и усиления оснований фундаментов здания распределительного центра в условиях слабых грунтов // Инженерный вестник Дона. 2025. №. 4(124). С. 463-476. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82440579>. (Дата обращения 24.01.26).
4. Викторова О. Л., Викторов В. В. Методика расчета внецентренно нагруженных столбчатых фундаментов с частичным отрывом подошвы // Региональная архитектура и строительство. 2019. №. 4(41). С. 136-144. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41523004>. (Дата обращения 24.01.26).
5. Цеханов Ю. А., Балаганская Е. А. Расчет предельной нагрузки на грунт с неоднородными прочностными свойствами // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2012. №. 2(26). С. 135-140. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17713033>. (Дата обращения 24.01.26).