

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЕТРОВОГО ПОТОКА НА ПОКРЫТИЕ ЛЕТНЕГО АМФИТЕАТРА В Г. ВИТЕБСКЕ

В настоящее время в Республике Беларусь для описания воздействия ветрового потока на здания и сооружения используется СНиП 2.01.07-85. Покрытие Летнего амфитеатра представляет собой усеченную наклонными плоскостями часть поверхности цилиндра. Следует отметить, что в рассмотренной нормативной базе аналог подобного объекта в схемах взаимодействия ветрового потока со зданиями и сооружениями отсутствует. Поэтому условно были приняты для рассмотрения схемы воздействия ветрового потока на цилиндрические поверхности: схема 3 - согласно приложению 4 СНиП 2.01.07-85, схема сооружения - согласно п.7.2.8. EuroCode 1991-1-4:2004.

Согласно [1] ветровую нагрузку на здания и сооружения следует определять как сумму средней и пульсационной составляющих. Пульсационную составляющую ветровой нагрузки для покрытия Летнего амфитеатра не следует определять (согласно п. 6.8 [1]), т.к. первая частота собственных колебаний конструкции $f_1 = 0,6\text{Гц}$ меньше предельного значения собственной частоты колебания $f_1 = 2,9\text{Гц}$. Соответственно далее рассмотрим среднюю составляющую ветровой нагрузки.

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки w_m на высоте z над поверхностью земли определяется по формуле:

$$w_m = w_0 \cdot k \cdot c, \quad (1)$$

где w_0 - нормативное значение ветрового давления, определяется согласно п. 6.4 [1], в нашем случае принимаем 1-ый ветровой район; $w_0 = 23\text{кгс/м}^2$ [2];

k - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте, принимаем согласно табл. 6 [1] в зависимости от рассматриваемой высоты для типа местности С (городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м.);

c - аэродинамический коэффициент, принимаем согласно п. 6.6 [1] в случаях предусмотренных обязательным приложением 4 [1].

В общем случае нормативное значение ветрового давления можно определить по формуле [3]:

$$w_0 = 0,5\rho V^2, \quad (2)$$

где ρ - плотность воздуха, в приземном слое воздуха принимается равной $\rho = 1,25\text{кг/м}^3 = 0,125\text{кг}\cdot\text{с}^2/\text{м}^4$;

V - скорость ветра.

Для анализа использовалась схема здания со сводчатыми и близкими к ним по очертанию покрытиями, согласно приложению 4 [1]. На рис. 1 приведена схема сооружения с распределением нормативного значения ветрового давления по длине дуги. Расчёт выполнялся с использованием программы ВеСТ, входящей в расчётный комплекс SCAD Office версии 7.31 R.5.

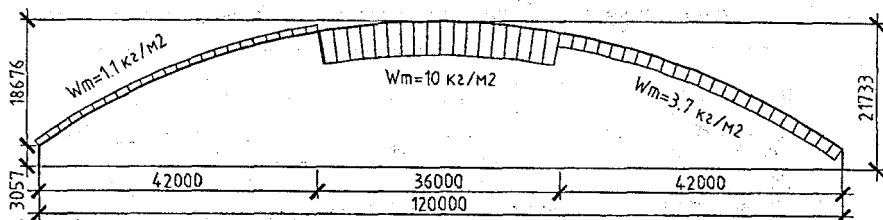


Рис.1 Схема сооружения с распределением нормативного ветрового давления по длине дуги.

Для сравнения описания ветрового воздействия по [1] рассмотрим описание воздействия ветрового потока на здания и сооружения согласно EuroCode 1991-1-4:2004. Также как и по СНиП 2.01.07-85 в описании воздействия ветрового потока на покрытие Летнего амфитеатра в г. Витебске не будем рассматривать пульсационную составляющую ветровой нагрузки.

Согласно [4] нормативное значение давления ветра, см. п.5.2 [4], действующее на наружные поверхности, w_e , может быть получено из выражения:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}, \quad (3)$$

где $q_p(z_e)$ - пиковое скоростное давление, определяется согласно п. 4.5. [4];

z_e - расчётная высота для внешнего давления.

c_{pe} - аэродинамический коэффициент для внешнего давления, определяется согласно схеме сооружения (см. п. 7 [4]).

Пиковое скоростное давление $q_p(z_e)$ определяется согласно п. 4.5 [4] по формуле:

$$q_p(z_e) = c_e(z) \cdot q_b, \quad (4)$$

где $c_e(z)$ - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте, определяется согласно диаграмме 4.2. [4] для соответствующего типа местности. В нашем случае принимаем тип местности IV (городская застройка) согласно Дополнению А.1 [4].

q_b - скоростной напор ветра (динамическое давление) невозмущенного потока.

Скоростной напор ветра определяется по формуле:

$$q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2, \quad (5)$$

где ρ - плотность воздуха, в приземном слое воздуха принимается равной $\rho = 1.25 \text{ кг/м}^3$;

v_b - средняя скорость ветра, соответствующая 10-минутному интервалу осреднения.

Для возможности сравнения со СНиП 2.01.07-85 принимаем скоростной напор ветра

$$q_b = w_0 = 23 \text{ кгс/м}^2.$$

В описании воздействия ветрового потока на покрытие Летнего амфитеатра в г. Витебске по [4] не учтены параметры рельефа (коэффициент орографии $c_0(z)$) и шероховатость поверхности (коэффициент шероховатости $c_f(z)$), чтобы сблизить полученные результаты со СНиП 2.01.07-85.

Для описания использовалась схема воздействия ветрового потока на цилиндрические поверхности, согласно п.7.2.8. [4]. На рис. 2 приведена схема сооружения с распределением нормативного значения ветрового давления по длине дуги, на которой указаны средние по зонам значения ветрового давления: зона 1 - $\frac{1}{4}$ длины дуги, зона 2 - $\frac{1}{2}$ длины дуги, зона 3 - $\frac{1}{4}$ длины дуги.

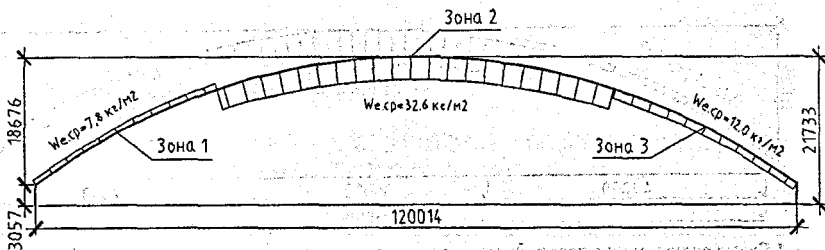


Рис. 2 Схема сооружения с распределением нормативного ветрового давления по длине дуги.

Согласно полученным данным и проведенному анализу можно сделать следующие выводы:

1. Ощутимая разница в полученных значениях нормативного ветрового давления связана с определением значения скоростного напора q_b по EuroCode 1991-1-4:2004, который определяется в зависимости от средней скорости ветра, а не от ветрового района. Тип местности по EuroCode 1991-1-4:2004 фигурирует только в определении коэффициента изменения ветрового давления по высоте $c_e(z)$, значения которого гораздо выше по сравнению со значениями в СНиП 2.01.07-85 для схожего типа местности.
2. При описании воздействия ветрового потока по СНиП 2.01.07-85 не учитываются такие параметры, как шероховатость подстилающей поверхности и детальный рельеф местности, а также влияние сооружений, расположенных выше по направлению потока (в EuroCode 1991-1-4:2004 частично учтено влияние соседних сооружений).
3. Описание воздействия ветрового потока по EuroCode 1991-1-4:2004 является более детальным, учитываются многие немаловажные факторы, которые не учтены в СНиП 2.01.07-85. EuroCode 1991-1-4:2004 даёт более точную качественную и количественную оценку воздействия ветрового потока на здания и сооружения.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия/Госстрой СССР. - Москва: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. - 36 с.
2. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика/Госстрой СССР. - Москва: ЦИТП Госстроя СССР, 1983. - 136 с.
3. Савицкий Г.А. Ветровая нагрузка на сооружения. - Москва: Издательство литературы по строительству, - 1972. - 110 с.
4. Eurocode 1: Actions on structures - General actions - Part 1-4: Wind actions. - B-1050 Brussels: CEN, 2004. -148 p.

УДК 642.042.41

Мигель А.В.

Научный руководитель: проф. Мухин А.В.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОКРЫТИЕ ЛЕТНЕГО АМФИТЕАТРА В Г. ВИТЕБСКЕ

Численное моделирование ветрового воздействия для покрытия Летнего амфитеатра в г. Витебске выполнялось с использованием объединенного программного продукта *SolidWorks+FloWorks*. Программный продукт *SolidWorks+FloWorks* обладает простым в освоении интерфейсом, позволяет на различных уровнях точности решать задачи обе-