

## RESEARCH OF SAFETY CLIMATE AREA CONFECTIONERY

N. Volodchenkova, L. Nakempiy

National University of Food Technologies

<b>Key words:</b> <i>Safety climate</i> <i>Weather conditions</i> <i>The air of working zone</i> <i>Working conditions</i>	<b>ABSTRACT</b> The paper presents the results of experimental research of conditions of workers of pastry shop in Kyiv region, by parameters of meteorological conditions, under which there are different stages of the relevant process. The method of calculating the amount of heat not only from the technological equipment, but also taking into account the heat from lighting devices, installation of premises, heat dissipation of workers and other sources is given. This method allows to calculate the degree of violation of the comfort of air medium by complex indicator of discomfort. Actions for normalization of parameters of air medium can improve conditions for workers, prevent diseases, that will contribute to productivity and will help to improve the quality of the finished product.
<b>Article history:</b> Received 14.11.2017 Received in revised form 04.12.2017 Accepted 26.12.2017	
<b>Corresponding author:</b> N. Volodchenkova <b>E-mail:</b> npnuht@ukr.net	
<b>DOI:</b> 10.24263/2225-2924-2017-23-6-6	

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ КОНДИТЕРІВ

Н.В. Володченкова, О.К. Накемпій

Національний університет харчових технологій

*У статті представлено результати експериментального дослідження умов праці працівників кондитерського цеху Київської області за фактором параметрів метеорологічних умов, при яких відбуваються різні етапи відповідного технологічного процесу. Наведено методіку розрахунку кількості тепла не лише від технологічного обладнання, а й з урахуванням тепла від приладів освітлення, інсталяції приміщень, тепловиділень працівників та інших джерел. Дана методіка дає змогу розрахувати ступінь порушення комфортності повітряного середовища за комплексним показником дискомфорту. Заходи щодо нормалізації параметрів повітряного середовища поліпшать умови праці виробничого персоналу, запобігатимуть захворюванням, що, відповідно, вплине на продуктивність праці та дасть змогу підвищити якість готової продукції.*

**Ключові слова:** мікроклімат, метеорологічні умови, повітря робочої зони, умови праці.

**Постановка проблеми.** Для збереження здоров'я та працездатності працівників кондитерського виробництва необхідно керувати станом повітря-

ного середовища. 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 й умов праці виробничого персоналу підприємства, підвищить продуктивність праці та, відповідно, якість готової продукції. Для виконання вимог санітарних норм до гігієнічних параметрів повітряного середовища (температура, відносна вологість, рух повітря, теплове випромінювання, температура нагрітої поверхні) необхідно удосконалювати технологічне обладнання, впроваджувати сучасні системи опалення і вентиляції виробничих приміщень.

**Мета статті:** дослідити умови праці працівників кондитерського цеху Київської області за фактором параметрів метеорологічних умов, при яких відбуваються різні етапи відповідного технологічного процесу, розробити методику розрахунку кількості тепла з урахуванням тепла від приладів освітлення, інсталяції приміщень, тепловиділень працівників та інших джерел.

**Матеріали і методи.** Для проведення дослідження використовувалися експериментальні методи дослідження параметрів мікроклімату, їх допустимість відповідним нормованим значенням, статистичне оброблення експериментальних значень.

**Результати і обговорення.** Мікроклімат виробничих приміщень залежить від технологічних процесів. Ряд процесів відбувається при певних температурних параметрах навколишнього середовища виробничих приміщень (бродіння напівфабрикатів, відтаювання та інші процеси). Невідповідність таких параметрів може призвести до порушення технологічних режимів приготування напівфабрикатів і виготовлення готової продукції. [1; 2].

Підвищена або знижена температура повітря робочої зони впливає на організм виробничого персоналу, викликаючи звуження або розширення кровоносних судин шкіри. Накопичення тепла в організмі призводить до порушення і розладу нервової системи, секреторної діяльності шлунка, печінки, порушення обмінних процесів, патологічної гіпертермії (перегріву), судомної хвороби, теплового удару.

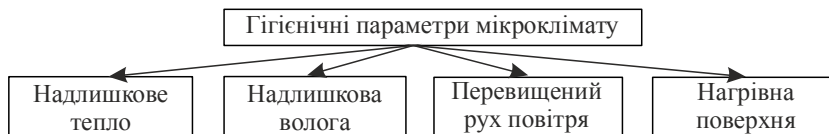
Підвищена вологість ( $\varphi > 85\%$ ) ускладнює теплообмін між організмом людини і зовнішнім середовищем робочої зони внаслідок зменшення випаровування вологи з поверхні шкіри, а низька вологість ( $\varphi < 20\%$ ) призводить до пересихання слизових оболонок дихальних шляхів.

Рух повітря у виробничому приміщенні покращує теплообмін між тілом людини і зовнішнім середовищем, але підвищені показники швидкості руху повітря (протяги) підвищують імовірність виникнення простудних захворювань.

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 слабкості, запаморочення, появи судом, а у важких випадках — до виникнення теплового удару. При переохолодженні виникають простудні захворювання, хронічні запалення суглобів, м'язів тощо [3—5].

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

Специфіка діяльності кондитерських підприємств, що спеціалізуються на виготовленні борошняних кондитерських виробів, свідчить про те, що для різних стадій технологічного процесу (підготовки сировини, приготування напівфабрикатів і виготовлення готової продукції) характерні певні невідповідності параметрів повітряного середовища за параметрами мікроклімату.



**Рис. 1. Визначення гігієнічних параметрів мікроклімату виробничих приміщень кондитерського цеху**

Гігієнічне дослідження параметрів мікроклімату проводилося відповідно до [1; 2]. Інструментальні виміри проводилися у різні періоди року (липень, січень) у виробничих і допоміжних приміщеннях кондитерського цеху на робочих місцях кондитерів. Перепади температур по висоті і по горизонталі, а також протягом зміни не перевищували  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

При проведенні дослідження встановлено, що надлишкове тепло фіксується у пічному, обжарювальному, варильному відділеннях і тепловому пункті; значні вологовиділення у відділенні підготовки яєць, сиропо-варильному та протиручному відділеннях, приміщенні мийки і стерилізації інвентарю; підвищені параметри швидкості руху повітря у відділенні приймання сировини та видачі готової продукції (експедиція).

Результати дослідження параметрів інтенсивності тепловиділення і вологовиділення від технологічного обладнання кондитерського виробництва, яке проводилося в теплий і холодний період року, наведені в табл. 1.

*Таблиця 1. Результати дослідження параметрів тепловиділення і вологовиділення від технологічного обладнання кондитерського цеху*

Обладнання	Марка обладнання	Тепловиділення, кДж/год	Вологовиділення, кг/год
Котел варильний	КПЭСМ-30	4268	1,56
	Відкритого типу	2525	1,96
Котел нагрівальний	33-2А-10.01	8400	—
Обжарювальна машина	(міні, потужністю 36 кг/год)	9600	—
Піч електрична	Мусон-Ротор, модель 33	18300	—
Машина протиручна	МПУ-400	—	0,24
Міксер планетарний	STARMIX PL20B2VS	—	0,11

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 й теплове випромінювання самих працівників. Формування мікроклімату в приміщенні відбувається за рахунок надходження тепла від теплоджерел і 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; 2] інтенсивність теплового випромінювання працівників і від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, приладів освітлення та інших джерел тепла не повинна перевищувати 35 Вт/м<sup>2</sup>. З метою запобігання тепловому перегріванню температура зовнішніх поверхонь технологічного обладнання й трубопроводів не повинна перевищувати 45° С.

Тепло від випромінювання, передається за законом Стефана-Больцмана в напрямку поверхонь з більш низькою температурою. Кількість тепла, що віддається  $Q_{\text{надл}}$ , залежить від площі поверхні тіла людини  $F_{\text{надл}}$ , 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 год 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/(м<sup>2</sup>.год.град).

У випадку, коли температура оточуючих поверхонь нижча за температуру тіла людини, відбувається передавання тепла з поверхні тіла людини випромінюванням. В іншому випадку можливий перегрів організму.

Конвективне перенесення тепла  $Q_{\text{к}}$ , що передається за 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  $\alpha$  — коефіцієнт конвективного теплообміну, кДж/м<sup>2</sup>.год.град.

При малих швидкостях повітря ( $V \leq 4$  м/с) значення  $\alpha$  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 у 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/(м<sup>2</sup>.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:

$$E_d = Q_{\text{втр}} - Q_{\text{т}} = Q_{\text{втр}} - Q_{\text{надл}} - Q_{\text{к}} - Q_{\text{вип}}, \quad (5)$$

де  $Q_{\text{втр}}$  — енерговитрати організму людини, кДж/год;  $Q_{\text{т}}$  — 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  $Q_{\text{втр}}$  зазвичай залежить від характеру виконуваної роботи. Значення  $Q_{\text{надл}}$ ,  $Q_{\text{к}}$ ,  $Q_{\text{вип}}$  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  $T$ ,  $\phi$  і  $V$ .

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

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

де  $S$  — характеристика теплових відчуттів;  $k$  — константа (для зими  $k = 7,83$ ; для літа  $k = 8,45$ );  $t_c$  — температура повітря за сухим термометром, °С;  $t_0$  — температура оточуючих поверхонь (відповідає температурі повітря за сухим термометром), °С;  $R$  — тиск водяної пари в повітрі, мм рт.ст.;  $V$  — швидкість руху повітря, м/с.

Отриманий результат за формулою (6) округлюють до цілого числа і за табл. 2 визначають теплове відчуття. Даний метод застосовується при вологості повітря від 30% до 70%. Значення  $S$  характеризує теплові відчуття людей, що виконують певну роботу.

*Таблиця 2. Очікувані значення теплових відчуттів*

Характеристика теплових відчуттів, $S$	Теплове відчуття працівника
1	Дуже жарко
2	Жарко
3	Тепло
4	Комфортно
5	Прохолодно
6	Холодно
7	Дуже холодно

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 біля відкритих воріт і дверей;
- підігрів (зволоження повітря) у системах вентиляції і кондиціонування.

Під час проведення дослідження виявлено, що в приміщеннях із незначними тепловиділеннями, а саме: відділеннях приймання молока та кисломолочних продуктів, сировини, складах тарного зберігання борошна, какао, цукру білого кристалічного, складах готової продукції, складах таропакувальних матеріалів для забезпечення нормальних умов праці повинна бути передбачена природна вентиляція з одноразовим повітрообміном.

Наявність пристроїв місцевого відсмоктування забезпечує ефективне видалення повітря виробничих приміщень.

### **Висновки**

У статті представлені результати практичного дослідження параметрів повітряного середовища виробничих приміщень одного з кондитерських підприємств Київської області. Важливість отриманих результатів полягає в тому, що вони підтверджують, що дія метеорологічних факторів на виробничий персонал відбувається синергічно, тобто несприятливі фактори посилюють один одного, або антагоністично, коли дія одного чи декількох факторів послаблюється або повністю знищується іншими. Наведена методика розрахунку оптимальних параметрів мікроклімату дає змогу покращити умови праці виробничого персоналу за фактором створення необхідних метеорологічних умов, при яких відбуваються різні етапи відповідного технологічного процесу.

### **Література**

1. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://ua-info.biz/legal/basetp/ua-zmptae.htm>.
2. НПАОП 15.8-1.14-97. Правила безпеки для кондитерського виробництва [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.ohrantruda.com/arkhiv-dokumentov/file/1694/>.
3. *Jeppe Ajslev* (2017) Safety climate and accidents at work: Cross-sectional study among 15,000 workers of the general working population/ *Jeppe Ajslev, Efat Lali Dastjerdi, Johnny Dyreborg, Pete Kines, Katharina Christiane Jeschke, Emil Sundstrup, Markus Due Jakobsen, Nils Fallentin, Lars Louis Andersen* // *Safety Science*. — January 2017. — Volume 91. — P. 320—325.
4. *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*. — April 2017. — Volume 94. — P. 208—218.
5. *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*. — March 2012. — Volume 45. — P. 745—758.