

Расчёт снеговой нагрузки для промышленного здания

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью исследования является описание методик расчетов и непосредственные расчеты снеговой нагрузки. В ходе данной работы использованы поисковые и вычислительные методы исследования, позволившие рассчитать оказываемую нагрузку на здание. В результате описаны методики расчетов, получено значение снеговой нагрузки на скаты крыши.

Ключевые слова: снеговая нагрузка, промышленное здание, снеговые районы.

Calculation of snow load for an industrial building

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of the study is to describe calculation methods and direct calculations of snow load. In the course of this work, search and computational research methods were used, which made it possible to calculate the load exerted on the building. As a result, calculation methods are described, and the value of the snow load on the roof slopes is obtained.

Keywords: snow load, industrial building, snow areas.

1. Введение

1.1 Актуальность исследования

Актуальность темы расчёта снеговой нагрузки для промышленного здания обусловлена необходимостью обеспечения надёжности и безопасности строительных конструкций в условиях воздействия природных климатических факторов. В регионах с устойчивым снежным покровом снеговая нагрузка является одной из определяющих временных нагрузок, существенно влияющих на прочность, жёсткость и устойчивость элементов покрытия и несущего каркаса промышленных зданий. Ошибки в её определении могут привести к недопустимым деформациям и аварийным ситуациям.

1.2 Обзор исследований

В статье Д. Н. Архипова [1] Проведен анализ обрушений кровель зданий в результате повышенной снеговой нагрузки. Проведена количественная оценка высоты снежного покрова, соответствующей нормативной снеговой нагрузке на здания. Сравниваются требования к определению величины снеговой нагрузки на покрытия зданий и сооружений при их проектировании в соответствии с правилами, установленными в нормативных документах различных стран и объединений в исследовании А. Г. Олеха [2]. В работе И.С.Казакова [3] представлен анализ нормативных документов по определению снеговых нагрузок на покрытие зданий и теоретическое исследование снеговых нагрузок в связи с изменением их значений в нормативных документах. Построена вероятностная модель снеговой нагрузки, воздействие которой оказывает влияние на работу каркаса промышленного здания. Предложенный подход к моделированию заключается в представлении выборочной последовательности годовых максимумов веса снегового покрова в виде случайного процесса, значения математических ожиданий и показателей вариации параметров которого варьируются в зависимости от территориальной принадлежности конкретному снеговому району в исследовании Т. В. Золиной [4]. Анализируются результаты наблюдений влияния ветра на распределение снеговых нагрузок на покрытия зданий из оболочек положительной гауссовой кривизны в исследовании И. В. Ледовской [5].

1.3 Цель исследования

Целью исследования является описание методик расчетов и непосредственные расчеты снеговой нагрузки.

2. Материалы и методы

В качестве материалов для выполнения расчёта снеговой нагрузки использовались нормативно-технические документы, регламентирующие определение климатических и расчётных нагрузок на здания и сооружения, а также типовые конструктивные и планировочные характеристики промышленного здания. Исходными данными служили сведения о снеговом районе строительства, геометрических параметрах здания, типе и уклоне кровли, шаге несущих элементов и условиях эксплуатации

3. Результаты и обсуждение

Снеговая нагрузка – это вид временной природной нагрузки, обусловленной скоплением твёрдых атмосферных осадков в виде снега на поверхности инженерных сооружений, прежде всего на кровлях зданий. В расчётном смысле снеговая нагрузка представляет собой распределённое воздействие, характеризующееся весом снежного покрова, приходящимся на единицу площади горизонтальной или наклонной поверхности, и учитываемое при проектировании несущих конструкций.

Промышленное здание – это разновидность здания производственного назначения, предназначенная для размещения технологических процессов, оборудования, инженерных систем и персонала, обеспечивающих выпуск материальной продукции либо выполнение промышленных операций. В системе капитального строительства промышленное здание рассматривается как пространственно-конструктивная оболочка, создающая необходимые условия для осуществления производственной деятельности в соответствии с технологическими, санитарно-гигиеническими и эксплуатационными требованиями.

Снеговые районы – это установленные нормативными документами территориальные зоны, различные по величине характерной снеговой нагрузки, обусловленной климатическими условиями конкретной местности. Деление территории на снеговые районы применяется в строительной практике для унификации и упрощения расчётов нагрузок от снегового покрова при проектировании зданий и сооружений.

Расчет снеговой нагрузки

Для начала необходимо ввести переменные, требуемые для калькуляций. Рассматривается одноэтажное промышленное здание каркасного типа. Местность со снеговым районом третьего уровня. Данный уровень характеризуется умеренно высокой снеговой нагрузкой, отражающей климатические условия территорий с устойчивым зимним снежным покровом и значительной продолжительностью снегозалегания. Нормативный вес снегового покрова равен 1,8кПа. Также примем угол наклона скатов в 25 градусов. Здание отапливаемое, перепады высот отсутствуют.

Размеры здания:

$S_0 = 1,8$ кПа.

$L = 24$ м – пролет здания.

$a = 6$ м – шаг колонн.

$b = 3$ м – шаг прогонов.

Определение нормативной снеговой нагрузки на покрытие рассчитывается по формуле

$$S = S_0 \cdot \mu \cdot c_e \cdot c_t$$

где

$\mu = 1,0$ – коэффициент формы кровли.

$C_e = 1,0$ – коэффициент сноса снега ветром.

$C_t = 1,0$ – температурный коэффициент.

тогда

$$S = 1,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8 \text{ кПа}$$

Нормативная снеговая нагрузка на покрытие равна 1,8 кПа.

Учет неравномерного распределения снега. Для двускатных крыш при расчетах принято считать неблагоприятное сочетание, при котором снег нагружает только один скат. В таком случае $\mu_1 = 1,0$, а $\mu_2 = 0$. При данных

коэффициентах нормативная нагрузка на нагруженный скат остается: $S_1 = 1,8$ кПа.

Коэффициент надежности по нагрузке равен $\gamma_f = 1,4$

Расчетная снеговая нагрузка

$$S_{\text{расч}} = 1,8 \cdot 1,4 = 2,52 \text{ кПа}$$

Перевод снеговой нагрузки в нагрузку на 1 м^2 покрытия

$$2,52 \text{ кПа} = 2,52 \text{ кН/м}^2$$

Определение нагрузки на прогон

При ранее установленной ширине грузовой полосы в три метра:

$$q = S_{\text{расч}} \cdot b = 2,52 \cdot 3 = 7,56 \text{ кН/м}$$

Определение нагрузки на один пролёт прогона

Прогон опирается на рамы с шагом в 6 метров.

$$Q = q \cdot a = 7,56 \cdot 6 = 45,36 \text{ кН}$$

Определение снеговой нагрузки, передаваемой на раму

Нагрузка от одного прогона на одну раму

$$R = \frac{Q}{2} = \frac{45,36}{2} = 22,68 \text{ кН}$$

Если на один скат опирается, например, 4 прогона, то суммарная снеговая нагрузка на одну раму от одного ската:

$$R_{\text{скат}} = 22,68 \cdot 4 = 90,72 \text{ кН}$$

Суммарная нагрузка на пролет здания составляет 90,72 кН

4. Выводы

В результате расчёта установлено, что расчётная снеговая нагрузка на покрытие промышленного здания составляет 2,52 кПа, а суммарная нагрузка, передаваемая от одного ската кровли на поперечную раму, достигает около 90 кН. Данное значение является определяющим при расчёте элементов покрытия и несущего каркаса и должно учитываться в наиболее неблагоприятных сочетаниях нагрузок.

Практическая значимость проделанной работы заключается в возможности использования полученных расчётов снеговой нагрузки при проектировании и проверке несущих конструкций промышленного здания.

Библиографический список

1. Рудольф В. С., Суриков А. В. К вопросу учета снеговой нагрузки при эксплуатации зданий // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2017. №. 2(42). С. 45-50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32244770> (Дата обращения: 22.01.26).
2. Олех А. Г. Особенности определения снеговых нагрузок на Строительные конструкции // Вестник Брестского государственного технического университета. 2025. №. 2(137). С. 35-41. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82839333>. (Дата обращения: 22.01.26).
3. Казакова И. С. Исследование изменения снеговой нагрузки на покрытие здания // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. 2024. №. 2(24). С. 10-14. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68495526>. (Дата обращения: 22.01.26).
4. Золина Т. В., Садчиков П. Н. Моделирование снеговой нагрузки на покрытие промышленного здания // Вестник МГСУ. 2016. №. 8. С. 25-33. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26533915>. (Дата обращения: 22.01.26).
5. Ледовской И. В. Снеговые нагрузки на некоторые пространственные покрытия зданий // Вестник гражданских инженеров. 2009. №. 1(18). С. 22-24. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11769576>. (Дата обращения: 22.01.26).