

УДК 624.019; 624.072

Хусаинов Д.М. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: xdmt@mail.ru

Крупин В.П. – ассистент

E-mail: vol-pin@mail.ru

Шагиева Г.Р. – магистр

E-mail: shagieva.gu@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Определение параметров рекламных крышных конструкций балластного типа с учетом неэкономических потерь

Аннотация

Особенностью рекламных крышных конструкций является большая вероятность неэкономических потерь при падении рекламной конструкции с крыши здания. Предлагается методика определения параметров фундаментов рекламных конструкций балластного типа из условия обеспечения эталонных неэкономических потерь из-за опрокидывания рекламной конструкции. В предложенной методике ветровая нагрузка представляется в виде случайной величины с законом распределения, параметры которого определяются по результатам многолетних метеорологических наблюдений. Рассмотрен пример определения параметров балласта крышной рекламной конструкции с учетом зоны возможного падения рекламной конструкции и интенсивности людского потока в этой зоне.

Ключевые слова: ветровая нагрузка, вероятность отказа рекламной конструкции в виде ее опрокидывания, закон распределения ветровой нагрузки.

Рекламные крышные конструкции балластного типа (сокращенно далее в статье РК) представляют из себя класс рекламных конструкций, устанавливаемых на крышах зданий, проектное положение которых обеспечивается параметрами их фундамента – балласта, укладываемого на место установки рекламной конструкции. Основным параметром балласта РК являются его вес G и расположение точки опрокидывания (рис. 1). Предельным состоянием РК балластного типа является их опрокидывание от действий ветровой нагрузки.

Для определения параметров балласта РК используем методы теории надежности. Введем функцию неразрушимости РК балластного типа и запишем для неё условие неразрушимости (1):

$$Y = M_{удер} - M_{опр} \geq 0, \quad (1)$$

где $M_{опр} = k_1 W$ – опрокидывающий момент;

W – ветровое давление, рассматриваемое как случайная величина с законом распределения Вейбула.

$$k_1 = k(z) \cdot k_s \cdot c \cdot b \cdot h \cdot z,$$

где $k(z)$ – коэффициент динамичности, учитывающий пульсационную составляющую ветровой нагрузки;

c – аэродинамический коэффициент;

b, h – геометрические параметры РК;

z – расстояние от уровня земли до центра приложения ветрового давления.

$$M_{удер} = G \cdot b_1 = k_2 - \text{удерживающий момент,}$$

где G – вес балласта; b_1 – расстояние от центра тяжести балласта до точки опрокидывания РК.

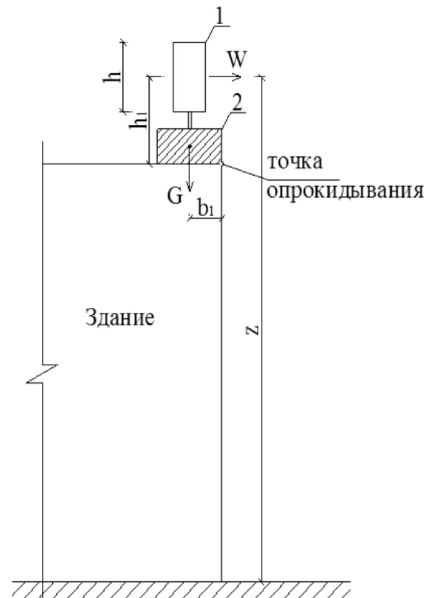


Рис. 1

- 1 – Рекламная конструкция; 2 – балласт весом G ;
 b_1 – расстояние от центра тяжести балласта до точки опрокидывания; W – ветровое давление;
 z – высота от уровня земли до центра приложения ветрового давления;
 h_1 – расстояние от центра приложения ветровой нагрузки до точки опрокидывания

Плотность распределения ветрового давления по закону Вейбула можно записать в виде (2):

$$f(W) = c \cdot \beta \cdot W^{(\beta-1)} \cdot e^{(-c \cdot W \cdot \beta)}, \quad (2)$$

где c, β – параметры закона распределения, для Казани $c=1,0611, \beta=0,611$ по (1).

Вероятность опрокидывания (разрушения) РК можно записать как (3):

$$q = F(Y = 0) = \int_{-\infty}^0 f(Y) dY = e^{-c \frac{k_2}{k_1} \beta}, \quad (3)$$

В (3) можно рассматривать как вероятность отказа (разрушения) в течение года так как параметры закона распределения ветрового давления определялись в (1) по результатам метеонаблюдений в течение года.

Вероятность отказа РК в течение времени t лет может быть записана как (4):

$$q_t = 1 - (1 - q)^t, \quad (4)$$

При обрушении крышных РК велика вероятность неэкономических потерь.

Неэкономические потери при отказе РК можно записать как (5):

$$Y_k = q_t \cdot L \cdot F(z), \quad (5)$$

где L – средневзвешенное количество людей на 1 м^2 поражающей поверхности,

$F(z)$ – площадь поражения при отказе РК, зависящая от высоты расположения конструкции.

В работе [2] величину неэкономичности потерь рекомендуется ограничивать значением эталонных неэкономических потерь (6):

$$q_t \cdot L \cdot F(z) \leq [Y_k], \quad (6)$$

$[Y_k]$ – эталонные неэкономические потери.

В (2) $[Y_k] = 4,1 \cdot 10^{-4} [\text{чел./50 лет}]$ из принципа одинаковых неэкономичных потерь, тогда из выражения (7) можно найти вероятность отказа РК q :

$$1 - (1 - q)^{50} \cdot L \cdot F(z) = 4,1 \cdot 10^{-4}, \quad (7)$$

соответственно вес балласта из формулы (3) можно выразить как:

$$G = \frac{k_1}{b_1 \cdot c \left(\frac{1}{q}\right)^{\beta}} \cdot \left(\ln\left(\frac{1}{q}\right)\right)^{\frac{1}{\beta}}, \quad (8)$$

Величину отказа крышной РК из (7) можно определить по формуле (9):

$$q = 1 - \left(1 - \frac{4,1 \cdot 10^{-4}}{L \cdot F(z)}\right)^{50}, \quad (9)$$

Подставляя выражение (9) в (8), можно получить величину веса балласта РК, соответствующую эталонным неэкономическим потерям.

Рассмотрим применение предложенного подхода для определения величины балласта рекламных крышных конструкций на примере г. Казани.

Определим вес балласта РК (рекламного щита) на крыше здания высотой 15 м, размером 2x3 м, h=2 м, b=2 м, h₁=2 м, b₁=1,5 м – размеры РК, z=15 м+2=17 м, d=1,6 м коэффициент динамичности.

Аэродинамический коэффициент C=1,3 по СП20.13330.2011,

k(z)=1,13;

W=30 кг/м²-нормативная ветровая нагрузка.

k₁ = k(z) · k_d · c · b · h · h₁ = 1,13 · 1,6 · 1,3 · 2 · 2 = 28,2

F(z) – площадь возможного поражения при опрокидывании РК определим по рекомендациям СНиП 12-03-99 «Безопасность труда в строительстве».

F(z) определим как площадь полукруга с радиусом R = l_{отл} + l^{ep}_{max},

где l_{отл}=5 м – минимальное расстояние возможного отлета груза, для z=17 м,

l^{ep}_{max} – максимальный габаритный размер РК,

R=5 м+3 м=8 м,

$$F(z) = \frac{\pi \cdot R^2}{2} = \frac{\pi \cdot 8^2}{2} = 100,5 \text{ м}^2.$$

Принимаем при проектировании средневероятное количество людей на 1 м², L=0,5 чел./м² для зоны F(z):

$$q = 1 - \left(1 - \frac{4,1 \cdot 10^{-4}}{0,5 \cdot 100,5}\right)^{0,2} = 1 - 0,99999^{0,2} = 2 \cdot 10^{-6},$$

$$\text{тогда } G = \frac{28,2}{1,5 \cdot 1,0611^{1,64}} \left(\ln\left(\frac{1}{2 \cdot 10^{-6}}\right)\right)^{1,64} = 1162 \text{ кг} - \text{вес балласта (фундамента).}$$

Балласт можно выполнить в виде железобетонной плиты размером 3x0,77x0,2 м (рис. 2).

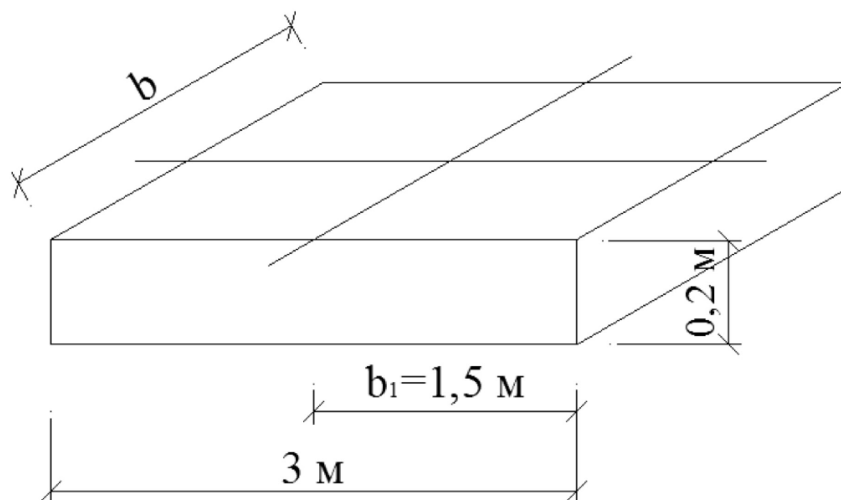


Рис. 2. Размеры балласта крышной рекламной конструкции при L=0,5 чел./м²

Значения величины балласта РК при других значениях L приведены в таблице.

Таблица

Размеры фундамента РК при неэкономических потерях

L , чел./м ²	0,5	0,1	0,01
q – вероятность отказа при эталонных неэкономических потерях	$2 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-5}$
Вес балласта G , кг	1162	968	676
Размеры балласта, м	3x0,77x0,2	3x0,65x0,2	3x0,45x0,2

Приведенная в данной статье методика определения параметров балласта крышных РК может быть рекомендована к использованию при проектировании крышных РК, обрушение которых может привести к неэкономическим потерям с учетом геометрических параметров РК, высоты ее расположения и параметра интенсивности людского потока в зоне возможного ее падения L .

Список литературы

1. Хусаинов Д.М., Шмелев Г.Н., Козлов М.В. Определение вероятностных характеристик ветровой нагрузки в г. Казани. // Известия КГАСУ, 2010, № 2. – С. 132-136.
2. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 168 с.
3. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия.
4. Веселов Ю.А., Демченко Д.Б. Основы надежности строительных конструкций. – Ростов-на-Дону: Терра, 2001. – 384 с.

Khusainov D.M. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: xdmt@mail.ru

Krupin V.P. – assistant

E-mail: vol-pin@mail.ru

Shagieva G.R. – magistrate

E-mail: shagieva.gu@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Defining the parameters of ballast type advertising constructions roof with the non-economic losses

Resume

For on-roof advertising design ballast type is a class, which is defined by the parameters of the bearing capacity of Foundation-ballast and limit state of these advertising designs is their rollover. Roof advertising structure characterized by a large number and variety of used parts and materials (Neon, LEDs, large letters, light boxes, etc.), the complexity of carrying a metal frame in accordance with acceptable standards of power, and wind loads. Advertising feature roof is a big probability of non-economic losses when falling advertising designs from the roof of the building. A method of determination of parameters of foundations of advertising constructions sand-type of reference conditions for non-economic loss due to falling advertising design. In the proposed method of wind loading appears as a random variable with distribution whose parameters are determined by the results of years of meteorological observations. Existing design standards for determining wind loads on advertising design, mounted on the roof of the building.

Keywords: wind load, the probability of failure of the advertising structure as its rollover, the distribution of wind load.

References

1. Khusainov D.M, Smelev G.N., Kozlov M.V. Determination of probability characteristics of wind load in Kazan // News of the KSUAE, 2010, № 2. – P. 132-136.
2. Lychov A.S. Reliability of building structures. – M.: Izdatelstvo ASV, 2008. – 168 p.
3. SP 20.13330.2011 Loads and actions.
4. Veselov Yu.A., Demchenko D.B. Basics of reliability of building constructions. – Rostov-on-Don: Terra, 2001. – 384 p.