

ОГЛЯД НАПРЯМІВ ЩОДО ЗАХОДІВ ПІДТРИМАННЯ НОРМАТИВНОЇ ВІДНОСНОЇ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ В ПРИМІЩЕННІ

Корчмінський Микола Станіславович

здобувач вищої освіти факультету інженерних систем та екології
Київський національний університет будівництва та архітектури, Україна

Науковий керівник: Мілейковський Віктор Олександрович

канд. техн. наук, професор,
професор кафедри "Теплогазопостачання та вентиляції"
Київський національний університет будівництва та архітектури, Україна

Вологість повітря є однією з ключових характеристик мікроклімату і визначає умови життя людей всередині і зовні будинку. Дуже важливо контролювати та мінімізувати зміни відносної вологості повітря. Система стандартів безпеки праці ГОСТ 12.1.005-88 "Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони" та ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" встановлюють нормативні документи, що регламентують метеорологічні умови виробничого середовища [6].

Вологість - це показник вмісту вологи в повітрі. Для оцінки мікроклімату в приміщенні використовується фізична величина відносної вологості повітря (або гігрометр). Відносна вологість - це відношення абсолютної вологості досліджуваного повітря при даній температурі до максимальної вологості (абсолютної вологості насичення), яка може бути досягнута при насиченні повітря парами. Завдяки оптимальному показнику організм людини відчуває себе комфортно в приміщенні, може здійснювати здорову життєдіяльність і виконувати призначені йому фізичні та розумові завдання [1].

Абсолютна вологість - інтенсивність водяної пари в повітрі в цей момент (Па), або кількість водяної пари в 1 м^3 повітря. Максимальна вологість - інтенсивність водяної пари за умови повного насичення повітря вологою при цій температурі (Па); Відносна вологість - співвідношення між абсолютною і максимальною вологістю (%). На відміну від температури, вологість не так швидко і часто коливається в робочому просторі. Тому вологість зазвичай вимірюється тільки в основній робочій зоні. На робочих місцях і у виробничих приміщеннях, де відбуваються технічні процеси з використанням води або водних розчинів, що зберігаються у відкритих ємностях, особливо процеси, пов'язані з нагріванням вологості повітря досліджується більш детально.

У таких випадках важливо вимірювати вологість безпосередньо на різних висотах і відстанях від джерела виділення вологи. Вологість вимірюється гігрометрами та питомими вагами. Гігрометри використовують властивість змінювати довжину аналізуючи кількість вологи в повітрі. Більш точними є гігрометри, які можуть бути статичними (гігрометр Августа) або динамічними (аспіраційний гігрометр Ассмана). Гігрометри використовуються для визначення вологості повітря. Робота аспіраційних психрометрів заснована на тому, що різниця

температур між сухим і вологим термометрами залежить від вологості навколишнього повітря. Психрометр має два однакових ртутних термометрів і відсмоктувальну головку, закріплену на спеціальній рамці. Рамка являє собою роздвоєну трубку із захисною смугою. До нижнього відростка трубки прикріплені два патрубки за допомогою пластикової втулки, яка оберігає резервуар термометра від випромінювання. Зверху кінець трубки з'єднаний з аспіратором. Відсмоктувальна головка складається з приводного механізму і вентилятора, закритого кожухом. Пружина на приводному механізмі термометра закручується спеціальним ключем.

Для визначення значень показників вологості використовують різні методи:

1. Метод точки роси. Цей метод ґрунтується на визначенні температури тіла, що охолоджується, в момент t_p , коли на тілі, що охолоджується, з'являється роса. При цьому температура поверхні охолоджуючого тіла в цей момент дорівнює температурі t_p , при якій досліджуване повітря насичене водяною парою. Виходячи з визначеного значення t_p , з характеристик вологого повітря визначається питома вага насиченої пари, яка дорівнює абсолютній вологості повітря.

2. Конденсаційний метод. Цей метод використовується, коли в повітрі присутня значна кількість водяної пари. Конденсат водяної пари відбувається в морозильній камері, де повітря охолоджується нижче точки роси. Конденсовану воду збирають і вимірюють її об'єм або вагу. За цими значеннями визначають абсолютну вологість повітря.

3. Гравіметричний метод. Цей метод використовується при поглинанні вологи з повітря хімічними абсорбентами (хлорид калію, чиста сірчана кислота). Для визначення кількості відібраної вологи картридж з абсорбентом зважують на вагах до і після експерименту. Вага використовується для визначення кількості вологи в повітрі.

Для вимірювання відносної вологості повітря можна використовувати гігрометр з сухим і вологим термометрами, щоб визначити відносну вологість за допомогою таблиць вологості, рівнянь і графіків вологості. Для вимірювання відносної вологості повітря також можна використовувати гігрометри та графіки вологості (рис. 1).

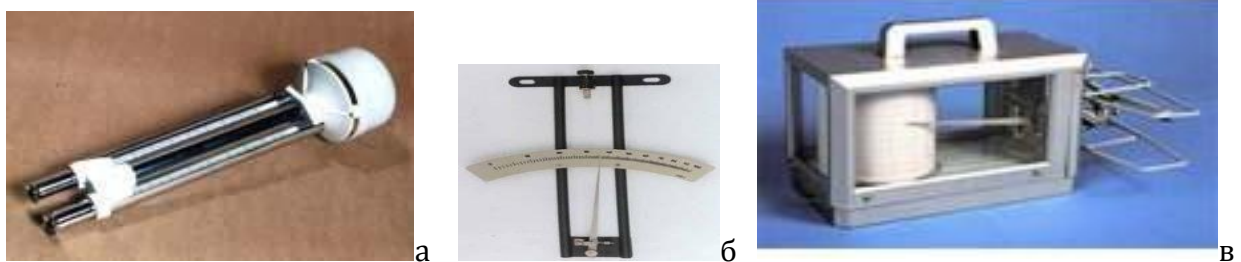


Рис.1. Прилади для вимірювання відносної вологості повітря
а – психрометр аспіраційний МВ-4-2М; б – гігрометр М-19; в – гігрограф М21А

Очищення резервуара термометра повітрям, що рухається з постійною швидкістю, підвищує точність показань гігрометра. Вимірявши температуру повітря за допомогою гігрометра, визначте різницю між показниками сухого t_c і вологого t_p термометра:

$$\Delta t = t_c - t_p, ^\circ\text{C} \quad (1)$$

Користуючись таблицею психрометричною по t_p (температура вологого термометра психрометра) і Δt знаходимо вологість повітря ϕ .

Вологість відносна розраховується за психрометричною формулою:

$$\varphi = \frac{p_{p.нас} - A(tc - tp) \cdot P_6}{P_{с.нас}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

де: $P_{p.нас}$, $P_{с.нас}$ – парціальний тиск насиченої водяної пари при температурах мокрого та сухого термометрів відповідно, мм.рт.ст.; P_6 – реальний тиск барометричний, мм.рт.ст.;

A – коефіцієнт, для психрометра дорівнює 0,000678;

t_c , t_p – Температура повітря за сухим та вологим термометром, °C,

Тиск вологи можна визначити з рівняння:

$$P_6 = p_c + p_n, \quad (7)$$

де: p_c , p_n – парціальний тиск сухого повітря та водяної пари відповідно, мм.рт.ст.

Відносну вологість можна побачити на I-d діаграмі (рис. 2), де основні параметри, що визначають температурно - вологісний стан повітря, з'єднані графіком температури t , відносної вологості φ , вологовмісту d , теплоємності (ентальпії) I і парціального тиску парів p_n . Якщо відомі два параметри, то на перетині відповідних координатних ліній можна знайти інші параметри. На діаграмі показано лінію з ентальпією $I = \text{const}$ і вологовмістом $d = \text{const}$. Крім того, на діаграмі показана ізотерма $t = \text{const}$ у вигляді прямої лінії, крива $\varphi = \text{const}$ і крива $p_n = f(d)$ для тиску пари. Для цього з точки, що характеризує досліджуваний стан повітря, проводять вертикальну лінію (лінія $d = \text{const}$) до перетину з лінією $\varphi = \text{const}$. Ізотерма, що проходить через точку відкриття, визначає точку роси повітря.

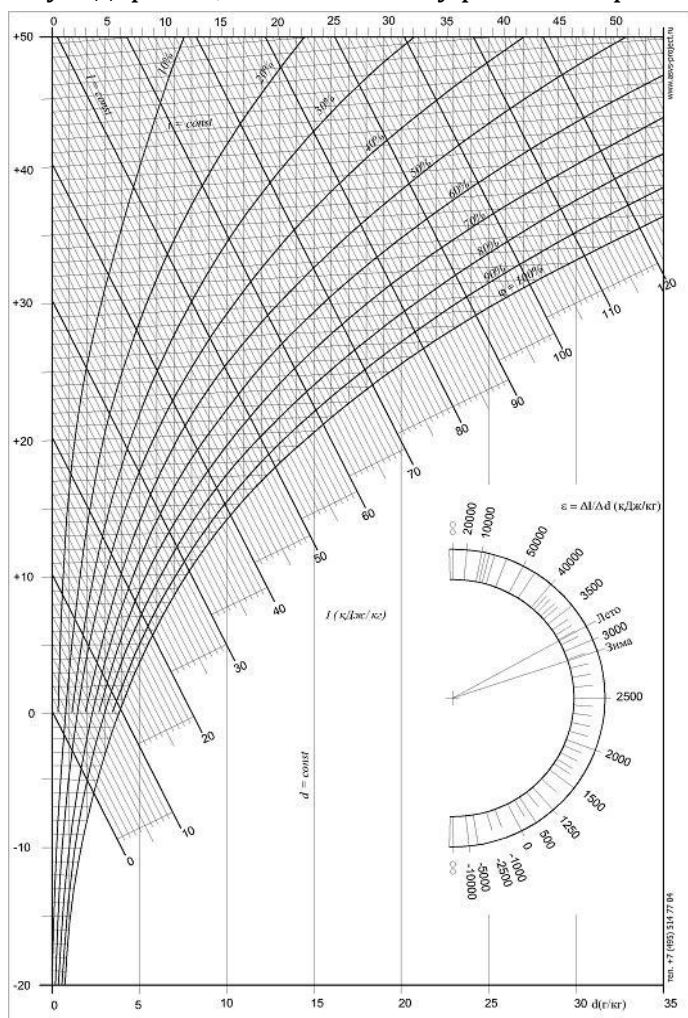


Рис. 2. Загальний вигляд I-d діаграми вологого повітря

На сьогоднішній день існує ряд сучасних методів контролю нормативної вологості в приміщенні. Одним із перспективних напрямків контролю мікрокліматичних параметрів приміщень є метод збору та обробки інформації, обґрунтований підбір датчиків і відповідного програмного забезпечення.

Аналізуючи сучасні наукові дослідження щодо заходів із підтримання нормативної вологості спостерігаємо, що в роботі [7,9,10] використовується механізм дистанційного керування системами контролю мікроклімату в приміщеннях з обмеженим доступом людини. Авторами рекомендується оснащити приміщення температурними датчиками та датчиками вологості, системами вентиляції та опалення. Ці підходи до управління параметрами мікроклімату непридатні. Це пов'язано з тим, що акцент робиться на промислових об'єктах, де люди навряд чи зможуть стояти.

В роботі автора [8,9,10] представлені принципи та підходи до побудови автоматизованої системи керування параметрами мікроклімату приміщень. А ця система заснована на мікроконтролері. Така методика дозволяє авторам отримати оперативну інформацію про комплекс параметрів, що характеризують мікроклімат. При проведенні досліджень включають температуру, відносну вологість, рухливість повітря та склад повітря.

Науковець Works [10] вказує на те, що для контролю кожного параметра бажано використовувати сучасні інтелектуальні засоби. Це підтверджується аналізом наукових досліджень ще таких дослідників, як J. Utraki, A.-M. Amjad та P. Borkowski. Ці дослідження є важливими в умовах інформаційної невизначеності, тобто відсутності достовірної та повної інформації про контрольовані параметри мікроклімату.

Згідно з аналізом, проведеним під час дослідження, внесок у розвиток інструментів штучного інтелекту, зокрема нейронних мереж та механізмів інтелектуального аналізу даних, є значним і він пропонується такими вчені, як Джон Джозеф Хопфілд та Дональд Олдінг Гебб. [9,10]

А в іншій роботі [11] пропонується використовувати спеціальні автоматизовані системи для моніторингу таких параметрів, як температура та вологість. В якості основних засобів відображення інформації про роботу системи авторами пропонується використання тренажерів, дисплеїв та кольорових графічних терміналів. Для друку даних можна використовувати спеціальну керуючу програму, яка заснована на спілкуванні з Arduino через COM-порт. Але це вимагає використання більш складних рішень: додаткове обладнання для WiFi, інтернету, систем освітлення та теплопостачання. В свою чергу, такі дослідження щодо вибору та обґрунтування механізмів і засобів побудови систем управління мікрокліматом сховищ є актуальними та своєчасними.

Аналізуючи основні заходи щодо підтримки нормативної вологості в приміщенні стверджуємо, що всі вони сучасні і можуть використовуватись для такої мети. Необхідні параметри мікроклімату в приміщеннях повинні досягатися також за рахунок раціонального планування виробничих приміщень і оптимального розміщення тепло-, холодо- і вологовиділяючого обладнання.

Список використаних джерел:

1. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В. В. та ін. Основи охорони праці: Підручник. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К.: Основа, 2006. – 444 с.
2. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. 4-е. вид / За редакцією М.П. Гандзюка – К.: Каравела – 2008, – 384 с.4.
3. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум: Навчальний посібник. – 3-е вид. перер. і доп. – Суми: ВТД “Університетська книга”, 2009. – 540 с.

4. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99.-[Чинний від 01.12.1999]. – Режим доступу: https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiKsIes4P_rAhXnpIsKHcNdDOQQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fzakon.rada.gov.ua%2Frada%2Fshow%2Fva042282.
5. Система стандартів безпеки праці. Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація: ДСТУ 7238:2011. – [Чинний від 01.08.2011]. – Офіц. вид. – Київ : Держспоживстандарт України, 2011. <https://pro-op.com.ua/article/82-osnovn-vimogi-ta-zahodi-z-normalzats-mkroklmatichnih-umov-na-robochih-mstsyah>
6. Ліпінський І.С. Хижняк Т.А. Web-технології в електротехнічних системах регулювання параметрів мікроклімату/ Електроніка та зв'язок : науково-технічний журнал. 2016. Т. 21, № 5(94). С. 83–87. ISSN 1811-4512
7. ДСТУ ISO 14644-1:2009 Чисті приміщення та пов'язані з ними контрольовані середовища. Частина 1. Класифікація чистоти повітря (ISO 14644-1:1999, IDT).
8. Голінко І.М., Галицька І.Є. Промислове приміщення як динамічний елемент системи керування штучним мікрокліматом Інформаційні системи, механіка та керування. - 2018. - Вип. 18. - С. 104-114. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ismk_2018_18_15
9. Хімичева Г.І., Дзюба О.О. Застосування Інтернет технологій для побудови систем контролю параметрів мікроклімату закладів вищої освіти. Якість, стандартизація та метрологічне забезпечення: [матеріали міжнародної науково-практичної конференції, Харків - 25- 26 січня 2022 року] / за заг. ред. д.т.н., проф. Р. М. Тріща, к.т.н., доц. Г. С. Грінченко. Українська інженерно-педагогічна академія. Харків: УІПА, 2022. С.46-47.
10. Ganna Khimicheva, Oleksii Dziuba Background for developing the parameter control system of the comfort zone of office premises: Development of scientific, technological and innovation space in Ukraine and EU countries – 3rd ed. – Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2021. – p. 101-117.