

УДК 624.042.5

О.В.СЕМКО, д-р техн. наук, В.В.ПАШИНСКИЙ

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

## **МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ЕЛЕМЕНТИ ВІДКРИТИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Запропоновано методику експериментальних досліджень впливу температури атмосферного повітря на елементи металевих конструкцій неопалюваних будівель та споруд, яка забезпечує можливість дослідження залежностей температури та деформацій металевих конструкцій від температури атмосферного повітря з урахуванням додаткових факторів впливу.

Предложена методика экспериментальных исследований влияния температуры атмосферного воздуха на элементы металлических конструкций неотапливаемых зданий и сооружений, которая обеспечивает возможность исследования зависимостей температуры и деформаций металлических конструкций от температуры атмосферного воздуха с учетом дополнительных факторов влияния.

Offered method of experimental researches of influence of temperature of atmospheric air on the elements of metallic constructions of the unheated buildings and buildings, which provides possibility of research of dependences of temperature and deformations of metallic constructions from the temperature of atmospheric air taking into account the additional factors of influence.

*Ключові слова:* температура повітря, металеві конструкції, температурні деформації.

Важливим елементом розрахунку металевих конструкцій є врахування температурних деформацій та напружень. Розрахунок напружено-деформованого стану виконується існуючими методами [1] за умови, що відома конструктивна схема і температура конструкції. Температуру атмосферного повітря, яка випадковим чином змінюється в часі, можна встановити за результатами метеорологічних спостережень, які публікувалися в [2] і аналізувалися в [3] та інших роботах. Недостатньо вивченою залишається проблема переходу від температури зовнішнього середовища до температури конструкції, яка залежить від перебування матеріалу на сонці чи в тіні, від кольору, фактури, типу зовнішнього покриття, яке нанесено на метал.

Статистичні дослідження результатів спостережень за температурами атмосферного повітря виконувалися в роботах [3, 4]. Методика дослідження та нормування температурних впливів викладена в монографії [5]. Результати досліджень температурних впливів увійшли до нормативних документів [6, 7].

Невизначеність таких факторів, як вплив сонячної радіації, швидкість передачі тепла від повітря до конструкції та інших не дозволяє визначити температуру конструкцій теоретичним шляхом на достатньо

високому рівні точності. Тому доцільно виконати експериментальні дослідження залежності між температурою атмосферного повітря, температурою та деформаціями металевих конструкцій. Подібні дослідження [8], виконані для тротуарної плитки, вказують на можливість набрати необхідний статистичний матеріал для подальшої теоретичної обробки.

Метою даної роботи є розробка методики дослідження залежностей температури та деформацій металевих конструкцій від температури атмосферного повітря з урахуванням додаткових факторів впливу.

Програма експериментальних досліджень повинна забезпечувати:

- синхронність вимірювань температури атмосферного повітря, температури та деформацій металоконструкції;
- урахування характерних циклів зміни температури повітря (сезонна, випадкова міждобова та добова мінливість);
- урахування впливу додаткових факторів (сонячна радіація, обдування повітрям, колір і фактура покриття чи поверхні конструкції) на температуру та деформації металоконструкції;
- достатню точність і простоту вимірювань та реєстрації результатів експерименту.

Для вимірювання температурних деформацій в елементах металоконструкцій було розроблено випробувальну установку, схема якої зображена на рис.1.

Суцільні сталеві стержні (2), виконані з труби довжиною  $l = 1,7$  м, кріпляться до зовнішньої стіни будинку (1).

Один з кінців стержня закріплено за допомогою шарнірно нерухомої опори (болтового з'єднання) до кронштейна (3), виконаного з металевого кутика. Протилежний кінець труби закінчується стержнем діаметром близько 10 мм, який через отвори в стінці (6) заходить всередину приміщення (6). На цьому кінці встановлено індикатор годинникового типу (5) з ціною поділки 0,01 мм. Виготовлено два стержні-близнюки з чорним матовим покриттям. Один з них знаходиться в штучно створеній екраном (8) тіні, інший – на відкритому сонці.

Враховуючи коефіцієнт температурного розширення сталі  $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ , прийнята довжина стержня  $l = 1,7$  м забезпечує його видовження при зміні температури на  $1^{\circ}\text{C}$  на 0,02 мм. Одна поділка індикатора відповідає зміні температури стержня на  $0,5^{\circ}\text{C}$ , тобто точність вимірювання деформації відповідає точності вимірювального термометра, яким заміряється температура атмосферного повітря.

Для дослідження впливу сонячної радіації на зразки з поверхнею різного кольору та фактури додатково встановлювали короткі відрізки

труби довжиною 100 мм (рис.2), які вертикально закріплюються до стіни за допомогою болтового з'єднання. Між стіною і зразком закріплено дерев'яну планку, щоб обумовити його вільне звисання без контакту зі стіною. Кілька пар таких стержнів пофарбовано в різні кольори – чорний, білий і декілька «нейтральних» («проміжних») кольорів. Один з пари зразків-близнюків залишається відкритим, а інший захищається екраном від прямої дії сонячної радіації.

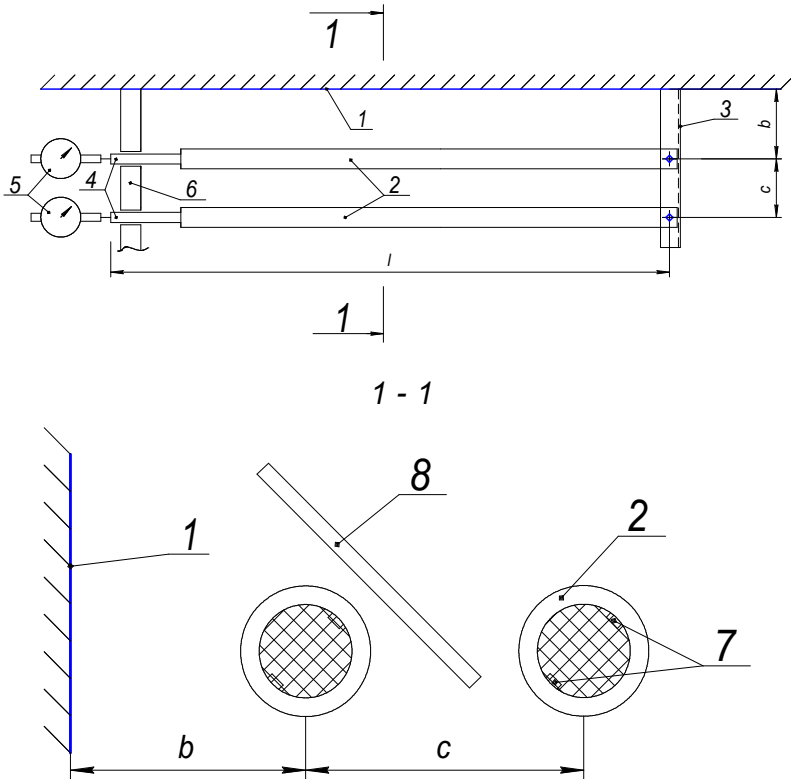


Рис.1 – Схема установки для вимірювання температурних деформацій в моделях елементів металоконструкцій

Температуру конструкції і повітря вимірювали хромель-копелевими термопарами (7), встановленими на внутрішній стороні труб. Після встановлення термопар торці труб (2) заповнюються монтажною піною з метою їх герметизації та ізоляції термопар від контакту з повітрям. Відліки по термопарах знімаються за допомогою потен-

ціометра ПП-63 і перетворюються в значення температур за таблицями [9]. Температура повітря додатково контролюється повіреним ртутним термометром, захищеним від дії прямих сонячних променів.

З внутрішньої сторони зразків, зображених на рис.2, також встановлювали по дві хромель-копелеві термопари (з боку стіни та на освітленій стороні). Як і в попередній конструкції, внутрішня порожнина труб заповнюється монтажною піною. Встановлення термопар з внутрішньої сторони труби дозволяє безпосередньо вимірювати температуру самої конструкції, а не атмосферного повітря.

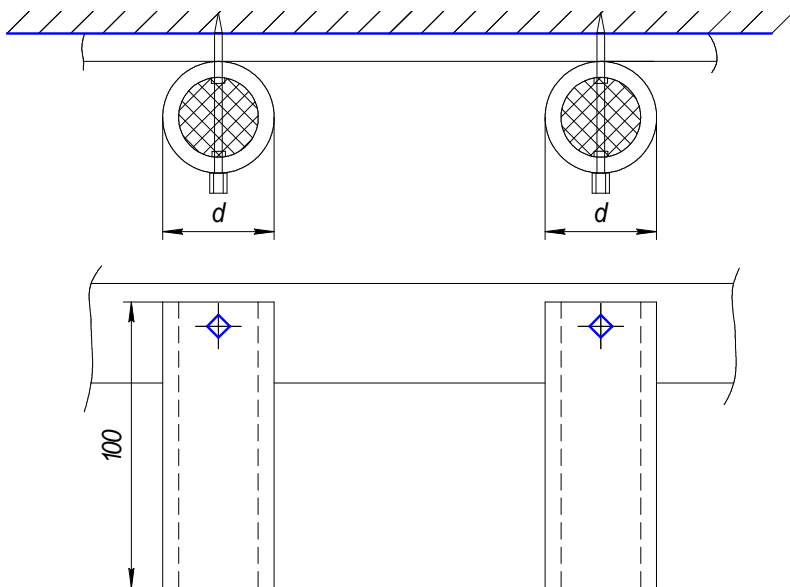


Рис.2 – Схема установки для аналізу залежності температури зразків від їх кольору та фактури

Вимірювання проводили три рази на добу: підчас найнижчої і найвищої температури повітря (близько 7 і 15 год.), а також при повній відсутності сонячної радіації (в темний період доби). З метою дослідження швидкоплинних добових змін температури та деформацій конструкцій періодично протягом однієї-двох діб проводили вимірювання через кожні півгодини. Такий порядок вимірювань забезпечить можливість аналізу сезонного і добового ходу температури, випадкову міждобову мінливість температур повітря та зразків, а також відповідні температурні деформації металевих конструкцій.

Як висновок можна вказати, що розроблена методика експериментальних досліджень забезпечує:

1) достатню точність вимірювання температури атмосферного повітря, температури й температурних деформацій елементів металевих конструкцій;

2) отримання синхронних у часі реалізацій випадкових процесів зміни температури атмосферного повітря, температури й температурних деформацій елементів металевих конструкцій;

3) можливість дослідження залежностей температури та деформацій металевих конструкцій від температури атмосферного повітря з урахуванням додаткових факторів впливу;

4) можливість дослідження впливу сонячної радіації на температури й температурні деформації елементів металевих конструкцій, що мають різний колір та фактуру поверхні.

1. Строительная механика / Под ред. Ю.И.Бутенко. – К.: Вища шк., 1989. – 479 с.

2. Справочник по климату СССР. Ч.II. Температура воздуха и почвы. Вып.10. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 608 с.

3. Карюк А.М., Пашинський В.А. Територіальне районування України за статистичними характеристиками температури повітря // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.60. Сер.: Технические науки и архитектура. – К.: Техніка, 2004. – С.123-129.

4. Карюк А.М. Розрахункові значення температури повітря на території України // Галузеве машинобудування, будівництво: Зб. наук. праць. Вип.15. – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – С.49-53.

5. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В.Н.Гордеев, А.И.Лантух-Лашенко, В.А.Пашинський, А.В.Перельмутер, С.Ф.Пичугин; Под общ. ред. А.В.Перельмутера. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 482 с.

6. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2007. – 60 с.

7. Правила улаштування електроустановок. Розділ 2. Передавання електроенергії. Глава 2.4. Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ. Глава 2.5. Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ. – К.: ОЕП „ГРІФРЕ”, 2006. – 190 с.

8. Блавацька Т.О., Сушко В.О., Шульгін В.В. Експериментальні дослідження температурного режиму тротуарного покриття // Галузеве машинобудування, будівництво: Зб. наук. праць. Вип.20. – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – С.137-142.

9. Герашенко О.А., Гордов А.Н., Еремина А.К. и др. Температурные измерения. – К.: Наук. думка, 1989. – 704 с.

*Отримано 16.10.2009*