

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КОМФОРТНОСТІ ПРИМІЩЕННЯ В 3D ПРОСТОРИ

© Марікуца У., Мазур В., Фармага І., 2012

Розроблено методику проведення вимірів комфортності приміщень, здійснено ідентифікацію параметрів та визначені розподіли освітленості і температури в 3D просторі.

Ключові слова: комфортність, параметри комфортності, мікроклімат, простір.

Designed methodology of measuring rooms comfort facilities. Carried out the identification of the parameters and determined the distribution of light and temperature in the 3D space.

Key words: comfort, the parameters of comfort, microclimate, space.

Вступ

Істотною складовою будь-якого приміщення є мікроклімат – умови внутрішнього середовища, які впливають на тепловий обмін людини з оточенням за допомогою конвенції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури поверхонь, які оточують людину, та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення [1, 3].

Параметри, що задовольняють 80% здорових, нормально одягнених людей, становлять [2]:

- 23–25 °С по сухому термометру, середня температура випромінювання від нагрівальних приладів 21–27 °С;
- відносна вологість 20–60 %;
- швидкість руху повітря 0,05–0,23 м/с.

Людський організм має здатність пристосовуватися (акліматизуватися) до змінних умов середовища. Але все-таки існують певні параметри, які визначають межі теплового комфорту, за яких людина не відчуває ні тепла, ні холоду.

Загальна характеристика цих параметрів не є однозначною для індивідуальних випадків, тому що незалежно від фізичних параметрів оточення на відчуття людиною теплового дискомфорту можуть впливати такі фактори, як одяг, стать, вік, стан здоров'я, звички чи психічний стан. Також береться до уваги суб'єктивне сприйняття теплових вражень людиною за сучасних методів дослідження ступеня теплового комфорту.

Постановка завдання

На технічному рівні грамотне проектування електропостачання, тепlopостачання, зволоження приміщення є чи не одним з найважливіших кроків під час всіх заходів, які передбачені у разі планування приміщень. Неправильне проведення комунікаційних, тепло- та вентиляційних мереж здатне привести до того, що таке приміщення буде некомфортним для проживання людей[4].

Для досягнення вказаної мети необхідно виконати такі завдання:

- 1) здійснити обґрунтований підбір фото- та термосенсорів та розробити методику вимірювань;
- 2) визначити розподіл температури та освітленості в перерізах приміщення та провести ідентифікацію моделей нагрівних і охолоджувальних елементів.

Ідентифікація моделей для дослідження параметрів комфортності в 3d просторі

На першому етапі ідентифікації моделей проводити комплекс вимірювань освітленості, температури та вологості вимірювальними засобами, які емулюють функції автоматизованої вимірювальної системи, що розробляється.

При цьому визначають:

- 1) діапазон зміни параметрів комфортності;
- 2) особливості їх розподілу в перерізах 3D-простору;
- 3) координати точок вимірювань і крок сітки;
- 4) часові параметри вимірювань.

На основі проведених досліджень розробляли методику вимірювань і здійснювали обґрунтований підбір сенсорів для реалізації автоматизованої системи.

Дослідження розподілу освітленості робочих поверхонь

Освітленість робочих поверхонь – це один з найважливіших параметрів комфортності, який визначає умови продуктивної праці, навчання та відпочинку. Дослідження розподілу освітленості проводили для перерізу приміщення, розміщеного на висоті 75 см., що відповідає характерній висоті більшості робочих поверхонь.

Дослідження поводити для природного, штучного та комбінованого освітлень.

Для проведення вимірювань використовувався люксметр Ю116, який характеризується такими параметрами:

- основний діапазон вимірювань: 5–100 люкс;
- розширений діапазон вимірювань (з насадками): 50–100 000 люкс;
- границі допустимої похибки в основному діапазоні $\pm 10\%$ від вимірюваної освітленості;
- збільшення допустимої похибки при переході на розширений діапазон вимірювань не перевищує $\pm 5\%$

Сенсором в люксметрі використовується селеновий фоторезистор Ф55С. Індикатором використовується стрілковий прилад магніто-електричної системи. Вимірювали на сітці з кроком 0,5 м.

Результати проведених вимірювань показали, що для виявлення нерівномірності освітленості необхідне подальше зменшення кроку сітки. Використання стрілкового приладу ускладнює процес зчитування відліків і збільшує його тривалість. Тому в роботі було прийняте рішення вибору підходящого фотосенсора і використання цифрового мілівольтметра для спрощення відліку вимірюваних значень. Такий підхід емулює структуру автоматизованої вимірювальної системи і дає змогу виявити особливості її побудови. Підбирали сенсор на основі таких факторів: Сенсором можна використати фоторезистор, який часто має лінійну характеристику в робочому діапазоні.

Основним недоліком таких резисторів є висока робоча напруга, яка ускладнює спряження з аналого-цифровим перетворювачем, високий темновий опір (1–10 МОм), незначні світлові струми. Альтернативним варіантом сенсора є використання фотодіодів в вентиляльному (фотовольтанічному режимі). Перевагою таких сенсорів є відсутність напруги живлення, відповідність рівня вихідної напруги вхідним напругам АЦП (до 1,5 В), відповідність вихідної напруги при номінальних рівнях освітленості діапазону вхідних напруг АЦП, та незначна інерційність. Як видно з вольт-амперної характеристики фотодіода для значних світлових потоків (які відповідають реальним рівням освітленості приміщення) необхідна лінійність забезпечується як для режиму холостого ходу $R_n = \infty$, так і для режиму короткого замикання $R_n = 0$. Реальний вхідний опір АЦП перебуває між цими граничними значеннями, що забезпечує необхідну лінійність перетворювача.

У роботі було прийнято рішення щодо створення експериментального зразка вимірювача освітленості на основі фотодіода ФД_25К та цифрового мілівольтметра. Таке рішення зумовлене необхідністю використання в автоматизованій системі лінійки з 8-ми фотодіодів (розміщених з заданим інтервалом на вимірювальній штанзі) з подальшою подачею вихідних напруг на комутатор і АЦП. Як і в люксметрі Ю_116 для зменшення косинусної похибки також використовується насадка у вигляді напівсфери. Калібрування створеного люксметра можна проводити з використанням люксметра Ю_116.

Однією з важливих задач, яку розв'язували під час виконання роботи, було визначення кроку рівномірної сітки для вимірювання. Індикативні вимірювання, проведені за допомогою люксметра Ю_116 з кроком 0,5 м, показали, що нерівномірності освітленості, на робочій площині, виявляються слабо. Тому під час експериментальних досліджень за допомогою створеного цифрового вимірювача вимірювали освітленість з різними кроками. І на основі отриманих даних було прийняте рішення про вибір кроку сітки 0,25 м.

Для практичного визначення нерівномірності освітлення в межах робочої площини проводився цикл експериментів для природного, штучного (при зашторених вікнах) та комбінованого освітлення.

У результаті проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1) освітлювальність робочої поверхні при природному освітленні змінюється в широких межах (до трьох разів);

2) при штучному освітленні та зашторених вікнах (що часто спостерігається в лабораторіях кафедр), рівень освітленості змінюється приблизно в півтора рази, особливо в зонах, віддалених від світильників;

3) при комбінованому освітленні зміна рівня освітленості перебуває в межах 10 % за винятком зони, яка знаходиться поблизу шаф, де спостерігається істотне поглинання світлового потоку;

4) під час вимірювань проявився істотний вплив на освітленість наявності працівників за робочими столами (зона впливу працівника через відбиття і поглинання світла досягає 1,2 м.).

Дослідження температурних полів приміщення та джерел нагрівання і охолодження

Індикативне дослідження температурних полів приміщення проводили на сітці 0,5 м за допомогою цифрового термометра WSD-100Digital Thermometr.

Одним із істотних факторів під час проведення вимірювання температури є значна інерційність сенсора, яка визначається необхідним часом встановлення температури. Для визначення постійної часу цифрового термометра було проведено експериментальне дослідження.

За значного розмаху температури в сусідніх точках вимірювань (наприклад 15°) перехідний процес встановлення кінцевого значення триває 600 с. (що визначається завершенням змін у показках термометра). Це відповідає постійній часу приблизно 200 с. У разі менших розкидів час встановлення може істотно зменшуватися. Постійна часу τ і час встановлення визначають швидкість проведення вимірювання, тому в роботі було запропоновано використовувати лінійку із 8-ми терморезисторів, яка забезпечує одночасне встановлення температури на 8-ми сенсорах потягом 3τ .

Для забезпечення малої постійної часу необхідно надавати перевагу малогабаритним, малоінерційним бусинковим терморезисторам. Ці терморезистори разом зі схемою вимірювального моста Вінстона можуть бути змонтовані на вимірювальній штанзі довжиною 2 м. з кроком 0,25 м. (на якій змонтовані і фотодіоди) і через перемикач режиму під'єднані до комутатора і АЦП. Для проведення вимірювань температурного поля нагрівних і охолоджувальних пристроїв використовується інша вимірювальна штанга довжиною 80 см. з кроком 10 см., які забезпечують необхідну деталізацію.

У межах роботи проводилось дослідження температурного поля нагрівного елемента – радіатора. Експериментальні дослідження температурного поля цього елемента зумовлені комплексним характером його формування за рахунок теплопередачі, конвекції та випромінювання, що ускладнює використання відомих аналітичних моделей. Крім того, результати цих експериментальних досліджень дозволяють провести верифікацію та уточнення аналітичних моделей. Отримані розподіли температурних полів нагрівних та охолоджувальних елементів дають змогу оцінити їх внесок у загальне температурне поле приміщення, загалом.

Дослідження розподілу вологості в навчальному приміщенні

Досліджували розподіл вологості в навчальному приміщенні за допомогою приладу DAR Al DAWA. Індикативні вимірювання вологості проводили в різних точках горизонтальної та вертикальної площин у переріз навчальної лабораторії. На основі визначених рівнів вологості можна зробити такі висновки:

1) за наявності в приміщенні обмеженої кількості студентів (менше від нормативного рівня), рівень вологості становить 60 %, що зумовлено пересушуванням повітря радіаторами у разі недостатньої вентиляції;

2) за значної кількості студентів рівень вологості істотно зростає і становить 90 %, що сприймається як задуха;

3) розподіл рівня вологості по висоті над підлогою збільшується.

Висновки

У результаті використання розробленої методики дослідження параметрів комфортності приміщень можна зробити такі висновки:

1. Спостерігається істотна нерівномірність природного освітлення залежно від віддалі до вікна до 9 разів.
2. Нерівномірність штучного освітлення робочих столів за зашторених вікон становить до 30 %.
3. Нерівномірність комбінованого освітлення робочих столів за зашторених вікон становить до 20 %.
4. Більшість термосенсорів, зокрема і в електронних термометрах, є дуже інерційними, що вимагає значного часу встановлення температури.
5. Для вимірювання температури рекомендується використання лінійки термосенсорів бусинкового типу з малою постійною часу.
6. Розподіл температурного поля в зоні нагрівних та охолоджувальних елементів приміщень характеризується істотною нерівномірністю, зумовленою ламінарними і турбулентними потоками повітря.
7. На основі експериментальних досліджень приміщень кафедри можна стверджувати, що за відсутності студентів і нормальної провітрюваності приміщення спостерігається занижений рівень вологості, що спричиняє відчуття сухості в горлі і кашель (особливо під час читання лекцій).
8. За значної кількості студентів у приміщеннях лабораторій рівень вологості і температури поступово збільшується. Причому рівень вологості дещо збільшується по висоті приміщення, що пояснюється підніманням нагрітого вологого повітря до стелі.
9. Збільшення рівня вологості у точках, віддалених від нагрівних елементів, призводить до виникнення джерел сирості і мокріння (кути вікон). Проведені дослідження показують доцільність розроблення автоматизованої підсистеми для визначення параметрів комфортності в приміщенні та їх розподілу в 3D просторі.

1. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. 2. ДБН В.2.2-15-2005. Житлові будинки. Основні положення. К., 2005. 3. ДБН 360 92. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. – К.: Мінівестбуд України, 1992. 4. Маклакова Т.Г. Проектирование жилых и общественных зданий: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Высш. шк., 1998. 5. ДБН В.2.2-9-99. Громадські будинки і споруди. Основні положення. – К., 1999.*