

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КОМФОРТНИХ УМОВ ПРАЦІ ЗА ПАРАМЕТРАМИ МІКРОКЛІМАТУ

*Накемній О.К., асистент (каф. БЖД НУХТ);
Володченкова Н.В., к.т.н., доцент (каф. БЖД НУХТ)*

Будь-який вид трудової діяльності здійснюється у виробничому середовищі. Воно характеризується передусім параметрами, які специфічні для кожного виробництва і визначаються його призначенням.

Виробниче середовище безпосередньо впливає на продуктивність праці. У несприятливих умовах виробничого середовища працівник не тільки виконує трудові дії, але й зазнає додаткового навантаження на організм у зв'язку з необхідністю виконувати фізіологічну роботу з метою пристосування до тих чи інших факторів. Одним із критеріїв є визначення стану повітря робочої зони, а саме параметрів мікроклімату.

Відхилення від норм параметрів мікроклімату призводить до порушення фізіологічного стану працівників, що викликає передчасне стомлення та зниження працездатності виробничого персоналу.

Створення відповідних метеорологічних умов, які необхідні для забезпечення технологічного процесу і умов праці виробничого персоналу підприємства підвищить продуктивність праці та відповідно підвищить якості готової продукції.

Постійне відхилення від нормованих гігієнічних параметрів мікроклімату призводить до перегріву або переохолодження організму людини і пов'язаним з ними негативних наслідків: при перегріванні – до підвищеного потовиділення, збільшення частоти серцебиття (пульсу) і дихання, різкої слабості, запаморочення, появи судом, а у важких випадках до виникнення теплового удару. При переохолодженні виникають простудні захворювання, хронічні запалення суглобів, м'язів і ін.

Рух повітря всередині виробничого приміщення створює повітряні потоки, які сприяють збільшенню віддачі теплоти організмом людини в навколишнє середовище, що веде до поліпшення його самопочуття в жарких приміщеннях, але є несприятливим фактором при знижених температурах (особливо в холодний період часу), викликаючи при цьому різні простудні та запальні захворювання.

Проведеним дослідженням було встановлено, що джерелами тепла у виробничих приміщеннях є: система опалення, обладнання, що випромінює тепло (печі, варильні котли, обжарювальна машина), сонячна енергія, за рахунок інсоляції виробничих приміщень, система штучного освітлення та теплове випромінювання самих працівників. Формування мікроклімату в приміщенні відбувається за рахунок надходження тепла від теплоджерел та втрати частини його в навколишній простір.

Тепловиділення від електродвигунів може бути визначено залежно від встановленої потужності, при цьому загальний приведений коефіцієнт, як

правило приймається рівним 0,15.

Відповідно до вимог [1] інтенсивність теплового випромінювання працівників та від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, приладів освітлення та інших джерел тепла не повинна перевищувати 35 Вт/м². З метою попередження теплового перегрівання температура зовнішніх поверхонь технологічного обладнання та трубопроводів не повинна перевищувати 45 °С.

Тепло, що передається випромінюванням здійснюється за законом Стефана-Больцмана і відбувається в напрямку поверхонь з більш низькою температурою. Кількість тепла, що віддається $Q_{\text{надл}}$ залежить від площі поверхні тіла людини $F_{\text{надл}}$ і різниці температури тіла $T_{\text{т}}$ і температури поверхонь $T_{\text{п}}$. Однак при різниці температур, яка не перевищує +40 °С, можна вважати, що за 1 годину організм випромінює:

$$Q_{\text{надл}} = K_{\text{надл}} \cdot F_{\text{надл}} \cdot (T_{\text{т}} - T_{\text{п}}), \quad (1)$$

де $K_{\text{надл}}$ – наведений коефіцієнт випромінювання тепла одягом і навколишніх поверхонь, кДж/(м².год.град).

У випадку коли температура оточуючих поверхонь нижче температури тіла людини, можливе передавання тепла з поверхні тіла людини випромінюванням. В іншому випадку можливий перегрів організму.

Конвективне перенесення тепла $Q_{\text{к}}$, що передається в одиницю часу, залежить від площі поверхні тіла $F_{\text{к}}$, яка обдувається та різниці температур тіла людини $T_{\text{т}}$ і навколишнього повітря T , а також швидкості руху повітря V .

$$Q_{\text{к}} = \alpha \cdot F_{\text{к}} \cdot (T_{\text{т}} - T), \quad (2)$$

де α – коефіцієнт конвективного теплообміну, кДж/м².год.град.

При малих швидкостях повітря ($V \leq 4$ м/с) значення α може бути визначено, як

$$\alpha = 6,31 \cdot V^{0,654} + 3,25 \cdot e^{-1,91V} \quad (3)$$

Тепловіддача випаровуванням:

$$Q_{\text{вип}} = K_{\text{вип}} \cdot F_{\text{вип}} \cdot (P_{\text{т}} - P_{\text{п}}), \quad (4)$$

де $F_{\text{вип}}$ – площа поверхні тіла, що бере участь в випаровуванні; $P_{\text{т}}$ – парціальний тиск насиченої водяної пари при температурі тіла людини, кПа; $P_{\text{п}}$ – парціальний тиск водяної пари в навколишньому повітрі, кПа; $K_{\text{вип}}$ – коефіцієнт теплообміну при випаровуванні, кДж/(м².год.Па).

При підвищенні температури навколишнього повітря до +30 °С і вище основний шлях тепловіддачі – випаровування. Рефлекторно посилюється робота потових залоз і волога з потом виділяється з організму. При випаровуванні 1 л води відводиться $2,46 \cdot 10^3$ кДж теплової енергії.

Оптимальні параметри мікроклімату прийнято називати комфортними.

Як показник, що характеризує ступінь порушення комфортності повітряного середовища використовується комплексний показник дискомфорту O_d , який визначається за рівнянням теплового балансу організму людини:

$$E_d = Q_{втр} - Q_t = Q_{втр} - Q_{надл} - Q_k - Q_{вип}, \quad (5)$$

де $Q_{втр}$ – енерговитрати організму людини, кДж/год; Q_t – тепловтрати організму, кДж/год. Отримання додаткового тепла ($+O_d$) призводить до перегріву організму, втрата тепла ($-E_d$) призводить до зниження температури тепла і відчуття холоду. Найбільш оптимально комфортний стан, при якому $E_d \approx 0$, що свідчить про відсутність як перегріву, так і охолодження організму. Величина $Q_{втр}$ зазвичай приймається в залежності від характеру виконуваної роботи. Значення $Q_{надл}$, Q_k , $Q_{вип}$ при відомих параметрах поверхні тіла людини визначаються лише параметрами мікроклімату та можуть бути розраховані за формулами (1), (2) і (4). Таким чином при $E_d \approx 0$ вираз (5) описує область комфортних сполучень параметрів мікроклімату T , ϕ і V .

Розрахунковим шляхом зону комфортного стану виробничого приміщення S_v за різних умов мікроклімату (при рухомому і нерухомому стану повітряного середовища) можна визначити за формулою:

$$S = k - 0,1 t_c - 0,0968 t_0 - 0,0372 R + 0,0367 (37,8 - t_c) V, \quad (6)$$

де S – характеристика теплових відчуттів; k – константа (для зими $k = 7,83$; для літа $k = 8,45$); t_c – температура повітря по сухому термометру, $^{\circ}\text{C}$; t_0 – температура оточуючих поверхонь (відповідає температурі повітря по сухому термометру), $^{\circ}\text{C}$; R – тиск водяної пари в повітрі, мм рт.ст.; V – швидкість руху повітря, м/с.

Отриманий результат за формулою (6) округлюють до цілого числа і визначають теплове відчуття (1 – дуже жарко; 2 – жарко; 3 – тепло; 4 – комфортно; 5 – прохолодно; 6 – холодно; 7 – дуже холодно). Даний метод застосовується при вологості повітря від 30% до 70%. Значення S характеризує теплові відчуття людей, що виконують певну роботу.

Засобами і способами нормалізації мікроклімату є: система опалення; кондиціонування повітря; вентиляція; інсоляція приміщень шляхом архітектурно-планувальних рішень, сонцезахисним зашторюванням вікон та ін. способами; теплоізоляція нагрітих поверхонь; повітряне душення на робочих місцях; створення повітряних завіс у відкритих воріт і дверей; підігрів (зволоження повітря) в системах вентиляції і кондиціонування.

Висновки. В роботі представлено методику розрахунку оптимальних параметрів мікроклімату виробничих приміщень промислового підприємства. Наведена методика дає змогу покращити умови праці виробничого персоналу за фактором створення необхідних метеорологічних умов, за яких відбуваються різні етапи відповідного технологічного процесу.

Література

1. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 – Режим доступу:<http://ua-info.biz/legal/basetp/ua-zmptae.htm>.
2. Beatriz Fernández-Muñiz (2012) Safety climate in OHSAS 18001-certified organisations: Antecedents and consequences of safety behaviour/ Beatriz Fernández-Muñiz, José Manuel Montes-Peón, Camilo José Vázquez-Ordás// Accident Analysis & Prevention, Volume 45, March 2012, Pages 745-758.
3. Jakko van Kampen (2017) Assessing the statistical properties and underlying model structure of fifteen safety constructs/ Jakko van Kampen, Dolf van der Beek, Wouter Steijn, Jop Groeneweg, Frank Guldenmund// Safety Science, Volume 94, April 2017, Pages 208-218.