

до мережі виконують попередній обігрів арматури. Як правило, навіть при температурі нижче мінус 10°C і діаметрі арматури більше 25 мм. попередній обігрів потрібен тільки при наявності на ній льоду, так як арматура, що при даному способі являється джерелом тепла, нагрівається до температури свіжовкладаної бетонної суміші за 10-15 хв.

Далі укладається бетонна суміш. Перед прогрівом її витримують 2-3 години при низьких плюсових температурах, для чого періодично включають індуктор на 15-20 хв. через кожну годину, що сприяє тимчасовій міцності бетону.

Під час індукційного прогріву необхідно суворо слідкувати за температурним режимом термообробки конструкцій. Для цього передбачається встановлення контрольних термометрів в температурні свердловини на глибину 100-120 мм.

**Висновки.** Індукційний прогрів бетонних конструкцій має ряд певних переваг:

- об'ємний прогрів конструкції дозволяє створити найбільш сприятливі умови тверднення бетону, в результаті чого досягається практично рівномірний прогрів конструкції з градієнтом температури приблизно 1°C/см (при 2-3 °C/см при паропрогріві і електропрогріві);
- наявність в матеріалі (бетоні) рівномірного температурного поля дозволяє інтенсифікувати процес нагріву конструкцій без загрози виникнення значних температурних перепадів і, як наслідок цього, зон концентрації внутрішніх напружень;
- індукційний прогрів можна застосовувати для густонасичених арматурою конструкцій не залежно від її масивності;
- цей метод виключає витрату сталі на електроди;
- кількість виділеної теплоти не залежить від реологічних властивостей бетону, які постійно міняються в процесі нагріву, що значно спрощує процеси автоматизації і управління тепловою обробкою.

Як показав аналіз літературних джерел, протягом багатьох років індукційний прогрів залізобетонних конструкцій, майже не використовувався, за виключенням декількох експериментальних установок. Цей метод є досить перспективним, враховуючи його переваги, особливо при монолітному зведенні будівель і споруд і потребує певного вдосконалення для широкого застосування в умовах сучасного будівництва.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Николаева Е.К. Влияние индукционного прогрева на прочностные характеристики железобетонных изделий – Донбасский горно-металургический институт, Алчевск – 2003.
2. Ахенов В.С. Электропрогрев в технологии зимнего бетонирования несущих монолитных конструкций. – Стройиздат, Москва – 1978.
3. Абрамов В.С., Бисер Я.Р. Индукционный прогрев железобетонных изделий в зимних условиях – Стройиздат, Москва – 1967.

4. Муравский Д.И. Строительные работы в зимних условиях – Книжиздат, Орел – 1961.
5. Русанова Н.Г., Пальчик П.П., Рижанкова Л.М. Технология бетонных и железобетонных конструкций: Підручник – Вища школа, Київ – 1994.
6. Баженов Г.Л. Непрерывное возведение зданий повышенной этажности в зимних условиях – ГИСИ, Горький – 1975.

#### УДК 624.052.02:621.039

#### ВЕРОЯТНОСТНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ НАДЕЖНОСТИ ПО ПРЕДЕЛЬНОМУ РАСЧЕТНОМУ ЗНАЧЕНИЮ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ С ПЕРИОДОМ ПОВТОРЯЕМОСТИ СВЫШЕ 500 ЛЕТ

к.т.н. Пошивач В.Г.

Государственный Научно-Исследовательский институт  
строительных конструкций, г. Киев

Коэффициент надежности по предельному расчетному значению ветровой нагрузки определен в таблице 9.1 ДБН В.1.2-2:2006 [1] для периодов повторяемости от 5 до 500 лет. Однако возникает ряд задач, например, задача определения экстремальной ветровой нагрузки на сооружения I категории ядерной ответственности АЭС, в которых требуется определить указанный коэффициент надежности для ветровой нагрузки с периодом повторяемости свыше 500 лет.

Нормативный документ EN 1991-1-4:2005 [2] предлагает общую формулу (4.2) для определения вероятностного коэффициента надежности по предельной скорости ветра для заданного периода, отличного от периода повторяемости 1 раз в 50 лет.

Замечание 4 к разделу 4.2 EN 1991-1-4:2005 гласит: «10-минутное осреднение мгновенной скорости ветра, имеющее вероятность превышения  $p$ , определяется умножением характеристического значения на вероятностный фактор  $C_{prob}$ »:

$$C_{prob} = \left( \frac{1 - K \cdot \ln(1 - p)}{1 - K \cdot \ln(1 - 0.98)} \right)^n \quad (1)$$

где  $K$  – shape parameter, зависящий от коэффициента вариации распределения экстремальных значений. В нашем случае – выборки годовых максимумов;

$n$  – степень».

Замечание 5 к разделу 4.2 гласит: «Значения  $K$  и  $n$  могут быть даны в национальных нормах. Рекомендованные значения – 0,2 для  $K$  и 0,5 для  $n$ ».

Следует отметить, что в ДБН В.1.-2:2006 значения для параметров  $K$  и  $n$  не приведены.

Цель статьи – анализ формулы (4.2) EN 1991-1-4:2005 и определение коэффициента надежности по предельному расчетному значению ветровой нагрузки с периодом повторяемости 1 раз в 10000 лет.

Для описания распределения годовых максимумов скорости ветра может быть использован 1 тип так называемого «Распределения экстремальных значений» или распределение Гумбеля, а именно – двойное экспоненциальное распределение.

Интегральный закон записывается в виде:

$$P(x) = \exp[-\exp(\alpha - x)/\beta] \quad (3).$$

Плотность вероятности:

$$p(x) = \frac{1}{\beta} \exp\left[\frac{\alpha - x}{\beta} - \exp\left(\frac{\alpha - x}{\beta}\right)\right] \quad (4)$$

Где  $-\infty < x < \infty, -\infty < \alpha < \infty, \beta > 0$ .

Математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение выражаются через параметры  $\alpha$  и  $\beta$  формулами [3]:

$$\bar{V} = \alpha + 0.577; \quad \sigma(V) = 1.283 \cdot \beta \quad (5).$$

Тогда интегральную функцию распределения (4) можно преобразовать к виду:

$$P(V) = \exp\left\{-\exp\left[-\left(\frac{1.283}{\sigma(V)} \cdot (V - \bar{V})\right) + 0.577\right]\right\} \quad (6).$$

Функцию распределения годовых максимумов скорости ветра  $V$  можно связать с периодом повторяемости ветровой нагрузки  $T$  следующим образом.

Для схемы независимых испытаний средневоятное число превышений скорости  $V^*$  во всех испытаниях, т.е. за расчетный период  $T$  при равенстве вероятностей превышения во всех испытаниях, определяется по формуле:

$$T \cdot Q(V > V^* / T) \leq H(F / T) \leq T \cdot \frac{Q(V > V^* / T)}{1 - Q(V > V^* / T)} \quad (7),$$

Где  $Q$  – вероятность одного отказа (превышения скорости ветра  $V$ );

$H$  – число отказов за расчетный срок  $T$ .

$V^*$  – заданное значение скорости ветра.

Из (7) можно найти:

$$H = T \cdot \frac{1 - P(V)}{P(V)} \quad (8),$$

Где  $P(V) = P(V < V^*)$ .

Средневоятное число превышений расчетной скорости ветра, указанной в ДБН В.1.2-2:2006 равно 1.

Тогда из (6) следует:

$$\exp\left\{-\exp\left[-\left(\frac{1.283}{\sigma(V)} \cdot (V - \bar{V}) + 0.577\right)\right]\right\} = \frac{T}{T+1} \quad (9).$$

Уравнение (9) связывает среднее значение скорости ветра  $\bar{V}$ , среднее квадратичное отклонение выборки  $\sigma(V)$  и расчетный срок повторяемости  $T$  события превышения скорости  $V$ .

Преобразуем выражение (9) относительно скорости ветра  $V$ :

$$V = \frac{\sigma}{1.283} \cdot \left\{0.577 - \ln\left[-\ln\left(\frac{T}{T+1}\right)\right] + \frac{1.283}{\sigma} \cdot \bar{V}\right\} \quad (10).$$

Обозначим:

-  $V_{50}$  – скорость ветра со средневоятным числом превышений за 50 лет равным 1;

$V_{10000}$  – скорость ветра со средневоятным числом превышений за 10000 лет равным 1.

Тогда значение вероятностного фактора равно:

$$C_{prob} = \frac{V_{10000}}{V_{50}} = \frac{\frac{\sigma}{1.283} \cdot \left(0.577 - \ln\left(-\ln\left(\frac{10000}{10000+1}\right)\right)\right) + \frac{1.283 \cdot \bar{V}}{\sigma}}{\frac{\sigma}{1.283} \cdot \left(0.577 - \ln\left(-\ln\left(\frac{50}{50+1}\right)\right)\right) + \frac{1.283 \cdot \bar{V}}{\sigma}} \quad (11).$$

Преобразуем (11):

$$C_{prob} = \frac{0.577 + \frac{1.283 \cdot \bar{V}}{\sigma} - \ln(-\ln(0.9999))}{0.577 + \frac{1.283 \cdot \bar{V}}{\sigma} - \ln(-\ln(0.98))} \quad (12).$$

Обозначим:

$$0.577 + \frac{1.283 \cdot \bar{V}}{\sigma} = \frac{1}{K} \quad (13).$$

Тогда выражение (12) приобретает вид:

$$C_{prob} = \frac{1 - K \cdot (\ln(-\ln(0.9999)))}{1 - K \cdot (\ln(-\ln(0.98)))} \quad (14).$$

Таким образом, мы получили формулу (4.2) документа EN 1991-1-4:2005 для  $n=1$ .

Для определения фактора  $K$  необходимо знать статистические характеристики распределения Гумбеля – среднее значение  $\bar{V}$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma(V)$ .

Эти характеристики можно получить из уравнения (9).

Дважды логарифмируя (9) и подставляя в полученное уравнение два значения скорости ветра для двух выбранных периодов повторяемости (50 и

500 лет), принадлежащие одному ветровому району, задача сводится к решению системы из двух уравнений относительно неизвестных  $\bar{V}$  и  $\sigma(V)$ :

$$\begin{cases} -\left[\frac{1.283}{\sigma} \cdot (1.034 - \bar{V}) + 0.577\right] = \ln\left[-\ln\left(\frac{500}{500+1}\right)\right] \\ -\left[\frac{1.283}{\sigma} \cdot (0.859 - \bar{V}) + 0.577\right] = \ln\left[-\ln\left(\frac{50}{50+1}\right)\right] \end{cases} \quad (15).$$

Получены значения:

$$\begin{aligned} \bar{V} &= 0.603 \text{ м/сек;} \\ \sigma(V) &= 0.098 \text{ м/сек.} \end{aligned} \quad (16).$$

Подставив значения  $\bar{V}$  и  $\sigma(V)$  из (16) в (13) получаем значение параметра:

$$K = 0.118.$$

Подставив значения  $K = 0.118$  в выражение (14), получаем значение вероятностного фактора для скорости ветра:

$$C_{prob} = 1.426 \quad (17).$$

Поскольку ветровая нагрузка зависит от квадрата скорости ветра, значение коэффициента надежности по предельному расчетному значению ветровой нагрузки для заданного периода повторяемости 10000 лет составляет:

$$\gamma_{fm} = C_{prob}^2 = 1.426^2 = 2.0 \quad (18).$$

#### Выводы:

1. Вероятностный коэффициент надежности по предельному расчетному значению ветровой нагрузки с периодом повторяемости свыше 500 лет может быть определен по формуле (4.2) Еврокода EN 1991-1-4:2005 и статистическим характеристикам выборки годовых максимумов скорости ветра для интересующего района.
2. Нормативный документ ДБН В.1.2-2:2006 не содержит информации о статистических характеристиках выборок годовых максимумов скорости ветра для ветровых районов Украины, однако такие данные для выборки в целом по Украине, в предположении, что закон распределения является двойным экспоненциальным законом, могут быть получены.
3. Нормативный документ ДБН В.1.2-2:2006, в соответствии с рекомендациями Еврокода EN 1991-1-4:2005, должен быть дополнен сведениями о параметрах формулы (4.2) Еврокода EN 1991-1-4:2005, в идеале – для всех ветровых районов Украины.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ,

- 2006.
2. EN 1991-1-4:2005. Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – Wind actions. 2005 CEN.
3. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах. М.: Мир, 1969. -369 с.

#### УДК 662. 613. 13

#### ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛЫ И ШЛАКОВ ПРИДНЕПРОВСКОЙ ТЭС

д.т.н., проф. Приходько А.П., к.т.н., доц. Павленко Т.М.,  
к.т.н., доц. Дехта Т.Н., студ. Аббасова А.Р.

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры*

**Постановка проблемы.** Проблема использования золошлаковых отходов возникла одновременно со строительством тепловых электростанций (ТЭС) в связи с необходимостью утилизации огромного количества этих веществ и решением проблемы охраны окружающей среды.

Золошлаковые отходы ТЭС представляют собой минеральные остатки от сжигания твердого топлива в топках котлоагрегатов. Уголь состоит из горючих органических соединений (углеводороды) и неорганической части, в состав которой входят различные минералы, которые в процессе горения топлива видоизменяются, образуя золы и шлаки. В нашем регионе одной из важнейших задач является утилизация золошлаковых отходов Приднепровской ТЭС. До начала 70-х годов XX века отходы на этой ТЭС поступали в отвалы в виде золошлаковых смесей. В настоящее время производится раздельное золошлакоудаление. Таким образом, в настоящее время на ТЭС имеется три вида твердых отходов:

- золошлаковая смесь (механическая смесь золы и шлака непостоянного состава);
- зола уноса (дисперсный материал);
- топливный шлак (зернистый материал с крупностью зёрен от 0,16 мм до 20 мм; изредка встречаются более крупные зёрна).

Из приведенного следует, что существует необходимость разработки эффективных технологий, позволяющих максимально использовать как золошлаковые смеси, так и золы и шлаки в строительстве.

Наиболее массовой утилизации золошлаковых отходов можно достичь при их использовании в строительстве в качестве заполнителей для бетонов. При этом возможно получение бетонов не только на золошлаковом сырье, а и в сочетании с традиционными заполнителями. Большой вклад в решение этой проблемы внесли Иванов И.А. [1], Сергеев А.М. [2, 3], Дворкин Л.И., Пашков И.А. [4], Бабачев Г. (Болгария) [5] и другие.

Целью настоящей работы является совершенствование технологии бетонов на основе золошлакового сырья за счет оптимизации состава бетонов, в которых в качестве заполнителей используются золошлаковая смесь, шлаки