

КЛИМАТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Попов Н.А., к.т.н, Лебедева И.В., к.т.н.
АО «НИЦ «Строительство»
ЦНИИСК им. Кучеренко,
Лаборатория надежности сооружений
porov.nik.a@gmail.com

Классификация нагрузок

- Нагрузки и воздействия регламентируются в
 - ГОСТе «Надежность строительных конструкций и основания. Основные требования» и
 - СП «Нагрузки и воздействия»

Постоянные нагрузки,
Полезные нагрузки,
Климатические нагрузки
и другие

Все нагрузки характеризуются своими **нормативными** и **расчетными** значениями

Климатические нагрузки

- Ветровые нагрузки – 4 параметра
- Снеговые нагрузки – 1 параметр
- Температурные климатические воздействия – 5 параметров
- Гололедные нагрузки – 3 параметра

Климатические нагрузки

- $P = P_0 f(k_m, k)$

P_0 – базовое значение климатического параметра

P_0 соответствует 50-ти летнему периоду повторяемости при расчетах по 1-му предельному состоянию и 5-ти летнему периоду повторяемости при расчетах по 2-му предельному состоянию;

Для определения P_0 создаются карты районирования, подготавливаемые ГГО им. Воейкова при участии ЦНИИСК им. Кучеренко;

В нормах допускается возможность уточнения параметров P_0 на основе данных местных метеостанций.

Воздействия ветра



| Компоненты | |
|--------------------|------------------------|
| Средняя | П пульсационная |
| $w_m = w_0 k(z) c$ | $+ w_m \zeta(z) \xi v$ |

Метеорологические параметры

- ⇒ w_0 - базовое давление ветра
- ⇒ $k(z)$ - характеризует изменение нагрузки по высоте
- ⇒ $\zeta(z)$ – коэффициент пульсаций давления ветра

Принято в нормах (СП)

- 10 минутное осреднение скорости ветра
- 50-ти летний период повторяемости расчетных ветровых нагрузок
- Укрупненное районирование
- Степенная аппроксимация изменения по высоте давления ветра и коэффициента пульсаций

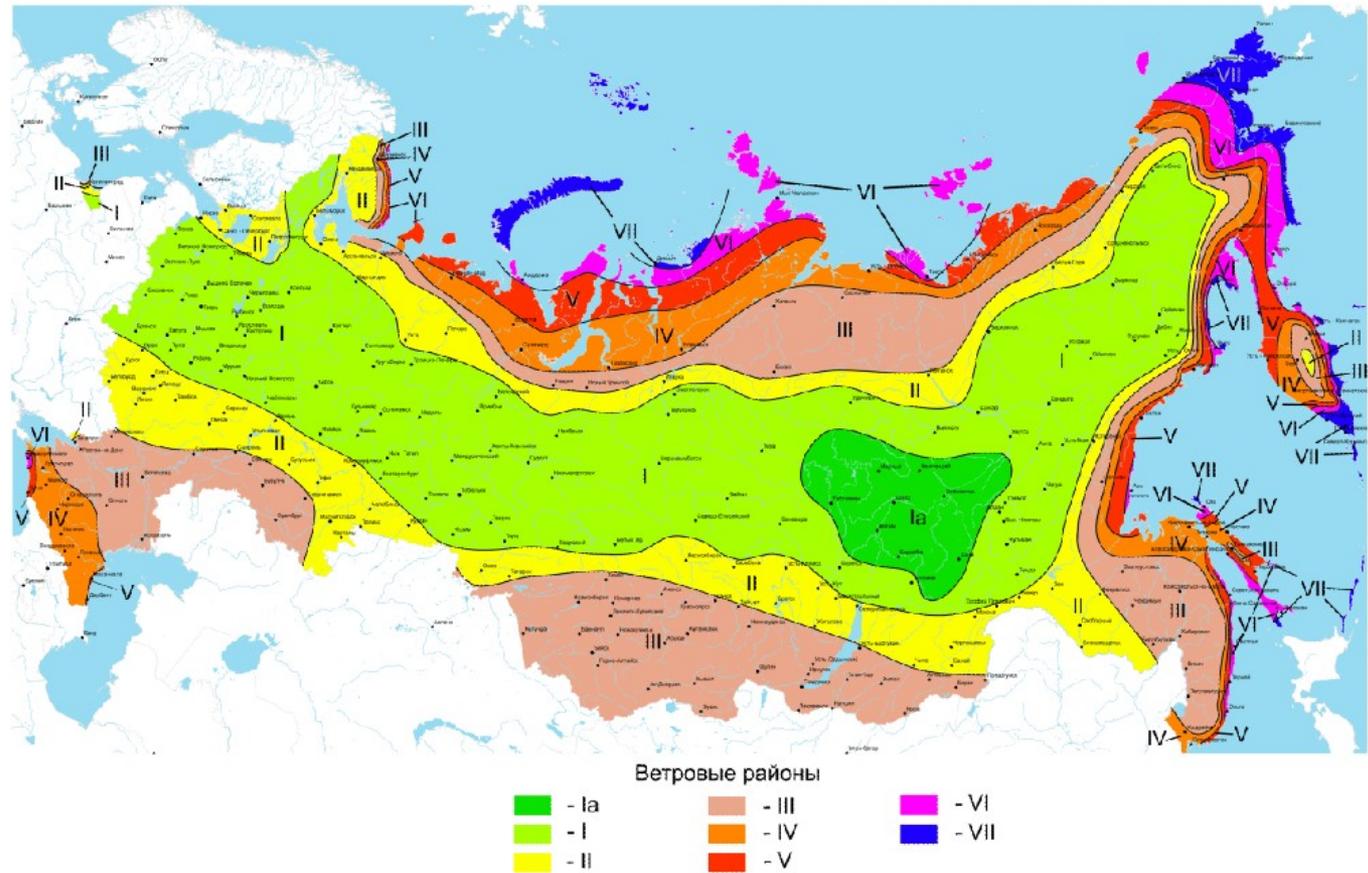
Вопрос

Однородность рядов данных (учет изменения типа местности)
Приведения данных для разных метеостанций к единому типу местности и к 10-ти метровой высоте положения измерительной аппаратуры

ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЕТРА

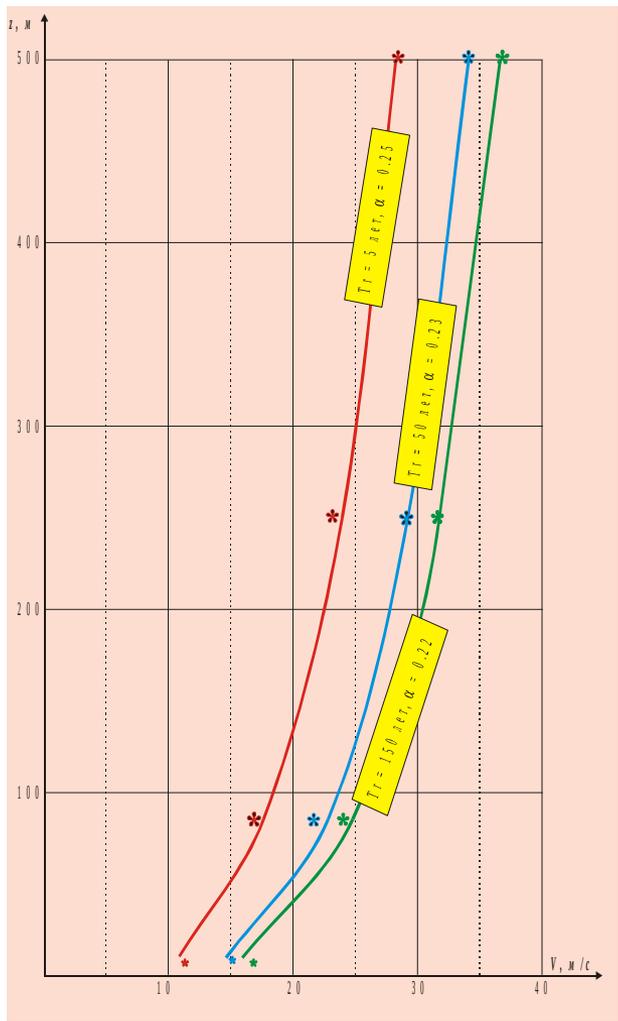
Карта районирования ветровых нагрузок
(подготовлена ГГО им. Воейкова при участии ЦНИИСК им. Кучеренко)

Карта 3. Районирование территории РФ по давлению ветра



а. Повторяемость
в среднем один
раз в 50 лет
б. 10 минутное
осреднение
скорости ветра б.
с. Возможность
уточнения на
основе данных
местных
метеостанций
(обычно
используется
распределение
Гумбеля)

Метеоданные Останкинской Телебашни Вертикальный Профиль



| | | | | | | |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|
| T_r , годы | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 150 |
| α | 0.2 5 | 0.24 | 0.23 | 0.23 | 0.22 | 0.22 |

СНиП

$$k(z) = k(10) (z/10)^{2\alpha}$$

$$\zeta(z) = \zeta(10) (z/10)^{-\alpha}$$

| Тип местности | A | B | C |
|---------------|-----------|----------|----------|
| α | 0.15 | 0.2 0 | 0.2 5 |
| $\zeta(10)$ | 0.03 5 | 0.1 8 | 0.9 |



ГОЛОЛЕДНЫЕ НАГРУЗКИ

- Линейные (Н/м)(для элементов кругового сечения диаметром до 70 мм):

$$i = \pi \cdot b k \mu_1 (d + b k \mu_1) \rho g 10^{-3}$$

- Поверхностные (Па) (для других элементов):

$$i' = b k \mu_2 \rho g$$

Здесь b – толщина стенки гололеда, мм (превышаемая один раз в 5 лет), на элементах кругового сечения диаметром 10 мм, расположенных на высоте 10 м над поверхностью земли;

- k – коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте;
- d , мм, – диаметр провода, троса;
- μ_1 – коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки гололеда в зависимости от диаметра элементов кругового сечения;

Вопрос

Как определять параметр b для элементов не с круговым поперечным сечением (проводятся ли такие измерения на метеостанциях)?

СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Для конструкций, не защищенных от суточных и сезонных изменений температуры, следует учитывать:

- изменение во времени Δt средней температуры и
 - перепад температуры ϑ по сечению элемента.
- Нормативные значения изменений средних температур по сечению элемента соответственно в теплое Δt_w и холодное Δt_c время года следует определять по формулам:

$$\Delta t_w = t_w - t_{0c}; \quad (13.1)$$

$$\Delta t_c = t_c - t_{0w}, \quad (13.2)$$

где t_w, t_c - нормативные значения средних температур по сечению элемента в теплое и холодное время года;

t_{0w}, t_{0c} - начальные температуры в теплое и холодное время года.

Для однослойных конструкций зданий, не защищенных от солнечной радиации

$$t_w = t_{ew} + \theta_1 + \theta_4 ; \vartheta_w = \theta_5$$

Для не отапливаемых зданий $t_c = t_{ec} - 0,5\theta_1 ; \vartheta_c = 0$.

СНиП Нагрузки и воздействия

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

- Для не отапливаемых зданий $t_c = t_{ec} - 0,5\theta_1$; $\vartheta_c = 0$.
- Для отапливаемых зданий

$$t_c = t_{ic} + 0.6(t_{ec} - t_{ic}) - 0.5\theta_2 ; \vartheta_c = 0.8(t_{ec} - t_{ic}) - 0.5\theta_3 ,$$

где t_{ic} - температура внутреннего воздуха помещений в холодное время года;

$\theta_1, \theta_2, \theta_3$ - приращения средних по сечению элемента температур и перепада температур от суточных колебаний температуры наружного воздуха

θ_4, θ_5 - приращения средних по сечению элемента температур и перепада температур от солнечной радиации.

- Средние суточные температуры наружного воздуха в теплое t_{ew} и холодное t_{ec} время года следует определять по формулам:

$$t_{ew} = t_{VII} + \Delta_{VII} \quad (13.3)$$

$$t_{ec} = t_I - \Delta_I \quad (13.4)$$

где t_I, t_{VII} - многолетние средние месячные температуры воздуха в январе и июле, принимаемые соответственно по картам 5 и 6 приложения [Ж](#); Δ_I, Δ_{VII} - отклонения средних суточных температур от средних месячных (Δ_I - принимается по карте 7 приложения [Ж](#), $\Delta_{VII} = 6^\circ\text{C}$).

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Нормируемые параметры

- t_{ec} – средние суточные температуры наружного воздуха в холодное время года (в январе);
- t_{ew} – средние суточные температуры наружного воздуха в теплое время года (в июле).

Определяются двумя способами:

- 1) через t_I , t_{VII} – многолетние средние месячные температуры воздуха в январе (в холодное время года) и в июле (в теплое время года) (см. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология») и
 - Δ_I , Δ_{VII} – отклонения средних суточных температур от средних месячных в январе и в июле (в холодное и теплое время года);
- 2) через $t_{I,min}$, $t_{I,max}$, – средние из абсолютных значений минимальной температуры воздуха в январе (в холодное время года) и максимальной температуры воздуха в июле (в теплое время года) – (нужны карты районирования) и
 - A_I , A_{VII} – средние суточные амплитуды температуры воздуха в январе и в июле (в холодное и теплое время года) соответственно при ясном небе. (см. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»)

Общий вопрос

Разработка методики интерполяции метеорологических параметров для территорий, расположенных между метеостанциями

Благодарю за внимание