ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3
ПАРАМЕТРИ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ. РОЗРАХУНОК ПОВІТРООБМІНУ

Мета: навчитись оцінювати стан повітря робочої зони за значеннями параметрів мікроклімату, рівнем забрудненості, навчитись розраховувати необхідний для нормалізації параметрів мікроклімату робочої зони повітрообмін та його кратність.

Мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Показниками, що характеризують мікроклімат, є: температура повітря (ºС), відносна вологість повітря (%), швидкість руху повітря (м/сек.), інтенсивність теплового випромінювання (Вт/м^2).

Вимірювання параметрів мікроклімату проводяться на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни. У випадку коливань мікрокліматичних умов, пов'язаних з технологічним процесом та іншими причинами, вимірювання проводяться з урахуванням найбільших і найменших величин термічних навантажень протягом робочої зміни. Вимірювання здійснюються не менше 2-х разів на рік (теплий та холодний періоди року) у порядку поточного санітарного нагляду, а також при введенні в експлуатацію нового технологічного устаткування, внесенні технічних змін в конструкцію діючого устаткування, організації нових робочих місць тощо.

Вимірювання параметрів мікроклімату на робочих місцях проводяться на висоті 0,5-1,0 м від підлоги – при роботі сидячи та 1,5 м від підлоги при роботі стоячи.

Вимірювання температури повітря у виробничому приміщенні здійснюється звичайними ртутними термометрами. За наявності джерела теплового випромінювання застосовують парний термометр – два термометри, у яких резервуар одного затемнений (чорною фарбою), а іншого – посріблений. Дійсну температуру повітря в цьому випадку визначають за формулою:

$$T = T_c - K(T_c - T_з) \qquad (3.1)$$

де T_c – показник посрібленого термометра, ºС; $T_з$ – показник затемненого термометра, ºС; К – константа приладу (наводиться у паспорті або інструкції до приладу).

Вимірювання відносної вологості повітря проводять за допомогою психрометрів. Найбільш поширеними видами психрометрів є психрометр Августа (без вентилятора) і аспіраційний психрометр Ассмана (з вентилятором). Психрометр Августа складається з двох звичайних ртутних термометрів. Ртутна кулька одного з них обгорнута марлею, кінець якої у вигляді нещільного джгуту занурюють у резервуар з чистою водою. Цей термометр називається вологим, інший сухим. При випаровуванні води з поверхні марлі ртуть вологого термометру охолоджується, тому вологий термометр завжди показує більш низьку температуру, чим сухий. Випаровування відбувається тим інтенсивніше, чим більш сухе повітря і більше швидкість його руху. За показаннями термометрів і таблиці (таблиця 3.1), яка додається до психрометра Августа, визначають відносну вологість повітря.

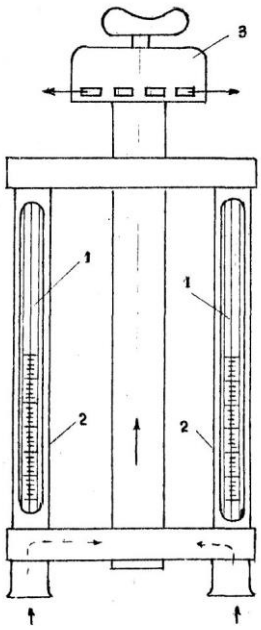

Рисунок 3.1 – Аспіраційний психрометр Ассмана

Точність показань психрометра підвищується, якщо резервуари термометрів обдуваються повітрям, яке рухається з певною швидкістю, як у аспіраційному психрометрі (рисунок 3.1), в якому є два ртутних термометри (1), закріплені в металічній оправі і вміщені в захисні металічні труби (2), які сполучені загальним повітропроводом з вентилятором (3), що знаходиться в голівці приладу.

Таблиця 3.1 – Значення відносної вологості повітря за показниками психрометра Августа

T_c	Різниця показників температури за сухим і вологим термометром ΔT												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	81	64	46	29	13	–	–	–	–	–	–	–	–
3	84	69	54	40	25	12	–	–	–	–	–	–	–
6	87	73	60	47	35	23	11	–	–	–	–	–	–
9	88	76	65	53	42	32	22	12	3	–	–	–	–
12	89	78	68	58	48	38	30	21	12	4	–	–	–
15	90	80	71	62	53	44	36	28	20	13	4	–	–
18	90	82	73	65	57	49	42	35	27	20	13	6	–
21	91	83	75	67	60	53	46	39	32	26	19	13	7
24	92	85	77	70	63	56	49	43	37	31	26	21	16
27	93	86	79	72	65	59	53	47	41	36	31	26	21
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	35	30	25
33	93	86	80	74	68	63	57	52	47	42	37	33	28
36	93	87	81	75	70	64	57	54	50	45	41	36	31
39	94	88	82	76	71	66	61	56	52	47	43	39	35

Відносну вологість можна розрахувати за формулою:

$$W = \frac{\{P_в - \alpha(T_c - T_в) \times H\} \times 100}{P_c}, \% \qquad (3.2)$$

де $P_в$ і $P_с$ – пружність насиченої водяної пари відповідно за температури вологого і сухого термометрів (таблиця 3.2); Н – барометричний тиск, мм.рт. ст.; α – психрометричний коефіцієнт, який залежить від швидкості руху повітря (таблиця 3.3); $T_в$ і $T_с$ – температура відповідно вологого і сухого термометрів, ºС.

Таблиця 3.2 – Пружність насичених водяних парів при різної температурі повітря

Температура, ºС	Пружність парів, мм.рт. ст..	Температура, ºС	Пружність парів, мм.рт. ст..	Температура, ºС	Пружність парів, мм.рт. ст..
10	9,14	18	14,93	26	24,96
11	9,77	19	16,32	27	26,47
12	10,43	20	17,36	28	28,07
13	11,14	21	18,47	29	29,74
14	11,88	22	19,63	30	31,51
15	12,67	23	20,86	31	32,37
16	13,51	24	22,06	32	35,32
17	14,40	25	23,52	33	37,37

Таблиця 3.3 – Психрометричній коефіцієнт α

V, м/с	0.13	0.16	0.20	0.30	0.40	0.80	2.30	4.00
α	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.00067

Вимірювання швидкості руху повітря здійснюється анемометрами. У виробничій практиці застосовують два типи анемометрів – чашковий (рисунок 3.2) та крильчастий.

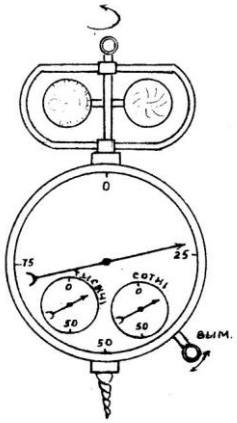

Рисунок 3.2 – Чашковий анемометр

Чашковий анемометр дозволяє робити заміри швидкості руху повітря від 1 до 20 м/с, крильчастий застосовується при замірах швидкості від 0,5 до 5 м/с.

Вимірювання атмосферного тиску здійснюють барометром-анероїдом. Дія його заснована на здатності мембранної анероїдної коробки деформуватися при зміні атмосферного тиску. Лінійні переміщення мембрани перетворюються передаючим важільним механізмом у кутові переміщення стрілки приладу. Шкала градуйована у міліметрах ртутного стовпчика або у Па.

Відповідно до санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” норми мікроклімату виробничих приміщень можуть бути оптимальними і допустимими.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це такі параметри мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального

теплового стану організму без активації терморегуляції. Вони забезпечують стан теплового комфорту і створюють умови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – це такі показники мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко зникають і нормалізуються; вони супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому може виникнути деяке зниження працездатності, але пошкодження або порушення здоров'я у людини це не викликає.

Нормування параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях проводять згідно ДСН 3.3.6.042–99 в залежності від періоду року та категорії робіт за енерговитратами (таблиці 3.4, 3.5).

Для нормування параметрів мікроклімату календарний рік поділяється на два періоди:

– холодний період – період року, коли середньодобова температура зовні приміщення нижча за +10 ºС;

– теплий – коли середньодобова температура зовні приміщення становить +10 ºС і вище.

За важкістю та енерговитратами роботи класифікують на такі категорії:

І категорія – легка, роботи, що виконуються сидячи (І а), стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують систематичного напруження або піднімання та перенесення вантажів (І б); енерговитрати за таких робіт відповідно складають 105…140 Дж/с (І а) та 138…174 Дж/с (І б). Це роботи користувачів комп'ютерів, основні процеси точного приладобудування.

ІІ категорія – роботи середньої важкості, що виконуються сидячи, стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують перенесення вантажів (ІІ а) та роботи, пов'язані із ходьбою і перенесенням вантажів вагою до 10 кг (ІІ б); енерговитрати відповідно складають 175…232 Дж/с (ІІ а) та 232…290 Дж/с (ІІ б). Це роботи у механоскладальних, механічних цехах.

ІІІ категорія – важкі роботи, пов'язані з перенесенням вантажів, вагою понад 10 кг і систематичним напруженням; енерговитрати – більше 290 Дж/с. Це роботи у ковальських цехах з ручною ковкою, немеханізовані роботи у ливарних цехах тощо.

Оптимальні умови мікроклімату, як правило, досягаються за умов використання промислових кондиціонерів. Оптимальні параметри мікроклімату повинні підтримуватись в приміщеннях, пов'язаних з виконанням нервово-емоційних робіт, що потребують підвищеної уваги (диспетчерські, приміщення, де працюють із комп'ютерами, кабінети діагностики, пульти управління технологічними процесами, хімічні лабораторії, бухгалтерії, конструкторські бюро і т.д.). Для таких робіт оптимальна температура повітря – +22 – +24ºС; його відносна вологість – 40 – 60%; швидкість руху – не більше 0,1 м/сек. Перелік інших виробничих приміщень, у яких повинні вимагатись оптимальні норми мікроклімату, визначається галузевими документами, погодженими із органами санітарного нагляду у встановленому порядку.

Допустимі значення показників мікроклімату встановлюються у випадках, коли за технологічними вимогами, технічними та економічними причинами не можна забезпечити оптимальні норми.

Виміри показників мікроклімату повинні проводитись на початку, в середині і в кінці холодного і теплого періодів року, не менше трьох разів за робочу зміну. При коливаннях показників мікроклімату, пов'язаних з технологічними процесами та іншими

причинами, виміри необхідно проводити також при найменших і найбільших значеннях термічних навантажень на працюючих, що мають місце протягом робочої зміни.

Температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря вимірюють на висоті 1,0 м (для сидячих робіт) і 1,5 м (для стоячих робіт) від підлоги, або робочого майданчика.

Таблиця 3.4 – Оптимальні значення показників мікроклімату робочої зони

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний період	Легка Іа	22-24	40-60	0,1
	Легка Іб	21-23	40-60	0,1
	Середньої важкості ІІа	19-21	40-60	0,2
	Середньої важкості ІІб	17-19	40-60	0,2
	Важка ІІІ	16-28	40-60	0,3
Теплий період	Легка Іа	23-25	40-60	0,1
	Легка Іб	22-24	40-60	0,2
	Середньої важкості ІІа	21-23	40-60	0,3
	Середньої важкості ІІб	20-22	40-60	0,3
	Важка ІІІ	18-20	40-60	0,4

Таблиця 3.5 – Допустимі значення показників мікроклімату робочої зони

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість W, % постійні і непостійні р.м.	Швидкість руху повітря *V*, м/с постійні і непостійні р.м
		Верхня межа		Нижня межа			
		постійне р.м.	непостійне р.м.	постійне р.м.	непостійне р.м.		
Холодний	Іа	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Іб	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	ІІа	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	ІІб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	ІІІ	19	20	13	12	75	не більше 0,5
Теплий	Іа	28	30	22	20	55 за 28°С	0,1-0,2
	Іб	28	30	21	19	60 за 27°С	0,1-0,3
	ІІа	27	29	18	17	65 за 26°С	0,2-0,4
	ІІб	27	29	15	15	70 за 25°С	0,2-0,5
	ІІІ	26	28	15	13	75 за 24°С	0,5-0,6

Завдання 3.1. Визначити відповідність значень показників мікроклімату робочої зони оптимальним або допустимим нормам згідно ДСН 3.3.6.042–99 Вихідні дані наведені в таблиці 3.6. Відносну вологість визначити за показаннями психрометра Августа і за формулою 3.2. Всі решта необхідних даних вибрати із таблиць 3.1 – 3.5.

Таблиця 3.6 – Вихідні дані до завдання 3.1

Вихідні дані	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура сухого T_c і вологого $T_в$ термометрів, °*С*	21/17	20/19	19/15	24/16	25/19	23/21	24/20	17/15	25/23	24/20
Атмосферний тиск *Н*, мм. рт. ст..	760	725	750	730	770	730	740	720	730	755
Швидкість руху повітря *V, м/с*	0,3	0,16	0,2	0,13	0,16	0,4	0,2	0,4	0,13	0,16
Категорія робіт	Іа	Іб	ІІа	ІІб	ІІІ	Іа	Іб	ІІа	ІІб	ІІІ

Період року*	т	т	т	т	т	х	х	х	х	х

*Примітка. В таблиці використані скорочення для теплого періоду року – т, для холодного – х.

Для створення здорових і безпечних умов праці на робочому місці, крім підтримання встановлених санітарними нормами оптимальних або допустимих значень температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, необхідно також забезпечити чистоту повітря робочої зони. Для цього необхідно мати гігієнічне нормування шкідливих речовин, надійні способи визначення їх концентрації у повітрі і сучасне технічне та організаційне забезпечення їх знешкодження.

Отруєння шкідливими речовинами можливе тільки за їх концентрації в повітрі робочої зони, що перевищує певну межу – *гранично допустиму концентрацію* (ГДК). Вимірюється ГДК у мг/м³. Перелік ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони наводиться у “Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий” СН 245-71; ГОСТ 12.1005-88, ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-технические требования, а також ДСП 201-97.

При одночасному знаходженні в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії, близьких за хімічним складом і характером біологічної дії на організм людини, для визначення можливості працювати в цій зоні користуються такою залежністю:

$$\frac{C_1}{ГДК_1}+\frac{C_2}{ГДК_2}+\ldots+\frac{C_n}{ГДК_n}\le 1, \qquad (3.3)$$

де C_n – концентрації шкідливих речовин у повітрі, мг/м³; $ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м³.

Визначення необхідного повітрообміну у випадку загальнообмінної вентиляції в залежності від конкретних умов може бути визначений різними способами.

Розрахунок необхідного повітрообміну за відсутності шкідливих речовин (шкідливі речовини, волога, надлишки тепла) проводиться у відповідності до СН 245-71 “Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий” за формулою:

$$L_s = n \cdot L \qquad (3.4)$$

де n – кількість працюючих; L – витрата повітря на одного працюючого.

При об’ємі приміщення на одного працюючого $V<20$ м³, необхідний повітрообмін повинен становити $L30$ м³/год на одного працюючого; при $V>20$ м³ – $L20$ м³/год; при $V >$ 40 м³ допускається природна вентиляція.

Якщо в приміщення виділяються шкідливі речовини у вигляді пару, газу, пилу, то розрахунок повітрообміну L м³/год, виконують згідно з СНиП 2.04.05.91 “Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха” за формулами:

– за кількістю шкідливих речовин

$$L_З = L_{р.з.} + \frac{M - L_{р.з.} \times \left(C_{р.з.} - C_п\right)}{\left(C_{вид} - C_п\right)}, \qquad (3.5)$$

де $L_{р.з.}$ – кількість повітря, що видаляється із робочої зони місцевими відсмоктувачами, загально-обмінною вентиляцією або на технологічні потреби м³/год; при густині повітря $\rho = 1{,}2$кг/м³; M – кількість шкідливих речовин, що надходить в приміщення, мг/год; $C_{р.з.}$, $C_{вид}$, $C_п$ – відповідні концентрації шкідливих речовин в повітрі, мг/м³.

Якщо $L_{рз} = 0$, тобто з робочої зони не відсмоктується повітря, то наведена формул 3.4 спрощуються. Наприклад, повітрообмін за кількістю шкідливих речовин тоді можна розрахувати:

$$L_з = \frac{M}{C_{р.з.} - C_п}. \quad (3.6)$$

Вміст шкідливих речовин в повітрі, яке надходить у виробниче приміщення не повинен перевищувати 0,3 ГДК.

При одночасному виділенні у повітря робочої зони приміщення кількох шкідливих речовин неодноспрямованої дії повітрообмін приймають за тією шкідливою речовиною, для якої за розрахунком, необхідний більший повітрообмін.

У випадку одночасного виділення кількох шкідливих речовин односпрямованої дії, розраховані повітрообміни, необхідні для розбавлення кожної речовини до його ГДК, додають.

За одержаними даними проводиться розрахунок *кратності повітрообміну***,** год$^{-1}$:

$$K = L/ V_в, \quad (3.7)$$

де L – повітрообмін, м^3*/год; V*$_в$ *– внутрішній вільний об'єм приміщення, V*$_в$ *≈ 0,8V, де V – об'єм приміщення, м*^{3}*.*

Кратність повітрообміну показує, скільки разів протягом години обмінюється повітря у приміщенні. Звичайно, *K* = 1…10.

Завдання 3.2. В складському приміщенні зберігаються розчинники (Р-4, НП-А та інші). Газоаналізатором УГ-2 визначена наявність в повітрі робочої зони наступних речовин, що входять до складу розчинників: толуол, ксилол, ацетон, бутил-ацетат та ін.). Визначити кількість повітря, яку необхідно ввести в приміщення, щоб концентрація парів цих речовин у повітрі не перевищувала гранично допустиму концентрацію (ГДК), розрахувати кратність повітрообміну. Вважати, що концентрація парів шкідливих речовин в припливному повітрі, що подається у приміщення, не перевищує 0,1 ГДК. Вихідні дані, необхідні для розрахунку наведені в таблиці 3.7.

Пояснення до розв'язування задачі. У зв'язку з тим, що в повітря одночасно надходять пари декількох шкідливих речовин, необхідно врахувати, що якщо ці речовини не односпрямованої дії, то кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, приймають за тією шкідливою речовиною, яка потребує більшого об'єму повітря для розбавлення до ГДК. Тобто, необхідно провести розрахунок кількості повітря (*L*) за кожною забруднюючою речовиною і вибрати максимальну цифру для розрахунку кратності повітрообміну (*K*). Якщо речовини односпрямованої дії, то необхідно підсумувати значення *L*, розраховані для кожної окремої речовини і кратність повітрообміну розраховувати за сумарним значенням *L*.

Таблиця 3.7 – Вихідні дані до завдання 3.2

Шкідливі речовини	ГДК,мг/м^3	Кількість шкідливих виділень, г/год									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ацетон	200	0,20	0,40	0,10	0,20	0,50	0,40	0,20	0,30	0,10	0,60
Бензин-розчинник	300	-	0,30	0,40	0,10	0,50	0,20	0,10	0,50	0,60	0,40
Бутилацетат	200	0,20	-	0,50	0,40	-	0,60	0,20	0,40	0,10	0,15
Толуол	50	0,04	0,01	-	0,02	0,01	-	0,04	-	0,05	0,01
Ксилол	50	0,04	0,02	0,02	0,10	0,03	0,08	-	0,06	0,05	0,02
Об'єм примі-щення, м^3	-	50	40	60	30	40	80	50	30	60	100

Завдання 3.3. Під час фарбування автомобіля в малярному відділенні випаровується бутиловий спирт в кількості 270 мг/год. Визначте необхідний повітрообмін L, м³/год, якщо ГДК бутилового спирту 10 мг/м³, об'єм приміщення 56 м³.

Завдання 3.4. У повітрі робочої зони вміщується три токсичні речовини односпрямованої дії: А, Б, В. $М_А$=20 мг/год; $ГДК_А$=7 мг/м³; $М_Б$=6 мг/год; $ГДК_Б$=1 мг/м³; $М_В$=0,4 мг/год; $ГДК_В$=0,02 мг/м³. До якого класу небезпеки відноситься кожна речовина? Визначте необхідний повітрообмін L та його кратність, якщо об'єм приміщення складає 100 м³.

Завдання 3.5. У фарбувальному відділенні механоскладального цеху об'ємом 1000 м³ виділяються шкідливі речовини неодноспрямованої дії: ацетон, бутилацетат, ксилол у кількості, вказаній в таблиці 3.8. Визначити кількість повітря, яке необхідно ввести в приміщення для розбавлення концентрації шкідливих речовин до їх ГДК (ГДК ацетону =200 мг/м³, ГДК бутилацетату =200, ГДК ксилолу = 50) і кратність повітрообміну.

Таблиця 3.8 – Вихідні дані до завдання 3.5

Речовина	Кількість шкідливих речовин, г/год									
	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ацетон	35	35	20	10	25	15	10	25	40	10
Бутилацетат	10	8	13	12	10	15	13	15	14	13
Ксилол	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1

Завдання 3.6. Визначити кількість повітря, яку необхідно ввести в приміщення монтажного цеху об'ємом V = 800 м³, щоб концентрація аерозолю свинцю не перевищувала ГДК = 0,01 мг/м³, і кратність повітрообміну, як що загальна кількість аерозолю свинцю у приміщенні М = 8 мг/годину. Прийняти, що в повітрі, яке надходить в приміщення аерозоль свинцю відсутній.

Розрахунок аерації.

Завдання 3.7. За наведеною нижче методикою розрахувати загальну площу витяжних прорізів для аерації за наведеними вихідними даними. Прийняти прискорення вільного падіння за 10 м/с², коефіцієнт зменшення тиску повітря в прорізах $\psi = 0,5$, відстань між центрами верхніх та нижніх прорізів 2,5 м, інші дані наведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Вихідні дані до завдання 3.7

Вихідні дані	Варіанти			
	1	2	3	4
Розміри приміщення (довжина/ ширина/ висота), *м*	10/5/4	20/12/6	40/20/8	25/12/6
Температура повітря в робочій зоні/ззовні, C^o	18/5	20/4	21/10	22/15
Кількість тепла, яке виділяється в приміщення за годину, *кДж*	300000	500000	700000	400000
Температурний градієнт за висотою приміщення (Δt), *С°/м*	1,5	3	5	4

Пояснення до завдання3.7.

Сумарна площа витяжних прорізів розраховується за формулою:

$$S_{заг} = \frac{L}{3600 \times \mathcal{V}}; \qquad (3.8)$$

де L – повітрообмін, м³/год; υ – швидкість руху повітря в прорізах (м/с):

$$\mathcal{V} = 1{,}42 \times \psi \times \sqrt{\Delta P_T / \rho_{зовн.}}; \quad (3.9)$$

де ψ – коефіцієнт, що враховує швидкість руху повітря в прорізах (приймається рівним 0,5 м/с); ρ – густина повітря, кг/м³, ΔР – надлишковий тиск повітря, що створюється за рахунок різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря.

Густина повітря залежить від температури і вологості і може бути емпірично розрахована за формулою:

$$\rho_t = \frac{353}{(273 + t\ )} \quad (3.10)$$

Надлишковий тиск повітря (*ΔР)* розраховується за формулою:

$$\Delta P_T = g \times h \times (\rho_{зовн.} - \rho_{внутр.}), \quad (3.11)$$

де h – відстань між центрами верхніх та нижніх прорізів для повітрообміну;

$\rho_{зовн} = \frac{353}{(273 + t_{зовн.})}$; *g – прискорення вільного падіння (10 м/с²);*

$\rho_{внутр} = \frac{353}{(273 + t_{сер.})}$, *де* $t_{сер} = \frac{(t_{р.з.} + t_{вид.})}{2}$.

Потрібний повітрообмін розраховуємо за формулою:

$$L = L_{р.з.} + \frac{Q}{c \times \rho \times (t_{вид} - t_{зовн})}, \quad (3.12)$$

де Q – кількість тепла, яке виділяється в приміщення за годину, кДж;
с – теплоємність повітря кДж/кг (в інтервалі температур від 0ºС до 100ºС приймається за 1,01·10³ Дж/кг);
ρ – густина повітря, кг/м³ (дорівнює $\rho_{вит}$);

$t_{вид}$ – температура повітря, що видаляється: $t_{вид.} = t_{р.з.} + \Delta t \times (H - 2)$, *де $t_{р.з.}$= температура робочої зони, Δt – температурний градієнт за висотою приміщення, С°/м; Н – відстань від підлоги до центру витяжних прорізів.* Розрахунки проводимо у такій послідовності: $t_{вид}$, $t_{сер}$, $\rho_{зовн}$, $\rho_{вит}$, L, ΔР, υ, S.

Питання для самоконтролю

1. Якими параметрами характеризується мікроклімат робочої зони?
2. Згідно з яким документом нормуються параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях?
3. Якими приладами вимірюються параметри мікроклімату?
4. Які параметри мікроклімату вважаються оптимальними, а які допустимими? Коли вони встановлюються в приміщенні?
5. Дайте визначення поняттю “шкідлива речовина”, “гранично допустима концентрація шкідливої речовини”.
6. Як класифікують шкідливі речовини за характером дії на організм людини?
7. Як класифікують шкідливі речовини за ступенем дії на організм людини?
8. Які речовини називаються речовинами односпрямованої дії? Які умови повинні виконуватись, в разі присутності в повітрі декількох речовин односпрямованої дії?