

$\Omega_{R,ef} \in \square$ відношення $p_R = 0$ відповідно $A_R = 0$ та вираз (33) стає тотожним виразу (30) при $\gamma = (k_R - 1) / V_R$. Очевидним також є і той факт, що для лінійних систем, до яких ми відносимо опори зв'язку, підвищення або зменшення надійності пов'язується тільки з параметрами k_R та p_R , котрі, у свою чергу, визначаються певною геометричною характеристикою перерізу. Це дозволяє задачі надійності різних конструкцій вирішувати з єдиних позицій.

Література

1. Болотин, В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений / В.В. Болотин. – М.: Стройиздат, 1982. – 351 с.
2. Венцель, Е.С. Теория случайных процессов и её инженерные приложения / Е.С. Венцель, Л.А. Овчаров. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.
3. Гумбель, Э. Статистика экстремальных значений / Э. Гумбель. – М.: Мир, 1965. – 450 с.
4. Лидбеттер, М. Экстремумы случайных последовательностей и процессов / М. Лидбеттер, Г. Линдгрен, Х. Ротсен. – М.: Мир, 1989. – 392 с.
5. Махінько А.В. Надійність елементів металоконструкцій під дією випадкових змінних навантажень: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.01 «Будівельніконструкції, будівлі та споруди» / А.В. Махінько. – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – 24 с.
6. Перельмутер, А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций / А.В. Перельмутер. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Изд-во УкрНИИПроектстальконструкция, 2000. – 216 с.
7. Пичугин, С.Ф. Надёжность стальных конструкций производственных зданий: монография / С.Ф. Пичугин. – Полтава: «АСМИ», 2009. – 452 с.
8. Пичугін, С.Ф. Рекомендації з розрахунку сталевих елементів конструкцій на діюсне і вітрове навантаження (До ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи») / С.Ф. Пичугін, А.В. Махінько, Н.О. Махінько. – Полтава : АСМІ, 2007. – 115 с.

Надійшла до редакції 08.12. 2010

© А.В. Махінько

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ

Предложена аналитическая методика оценки надёжности конструкций с учётом стохастической природы действующих нагрузок.

Ключевые слова: надёжность конструкций, вероятность отказа, случайные нагрузки, случайный процесс, случайная величина.

RELIABILITY CLOSED-FORM SOLUTION OF STRUCTURES

Analytical method of reliability estimation of structures is offered. Stochastic character of constant and short-term loads are considered.

Key words: structure reliability, failure probability, stochastic loads, stochastic process, random variable.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОЗРАХУНКОВИХ ЗНАЧЕНЬ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

Проведено порівняльний аналіз мінімальних розрахункових значень температури повітря для проектування огорожувальних конструкцій та систем опалення будівель, отриманих автором за даними 485-ти пунктів спостереження України, із чинними будівельними нормами та проектом Державного стандарту України з кліматології та геофізики. На фоні загальної гармонізації виявлені певні відхилення для окремих географічних районів України.

Ключові слова: температура повітря, розрахункові значення, огорожувальні конструкції.

Теплотехнічні розрахунки огорожувальних конструкцій будівель виконуються з урахуванням розрахункових значень температури атмосферного повітря, наведених у нормативному документі [1]. Нормами встановлено чотири розрахункові значення мінімальної січної температури повітря, які використовуються залежно від призначення й масивності конструкцій, зокрема температури найхолоднішої доби та найхолоднішої п'ятиденки із забезпеченостями 0,92 і 0,98, що відповідають періодам повторюваності один раз на 12,5 та один раз на 50 років.

Проблема полягає у тому, що чинні норми [1], розроблені для всієї території колишнього СРСР, установлюють розрахункові значення температури повітря лише для 31-го міста України. Недостатня детальність і застарілість цих норм викликала необхідність уточнення розрахункових значень температури атмосферного повітря для території України.

Результати останніх досліджень, узагальнені в монографії [2], дозволили розробити Державний стандарт України [3] (чинний з 1 листопада 2011 р.), у якому в табличній формі, аналогічній нормам [1], наведені розрахункові значення температури повітря для 53-х міст України. Нормативний документ [3] є більш детальним, ніж чинні норми [1], і враховує результати метеорологічних спостережень останніх років. Основними його недоліками залишаються дискретність територіального районування (таблиці значень для окремих міст, а не карти з районами), а також неможливість визначення розрахункових значень температури повітря залежно від заданого періоду осереднення та періоду повторюваності, що дозволило б урахувати масивність і строк служби огорожувальних конструкцій.

Ці завдання розв'язані в роботах [4 – 7], у яких дані строкових спостережень за температурою повітря подані у формі квазістаціонарного випадкового процесу з річним періодом нестационарності [4], розроблена методика [5] та обчислені мінімальні розрахункові значення температури повітря для 485-ти пунктів спостереження України [6] з урахуванням періодів осереднення температури в межах від однієї до десяти діб та періодів повторюваності в межах від 5 до 200 років. Виконане в роботі [7] узагальнення й територіальне районування розрахункових значень дозволяє визначити мінімальні розрахункові значення температури повітря в такому порядку:

- виходячи із завдання на проектування та масивності огорожувальної конструкції, встановлюється інтервал згладжування Z (у добах) і період повторюваності T (у роках) розрахункового значення температури;
- за картою територіального районування для заданого географічного району визначається характеристичне значення температури X_0 , яке відповідає відносному періоду повторюваності $L = 365 T/Z = 10000$;
- визначається висота району будівництва над рівнем моря (при $H < 500$ м слід прийняти $H = 500$ м);

• шукане розрахункове значення мінімальної температури повітря обчислюється за формулою

$$X(T, Z) = (X_0 - 36,5) \times [0,74 + 0,07 \log(365 T/Z)] + (4150 - H)/100. \quad (1)$$

Метою роботи є порівняльний аналіз розрахункових значень температури повітря, обчислених за результатами досліджень [4 – 7] та за нормативними документами [1], [3].

Порівняння розрахункових значень мінімальної температури повітря виконане для всіх пунктів спостереження, вказаних у нормах [1], [3]. Загалом аналізувалися дані для 56-ти пунктів спостереження, у тому числі 31 за нормами [1] та 53 за нормами [3]. За пропозиціями, викладеними в роботі [7], визначені розрахункові значення для всіх 56-ти пунктів спостереження. Виходячи з даних, наведених у нормах [1], [3], аналізувалися розрахункові значення мінімальної температури повітря чотирьох видів:

- найхолодніша доба із забезпеченістю 0,92 (Z=1 доба, T=12,5 року);
- найхолодніша доба із забезпеченістю 0,98 (Z=1 доба, T=50 років);
- найхолодніша п'ятиденка із забезпеченістю 0,92 (Z=5 діб, T=12,5 року);
- найхолодніша п'ятиденка із забезпеченістю 0,98 (Z=5 діб, T=50 років).

Указані розрахункові значення в нормативних документах [1], [3] наведені безпосередньо, а запропоновані автором визначені за картою територіального районування з роботи [7] та формулою (1). Нижче вони позначені таким чином: X_C – за нормами [1], X_D – за нормами [3], X_A – за даними автора [7]. Порівняльний аналіз зводився до визначення різниць (у градусах Цельсія) між трьома наявними розрахунковими значеннями для всіх пунктів спостереження, що збігаються, статистичної обробки вибірок отриманих відхилень та виявлення територіальної локалізації найбільших виявлених відхилень.

Порівняння розрахункових значень норм [1] та [3] виконане для 28-ми пунктів спостереження, які збігаються, шляхом аналізу відхилень

$$D_{DC} = X_C - X_D. \quad (2)$$

Серед 112-ти пар розрахункових значень (4 розрахункові значення для кожного з 28-ми пунктів спостереження) виявлено 16 відхилень (2), рівних -1°C , 16 відхилень, рівних $+1^\circ\text{C}$, та два відхилення, рівні $+2^\circ\text{C}$. Інші 78 розрахункових значень збігаються точно. Середнє відхилення $+0,09^\circ\text{C}$ досить близьке до нуля. Оскільки зміна розрахункового значення температури повітря на $1 - 2^\circ\text{C}$ мало впливає на результати теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій, розрахункові значення норм [1], [3] можна вважати практично рівними.

Порівняння розрахункових значень автора та норм [3] виконане для 53-х пунктів спостереження (212 розрахункових значень) за відхиленнями

$$D_{AC} = X_A - X_D. \quad (3)$$

Результати статистичної обробки отриманих відхилень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Статистичні характеристики відхилень розрахункових значень

Показники	Характеристики					
	1	1	5	5	1	5
Інтервал згладжування Z , діб						
Період повторюваності T , років	50	12,5	50	12,5		
Забезпеченість	0,98	0,92	0,98	0,92		
Середнє значення M_D , $^\circ\text{C}$	0,61	0,52	-0,86	-0,67	0,56	-0,76
Стандарт S_D , $^\circ\text{C}$	1,66	1,51	1,77	1,61	1,58	1,68
Найменше відхилення, $^\circ\text{C}$	-5,93	-5,81	-6,46	-5,33	-5,93	-6,46
Найбільше відхилення, $^\circ\text{C}$	5,84	5,22	3,60	4,98	5,84	4,98

З наведених у таблиці 1 середніх значень M_D видно, що визначені за даними роботи [7] значення температури найхолоднішої доби є дещо вищими (теплішими) від значень із норм [3], а температури найхолоднішої п'ятиденки – нижчі (холодніші) порівняно з нормами [3]. Стандарти відхилень практично однакові для всіх видів розрахункових значень. Близькість характеристик для періодів повторюваності 12,5 і 50 років дозволила об'єднати ці вибірки й визначити загальні характеристики відхилень температур найхолоднішої доби та

найхолоднішої п'ятиденки, які й наведені у двох останніх колонках таблиці. Оскільки середні відхилення не виходять за межі $\pm 1^\circ\text{C}$, можна вважати, що загалом по території України розрахункові значення температури повітря за даними роботи [7] досить близькі до наведених у нормативному документі [3]. Основну увагу слід приділити найбільшим спостереженим відхиленням, котрі в окремих випадках можуть сягати 6°C .

З наведених на рисунку 1 гістограм розподілу видно, що для основної маси метеостанцій відхилення розрахункових значень не перевищують $\pm 3^\circ\text{C}$. Очевидно, що такі незначні зміни розрахункових значень температури повітря не виявлять істотного впливу на результати теплотехнічних розрахунків. Відхилення, більші за $\pm 3^\circ\text{C}$, отримані лише для окремих пунктів спостереження.

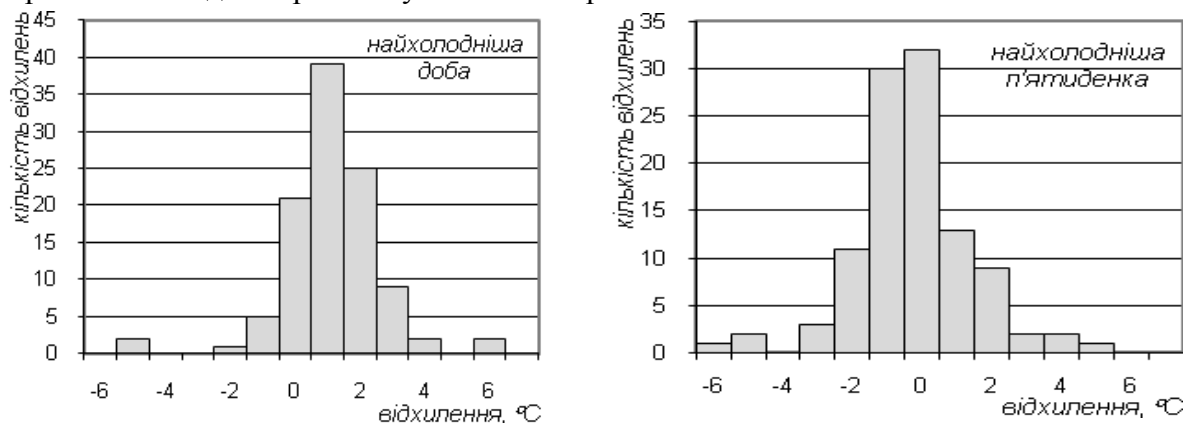


Рисунок 1 – Гістограми розподілу відхилень розрахункових температур

Найбільші плюсові відхилення (у бік вищих температур) виявлені на метеостанціях Кирилівка (до $+3,8^\circ\text{C}$) та Клепінине (до $+5,8^\circ\text{C}$). Найбільші мінусові відхилення (у бік нижчих температур) виявлені на метеостанціях Ялта (до $-6,5^\circ\text{C}$) та Кривий Ріг (до $-5,8^\circ\text{C}$). Підкреслимо, що розрахункові температури повітря для порівняльного аналізу визначалися за формулою (1) та картою територіального районування, наведеною в роботі [7]. Порівняння з безпосередньо обчисленими розрахунковими значеннями за роботами [5], [6], за якими була побудована карта районування, дає менші відхилення температури на метеостанціях Ялта (до $-4,9^\circ\text{C}$) і Кривий Ріг (до $-3,4^\circ\text{C}$). Отже, частина виявлених відхилень обумовлена згладжуванням даних при побудові карти територіального районування в роботі [7]. Таке згладжування з урахуванням даних сусідніх пунктів спостереження дещо змінює фактичні дані окремих метеостанцій, але разом із тим дає узагальнене уявлення про територіальний режим певної місцевості, виключаючи вплив мікрокліматичних факторів та випадкові флуктуації результатів метеорологічних спостережень.

Іншою причиною виявлених відхилень можуть бути неточності встановлення розрахункових значень у нормах [3] для окремих метеостанцій. Так, наприклад, розрахункові температури найхолоднішої п'ятиденки на метеостанції Кривий Ріг набагато більше відрізняються від температур найхолоднішої доби, ніж на інших географічно близьких метеостанціях, що й викликало вказані вище відхилення.

Порівняння розрахункових значень автора та норм [1] за відхиленнями

$$D_{ад} = X_A - X_C \quad (4)$$

дає практично такі ж результати, як і у випадку порівняння з нормами [3]. Це пояснюється виявленою вище близькістю даних СНиП і ДСТУ. Результати проведеного нами детального аналізу відхилень розрахункових температур, отриманих за даними роботи [7] та нормами [1], наводити недоцільно, оскільки вони практично повторюють наведені вище дані.

Виконані дослідження дозволяють зробити такі **висновки**:

1. Запропонована нами в попередніх публікаціях методика нормування забезпечує можливість досить точного визначення мінімальних розрахункових значень температури атмосферного повітря з урахуванням географічного району України, а також заданого періоду повторюваності й періоду осереднення температури, що залежать від терміну експлуатації та масивності огорожувальної конструкції.

2. Отримані за розробленою методикою мінімальні розрахункові значення температури повітря загалом узгоджуються з відповідними даними СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» та ДСТУ «Будівельна кліматологія», але є більш детальними й зручними для використання, а також дозволяють урахувати строк служби та масивність огорожувальних конструкцій при їх теплотехнічних розрахунках.

Література

1. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 136 с.
2. Фаренюк, Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К., 2010. – 101 с.
4. Пашинський, В.А. Імовірнісний опис процесу температури повітря / В.А.Пашинський, А.А. Кузьменко, А.М. Карюк // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – Вып. 38. – К.: Техника, 2002. – С. 60 – 66.
5. Карюк, А.М., Пашинський, В.А. Методика обчислення розрахункових значень температури повітря за ймовірнісною моделлю випадкового процесу // Збірник наукових праць. Сер. Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава: ПолтНТУ, 2003. – Вып. 13. – С. 24 – 27.
6. Карюк, А.М., Пашинський, В.А. Територіальне районування України за статистичними характеристиками температури повітря // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. Сер. Технические науки и архитектура. – К.: Техника. – 2004. – Вып. 60. – С. 123 – 129.
7. Карюк, А.М. Розрахункові значення температури повітря на території України // Збірник наукових праць. Сер. Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава: ПолтНТУ, 2005. – Вып. 17. – С. 13 – 16.

Надійшла до редакції 16.03. 2011

© А.Н. Карюк

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Проведен сравнительный анализ минимальных расчетных значений температуры воздуха для проектирования ограждающих конструкций и систем отопления зданий, полученных автором по данным 485-ти пунктов наблюдения Украины, с действующими строительными нормами и проектом Государственного стандарта Украины по климатологии и геофизике. На фоне общей гармонизации обнаружены определенные отклонения для отдельных географических районов Украины.

Ключевые слова: температура воздуха, расчетные значения, ограждающие конструкции.

COMPARATIVE ANALYSIS OF DESIGN VALUES OF AIR TEMPERATURE

A comparative analysis of minimum air temperature design values was realized for envelope structures and heating systems of buildings design which the author received according to the data of 485 observation points of Ukraine according to the actual building standards and state standard of Ukraine draft on climatology and geophysics. At the background of the general harmonization some deviations for individual geographical regions of Ukraine were found.

Key words: air temperature, design values, envelope structures.