

Федорова Алина Владимировна, Студент,
Санкт-Петербургский Горный Университет императрицы Екатерины II
Fedorova Alina Vladimirovna,
St. Petersburg Mining University of Empress Catherine II

**РАСЧЕТ НАГРУЗОК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ФУНДАМЕНТА
МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ ПОД КОЛОННУ В РАМКАХ
ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И МЕХАНИКИ ГРУНТОВ
CALCULATION OF LOADS DURING THE DESIGN OF A SHALLOW
FOUNDATION UNDER A COLUMN IN THE FRAMEWORK
OF ENGINEERING GEOLOGY AND SOIL MECHANICS**

Аннотация. В статье рассмотрен расчет нагрузок при проектировании фундамента, проанализированы нагрузки, действующие на фундамент. Выполнен расчет снеговой нагрузки, нагрузок на перекрытия и перегородки в соответствии с нормативными документами.

Abstract. The article discusses the calculation of loads during foundation design, and analyzes the loads acting on the foundation. The calculation of snow load, load on floors and partitions in accordance with regulatory documents is performed.

Ключевые слова: Фундамент мелкого заложения, расчет нагрузок, инженерная геология, механика грунтов, снеговая нагрузка, проектирование фундаментов.

Keywords: Shallow foundation, load calculation, engineering geology, soil mechanics, snow load, foundation design.

Нагрузки действующие на фундамент

В зависимости от продолжительности действия нагрузки делят на постоянные и временные и особые. Временные в свою очередь делятся на кратковременные и длительные.

К постоянным нагрузкам следует относить:

- вес частей сооружений, в том числе вес несущих и ограждающих строительных конструкций;
- вес и давление грунтов (насыпей, насыпок), горное давление;
- гидростатическое давление.

К длительным нагрузкам следует относить:

- вес временных перегородок, подливок и подбетонок под оборудование;
- вес стационарного оборудования: станков, аппаратов, моторов, емкостей, трубопроводов с арматурой, опорными частями и изоляцией, ленточных конвейеров, постоянных подъемных машин с их канатами и направляющими, а также вес жидкостей и твердых тел, заполняющих оборудование;
- давление газов, жидкостей и сыпучих тел в емкостях и трубопроводах, давление избыточное давление и разрежение воздуха, возникающее при вентиляции шахт;
- нагрузки на перекрытия от складываемых материалов и стеллажного оборудования в складских помещениях холодильниках, зернохранилищах, книгохранилищах, архивах и подобных помещениях;
- температурные технологические воздействия от стационарного оборудования;
- вес слоя воды на плоских водонаполненных покрытиях;
- вес отложений производственной пыли, если не предусмотрены соответствующие мероприятия по ее удалению;



- пониженные нагрузки кратковременные нагрузки (не все);
- воздействия, обусловленные деформациями основания, не сопровождающимися коренным изменением структуры грунта, а также оттаиванием вечномерзлых грунтов;
- воздействия, обусловленные изменением влажности, усадкой и ползучестью материалов.

К кратковременным нагрузкам следует относить:

- нагрузки от оборудования, возникающие в пускоостановочном, переходном и испытательном режимах, а также при его перестановке или замене;
- вес людей, ремонтных материалов в зонах обслуживания и ремонта оборудования;
- нагрузки от людей, животных, оборудования на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий с полными нормативными значениями;
- нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования (погрузчиков, электрокаров, кранов-штабелеров, тельферов, а также от мостовых и подвесных кранов с полным нормативным значением), включая вес транспортируемых грузов;
- нагрузки от транспортных средств;
- климатические (снеговые, ветровые, температурные и гололедные) нагрузки.

К особым нагрузкам следует относить:

- сейсмические воздействия;
- взрывные воздействия;
- нагрузки, вызываемые резкими нарушениями технологического процесса, временной неисправностью или поломкой оборудования;
- воздействия, обусловленные деформациями основания, сопровождающимися коренным изменением структуры грунта (например, при замачивании просадочных грунтов) или оседанием его в районах горных выработок и в карстовых;
- нагрузки, обусловленные пожаром;
- нагрузки от столкновений транспортных средств с частями сооружения.

В рамках данной работы рассматриваются такие постоянные нагрузки, как:

- 1) Собственный вес элементов кровли;
- 2) Собственный вес элементов перекрытий;
- 3) Собственный вес элементов полов;
- 4) Собственный вес колонны.

В качестве временных нагрузок будет рассматриваться:

- 1) Снеговая нагрузка;
- 2) Полезная нагрузка на перекрытие;
- 3) Собственный вес перегородок.

Нормативное значение снеговой нагрузки определяется по формуле (1):

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g, \quad (1)$$

где c_e – коэф., учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, устанавливается в зависимости от типа местности (В), формы покрытия и степени его защищенности от прямого воздействия ветра. Для данного типа местности, коэффициент определяется по формуле (2) и соответственно (3):

$$c_e = (k_v - 0,4\sqrt{k})(0,8 + 0,002l_c), \quad (2)$$

$$l_c = 2b - \frac{b^2}{l_{\max}}, \quad (3)$$

где b и l_{\max} – наименьший и наибольший размеры покрытия в плане.



Коэффициент k_v в приведенной формуле зависит от средней скорости ветра в зимний период и определяется согласно СП 131.13330.2020; k - коэффициент, зависящий от высоты над уровнем планировочной отметки земли, принимаемый согласно СП 20.13330.2016.

c_t - термический коэффициент, т. к. таяние снега не происходит, данный коэффициент следует принять равным единице.

S_g - нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, принимается в зависимости от снегового района для территории РФ, определяется согласно СП 20.13330.2016. Снеговой район города Москва - III. S_g определяем по таблице из СП, т.е. $S_g = 1,5 \text{ кПа}$.

μ - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимается согласно СП 20.13330.2016, в данной работе равен единице.

При определении усилий для расчета колонн и фундаментов, воспринимающих нагрузки от двух и более перекрытий, полные нормативные значения нагрузок допускается снижать умножением на коэффициент φ_3 (4):

$$\varphi_3 = 0,4 + \frac{\varphi_1 - 0,4}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

$$\varphi_1 = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{A/A_1}}, \quad (5)$$

где A - грузовая площадь (под колонной), $A_1 = 9 \text{ м}^2$; n - общее число перекрытий, в данной задаче $n=3$.

Расчет нагрузок

1) Снеговая нагрузка

$$l_c = 2 \cdot 11,4 - \frac{11,4^2}{14,38} = 13,76 \text{ м}$$

$$k_v = 1,4$$

$$k = 0,65$$

$$c_e = (14, -0,4\sqrt{0,65})(0,8 + 0,002 \cdot 13,76) = 1,13,$$

Принимается равной 1.

$$S_0 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,55 = 15,5$$

2) Нагрузка на перекрытие

Значение нормативной нагрузки на перекрытие для квартир жилых помещений принимаем равной $1,5 \text{ кПа}$. Пониженное значение рассчитываем.

$$A = 18,975 \text{ м}^2$$

$$\varphi_1 = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{18,975/9}} = 0,81$$

$$\varphi_3 = 0,4 + \frac{0,81 - 0,4}{\sqrt{3}} = 0,64$$

$$N_{0II} = 1,55 \cdot 0,64 = 0,96 \text{ кН/м}^2$$

3) Нормативная нагрузка от перегородок принимается как равномерно распределенная интенсивностью $0,5 \text{ кПа}$.

Удельный вес и толщину покрытий выбирается в соответствии с вариантом.

Коэффициенты надежности по нагрузке принимаются из таблицы 7.1 СП 20.13330.2016.

$$\text{Нормативная нагрузка } N_{0II} = \gamma \cdot b \cdot 9,8$$

$$\text{Расчетная нагрузка по 1 гр. пред. сост. } N_{0I} = N_{0II} \cdot \gamma_f$$

Все действующие нагрузки собраны в таблицу 1.



Таблица 1

Обобщенная таблица нагрузок

ПОСТОЯННЫЕ НАГРУЗКИ					
Кровля	Толщина, мм	Удельный вес, кг/м ³	Нормативная нагрузка NoII	Коэф. надеж. по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка по 1 гр. пред. сост NoI
Техноэласт 2 слоя	20	10,10	0,10	1,2	0,12
Цементно-песчанная стяжка	40	2000	0,8	1,1	0,88
Газобетонная крошка	240	250	0,48	1,3	0,624
Пароизоляция - технопласт	5	0	0	1,2	0
Итого кровля			1,624		1,38
Полы					
Линолеум	3,30	1100	0	1,2	0
Газобетонная стяжка	40	600	0,48	1,3	0,624
Итого полы			0,624		0,48
Собственный вес плиты перекрытия	200	2500	5	1,1	5,5
Колонна 250×250 мм, высота 9,9 м	250	2500	79,66	1,1	87,62
ВРЕМЕННЫЕ НАГРУЗКИ					
Снеговая нагрузка	-	-	1,55	1,4	2,17
Полезная нагрузка на перекрытие	-	-	1,5	1,3	1,95
Пониженное значение	-	-	0,96	1,3	1,248
Собственный вес перегородок	-	-	0,5	1,3	0,65

Список литературы:

- СП 131.13330.2020 Строительная климатология.
- СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия (Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85).

