

Учет снеговых нагрузок при выполнении курсового и дипломного проектирования в свете требований ТКП EN 1991

Литосова Е.В., Янчук А.А.

(Научные руководители – Смех В.И., Смех И.В.)
Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Снеговые нагрузки оказывают существенное воздействие на несущие конструкции. Они определяются высотой снежного покрова, а также плотностью снега.

В России систематические наблюдения за высотой снежного покрова начались в 1892 году. Уже позже начали измерять и плотность снега.

В тридцатых годах прошлого столетия начались снегомерные съемки. Их сущность заключается в том, что на большой площади выполняются 100 измерений высоты снежного покрова и отбираются 10 проб плотности снега с помощью плотномера, представляющего собой металлический цилиндр, прорезающий снежный покров. По результатам этих съемок определялись годовичные максимумы веса снегового покрова.

В СНиП 2.01.07-85 указано нормативное значение s_0 , равное среднему значению годовичных максимумов веса снегового покрова, определенному за срок не менее чем 10 лет.

В Еврокоде 1 (ТКП EN 1991-1-3-2009) указано не нормативное, а характеристическое значение снеговой нагрузки s_k , полученное при обработке вероятностными методами годовичных максимумов, которое может превышать лишь 1 раз в 50 лет.

Схемы приложения нагрузки

При выполнении расчетов следует принимать 2 следующие основные схемы приложения нагрузок:

– **снеговая нагрузка на покрытие без учета заноса:** Схема приложения нагрузки, которая описывает равномерное распределение снеговой нагрузки на покрытие, определяемое только формой кровли;

– **снеговая нагрузка на покрытие с учетом заноса:** Схема приложения нагрузки, которая описывает распределение снеговой нагрузки на покрытие, являющееся результатом перемещения снега из одного положения в другое на покрытии, например при воздействии ветра.

Снеговые нагрузки на грунт

Характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт есть переменное воздействие, действующее вертикально, и равное весу снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной проекции земли. Вероятность превышения этого значения равна 0,02.

Территория Республики Беларусь поделена на 4 снеговых района, каждому из которых соответствует свое характеристическое значение (рис. 1).

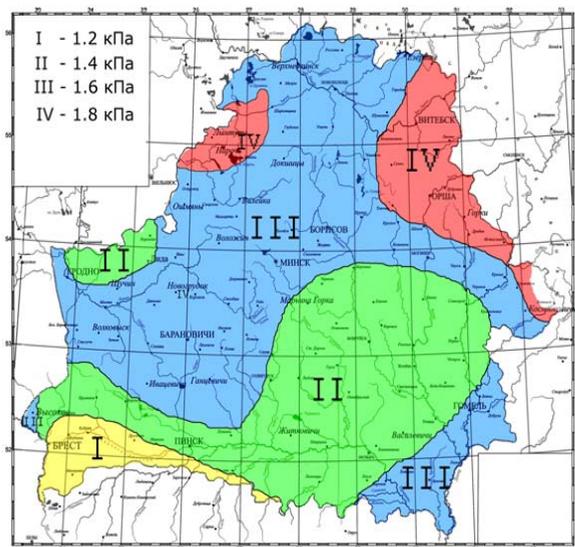


Рис. 1. Карта снеговых районов и соответствующие характеристические значения снеговых нагрузок на грунт (период повторяемости – 50 лет)

Снеговые нагрузки на покрытие

Нормативное значение веса снегового покрова на покрытие определяется по формуле:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k;$$

где μ_i – коэффициент формы снеговых нагрузок (п. 5.3, приложение В [2]);

s_k – характеристическое значение снеговых нагрузок на грунт (см карту снеговых районов, рис. 1);

C_t – температурный коэффициент различных условий местности. Рекомендуемые значения указаны в табл. 5.1 [2]. Температурный коэффициент C_t следует использовать в расчетах для снижения снеговых нагрузок на покрытие с повышенной теплопередачей (>1 Вт/м²К), особенно для некоторых для некоторых стеклянных кровель, в которых вследствие теплопередачи возникает таяние снега. Во всех других случаях $C_t = 1,0$;

C_e – коэффициент окружающей среды. Значения этого коэффициента приведены в табл. 1).

Таблица 1

Рекомендуемые значения коэффициента C_e
для различных условий местности

Условия местности	C_e
Не защищенные от ветра ^{а)}	0,8
Обычные ^{б)}	1,0
Закрытые ^{в)}	1,2

^{а)} Не защищенные от ветра: Плоские, открытые со всех сторон территории или поверхности, которые незначительно защищены, а также высокие здания или деревья.

^{б)} Обычные: Территории, на которых не наблюдается существенного перемещения по покрытию сооружения снега при действии ветра, а также с других зданий, сооружений или деревьев.

^{в)} Закрытые: Территории, на которых рассматриваемые сооружения значительно ниже окружающей местности, или конструкции, окруженные высокими деревьями и/или другими высокими сооружениями.

Удельный вес снега

Удельный вес снега изменяется и не является постоянным. В общем случае удельный вес повышается вместе с продолжительностью лежания снегового покрова и зависит от месторасположения сооружения, климатических условий и высотной отметки.

Средний удельный вес снега указан в табл. 2

Таблица 2

Средний удельный вес снега

Вид снега	Удельный вес, кН/м ³
Свежий	1,0
Осевший (через несколько часов или суток после выпадения)	2,0
Старый (через несколько недель после выпадения)	2,5 – 3,5
Влажный	4,0

Одной из задач данной работы является анализ результатов сбора нагрузок согласно требованиям действующих [1] и европейских [2] норм.

Сравнительный анализ был произведен на примере 4-этажного административного здания ввиду его своеобразной архитектурной выразительности, т.е. сложной геометрии кровли: имеются участки как малоуклонной, так и плоской кровли, как эксплуатируемой, так и неэксплуатируемой кровли (рис. 2).



Рис. 2. Общий вид здания

Согласно требованиям норм [1, 2] сбор снеговых нагрузок выполнялся с учетом и без учета заноса.

Нормативные значения нагрузок для г. Минска, составляющие на 1 м^2 горизонтальной поверхности $1,2 \text{ кПа}$ [1] и $1,6 \text{ кПа}$ [2], должны быть умножены для покрытия с уклоном 1:12 на коэффициент μ , равный 1 и 0,8 соответственно. Это приводит к практически равным нормативным равномерно распределенным нагрузкам, составляющим соответственно $1,2 \text{ кПа}$ [1] и $1,28 \text{ кПа}$ [2].

При определении снеговых нагрузок с учетом заноса, сравниваемые нормы предлагают различные методики вычисления коэффициента μ , определяющего значение уровня снеговой нагрузки, и длины зоны снегового заноса l_s (b).

Согласно СНиП [1] коэффициент μ следует принимать равным:

$$\mu_0 = 1 + \frac{1}{h} (m_1 \cdot l_1' + m_2 \cdot l_2'), \text{ но не более } \frac{2h}{s_0},$$

где h – задается в м; s_0 – в кПа;

и величина μ должна быть меньше 4 – так как занос обусловлен перепадом высоты здания.

Значения коэффициента m_1 (m_2) – доли снега, переносимого ветром к перепаду высот, для верхнего (нижнего) покрытия в зависимости от его профиля следует принимать равными 0,4 – для плоских покрытий с $\alpha \leq 20^\circ$.

Произведя все необходимые расчеты получаем, что $\mu = 3$, следовательно, значение снеговой нагрузки у стены здания высотой 4,6 м составит $3,6 \text{ кПа}$ (см. рис. 3).

Согласно Евронормам [2] коэффициент формы снеговой нагрузки: $\mu_1 = 0,8$ (при условии, что нижняя кровля плоская)

$$\mu_2 = \mu_w + \mu_s,$$

где μ_s – коэффициент формы снеговой нагрузки, учитывающий соскальзывание (снос) снега с более высокого покрытия, при $\alpha \leq 15^\circ$ $\mu_s = 0$;

μ_w – коэффициент формы снеговой нагрузки, учитывающий влияние ветра, $\mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2h} \leq \frac{\gamma h}{s_h}$;

где γ – удельный вес снега (допускается принимать равным 2 кН/м^3).

Для территории Республики Беларусь принят следующий диапазон значения коэффициента μ_w : $0,8 \leq \mu_w \leq 2,5$, если площадь нижележащего покрытия составляет не менее 6 м^2 .

Таким образом, коэффициент μ у стены здания равен 2,5 и значение нагрузки составит 4 кПа.

Сравниваемые нормы определяют длину зоны повышенных снегоотложений (b [1] и l_s [2]) как удвоенную величину перепада высоты кровли, однако принимаемая длина данной зоны должна быть в пределах от 2 м до 6 м согласно [2] и не более 16 м согласно [1].

Схема приложения полученной нагрузки представлена на рис. 3.

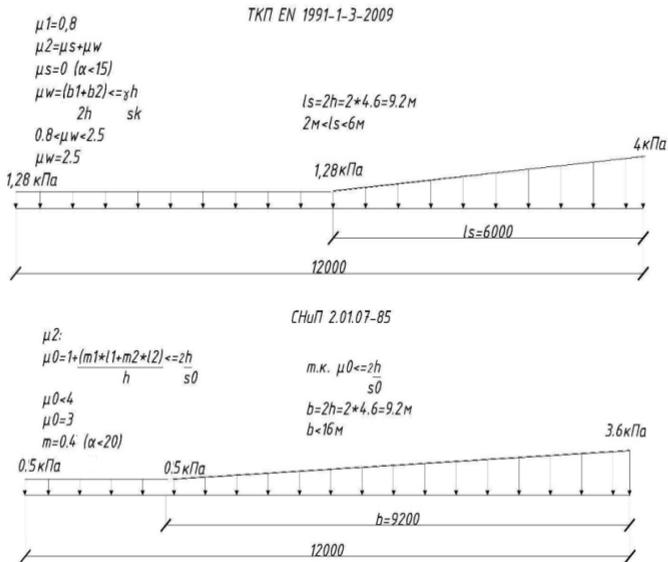


Рис. 3

Основные выводы:

1) равномерное приложение снеговой нагрузки по СНиПу [1] и по Еврокоду 1 [2] имеет значительные отличия (по ТКП EN значение нагрузки больше);

2) различные методы определения характера распределения снеговой нагрузки на плиту покрытия в зонах образования снегового заноса не дали значительных отличий (величина напряжений в плите в пределах данной зоны не превысила 3%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07-85 / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 36 с. – С изм. №1 РБ.

2. Воздействия на конструкции: ТКП EN 1991-1-3-2009 Еврокод 1. – Часть 1-3: Общие воздействия. Снеговые нагрузки. Минск: МАиС Республики Беларусь, 2009. – 48 с.