

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА
СПОРТУ УКРАЇНИ**

Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичної роботи

***«Визначення повітрообміну у виробничих та
адміністративних приміщеннях»***

з дисципліни «Охорона праці в галузі»

для студентів всіх форм навчання

2011

Методичні вказівки до практичної роботи «Визначення повітрообміну у виробничих та адміністративних приміщеннях» з дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів всіх форм навчання / Укл. О.Л. Скуйбіда – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. - 18с.

Укладачі: Скуйбіда О.Л., асистент

Рецензент: Шмирко В.І., доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск: Нестеров О.В., доцент, к.т.н.

Затверджено на засіданні
кафедри «Охорона праці і
навколишнього середовища»
Протокол № 10 від
29 серпня 2011р

ЗМІСТ

1	Мета	4
2	Загальні теоретичні відомості	4
3	Порядок виконання роботи	5
3.1	Забезпечення оптимальних фізичних параметрів повітряного середовища у виробничих приміщеннях без виділення шкідливих речовин методом природної вентиляції	5
3.2	Забезпечення оптимальних фізичних параметрів повітряного середовища у виробничих приміщеннях з виділенням шкідливих речовин у невеликих кількостях методом загально обмінної механічної вентиляції	7
3.3	Забезпечення видалення шкідливих речовин з робочої зони виробничих приміщень методом місцевої витяжної вентиляції	10
3.4	Забезпечення оптимальних фізичних параметрів повітряного середовища невиробничих приміщень методом кондиціонування	13
4	Література	15
	Додаток А - Оптимальні та допустимі фізичні параметри повітряного	16
	Додаток Б - ГДК деяких шкідливих речовин у повітрі робочої зони	17

1 МЕТА

Дати можливість студентам оволодіти навиками розрахунку систем повітрообміну з урахуванням типу приміщень та виду виробництва

2 ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Для забезпечення сприятливих параметрів мікроклімату в приміщеннях та видалення шкідливих, що використовуються в технологічних процесах, використовують природну та (або) штучну *вентиляцію*, а також *кондиціонування*.

Природну вентиляцію використовують для нормалізації мікроклімату як у невиробничих, так і у виробничих приміщеннях без виділення шкідливих речовин. Природна вентиляція є дешевою та простою експлуатації, проте повітря надходить у приміщення без попереднього очищення, а видалене відпрацьоване повітря також не очищується і забруднює довкілля.

Штучна механічна вентиляція застосовується в тих випадках, коли тепловиділення у приміщенні недостатні для постійного протягом року використання природної вентиляції, або коли кількість чи токсичність речовин, що виділяються у повітря приміщення, викликає необхідність постійного повітрообміну незалежно від метеорологічних умов навколишнього середовища. Загальнообмінна вентиляція забезпечує створення необхідного мікроклімату та чистоти повітряного середовища у всьому об'ємі робочої зони приміщення. Вона застосовується для видалення надлишкового тепла при відсутності токсичних виділень, а також тоді, коли характер технологічного процесу та особливості виробничого устаткування виключають можливість використання місцевої витяжної вентиляції. Місцева витяжна механічна вентиляція забезпечує вловлювання шкідливих виділень безпосередньо в місцях їх виділення, що запобігає поширенню цих речовин в приміщенні. Місцеву вентиляцію застосовують при виконанні технологічних процесів, обробці металів різанням, зварювальних, ливарних, ковальських, термічних, фарбувальних, шиноремонтних роботах тощо.

Кондиціонування повітря передбачає створення та автоматичне підтримання в приміщенні заданих або таких, що змінюються за певною програмою, метеорологічних умов. Зазвичай кондиціонування повітря застосовують у невинробничих приміщеннях. На промислових підприємствах кондиціонування використовують для забезпечення комфортних (оптимальних) санітарно-гігієнічних умов, які неможливо створити вентиляцією, або як складову технологічного процесу.

3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Забезпечення оптимальних фізичних параметрів повітряного середовища у виробничих приміщеннях без виділення шкідливих речовин методом природної вентиляції

Продуктивність природної вентиляції (приплив або витяжка повітря):

$$L = k \cdot V_n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.1)$$

де k – кратність повітрообміну (відповідно до галузевих норм кратність повітрообміну в цеху становить $k=2$);

V_n – об'єм приміщення, м^3 .

Яку кількість зовнішнього повітря при використанні природної вентиляції необхідно подати в цех?

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку природної вентиляції

Задані параметри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Площа цеху, м^2	600	850	900	650	800	750	1000	950	700	1050
Висота, м	8	7	7	6	9	6	5	8	5	9

Необхідний повітрообмін в приміщенні, де не виділяється надлишкове тепло, розраховується за формулою:

$$L = l \cdot n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.2)$$

де l – мінімальна подача повітря на одного працівника відповідно до санітарних норм (при об'ємі приміщення, що припадає на одного працівника, до 20 м^3 – $l = 30 \text{ м}^3/\text{год}$, при об'ємі більше 20 м^3 – $l = 20 \text{ м}^3/\text{год}$);

n – кількість працівників у приміщенні.

Розрахувати необхідний повітрообмін в конторському приміщенні за наступними вихідними даними (табл. 3.2)

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку необхідного повітрообміну

Задані параметри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розміри приміщення, м	3x3x3	5x4x3	6x7x5	8x7x5	6x6x3,2	2x4x3,2	5x4x3,8	3x4,5x3,8	7x8x2,7	5x5x2,7
Кількість працівників, чол.	5	9	18	25	12	4	14	10	22	7

Кількість зовнішнього повітря, необхідного для асиміляції надлишкового тепла у приміщенні:

$$L = \frac{Q}{c \cdot \gamma \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}})}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.3)$$

де Q – загальна кількість тепловиділення (без урахування втрат) у приміщенні, кДж/год;

C – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1 \text{ кДж}/(\text{кг}^\circ\text{C})$;

γ – густина зовнішнього повітря, що дорівнює $\gamma = \frac{353}{(273 + t_{\text{зов}})}$, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Розрахувати кількість зовнішнього повітря, необхідного для асиміляції надлишкового тепла у виробничому приміщенні в теплий період року. Температура зовнішнього повітря відповідно до СНиП 2.04.05–91 для м. Запоріжжя складає 27°C .

Таблиця 3.3 – Вихідні дані для розрахунку кількості зовнішнього повітря, необхідного для асиміляції надлишкового тепла у виробничому приміщенні в теплий період року

Задані параметри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q , кДж/год	10000	38000	15600	18900	27400	13000	24200	18500	29700	32400
$t_{\text{вн}}, ^\circ\text{C}$	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29

3.2 Забезпечення оптимальних фізичних параметрів повітряного середовища у виробничих приміщеннях з виділенням шкідливих речовин у невеликих кількостях методом загально обмінної механічної вентиляції

Розрахунок повітрообміну за умови виділення шкідливих речовин (газів, парів, пилу), що надходять у робочу зону, з метою розбавлення їх до граничнодопустимих концентрацій:

$$L_e = \frac{G_{ep}}{q_{пдк} - q_{п}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.4)$$

де L_e – кількість приточного або видаляемого повітря в залежності від схеми механічної вентиляції, $\text{м}^3/\text{с}$;

$G_{\text{вр}}$ – кількість шкідливих речовин, що виділяються у виробничих приміщеннях, $\text{мг}/\text{с}$;

$q_{\text{ПДК}}$ – граничнодопустима концентрація шкідливих речовин в приміщенні, $\text{мг}/\text{м}^3$. Визначається за ГОСТ 12.1005–88 ССБТ “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны” (додаток Б).

$q_{\text{п}}$ – концентрація шкідливих речовин в зовнішньому повітрі, що подається в приміщення і дорівнює $q_{\text{п}} = 0.3 \cdot q_{\text{ПДК}}$, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Під час виконуваних робіт в повітря цеху надходять шкідливі речовини. Провести розрахунок повітрообміну, необхідного для створення нормальних умов у приміщенні при використанні загальнообмінної вентиляції.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані для розрахунку повітрообміну за умови виділення шкідливих речовин (газів, парів, пилу), що надходять у робочу зону

Задані параметри	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Речовина	оксид азоту					озон				
$G_{\text{вр}}$, $\text{мг}/\text{с}$	50	200	130	80	165	3	1,5	0,7	2	2,4
Задані параметри	Варіант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Речовина	оксид вуглецю					пил				
$G_{\text{вр}}$, $\text{мг}/\text{с}$	300	370	290	250	330	70	135	110	160	95
Задані параметри	Варіант									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Речовина	фенол					хлор				
$G_{\text{вр}}$, $\text{мг}/\text{с}$	5	7,8	3,4	6,1	4,2	10	12,6	9,1	14,7	13,5

При розрахунку повітрообміну за умови виділення надлишкової теплоти кількість припливного (видаляемого) повітря визначається за умови компенсації надлишків цього тепла:

$$L_{\epsilon} = \frac{Q_{\partial}}{C_{\epsilon} \cdot r_{\epsilon} \cdot (t_{y\partial} - t_n)}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.5)$$

де Q_{∂} – надлишки теплоти в виробничому приміщенні, Вт;

C_{ϵ} – масова теплоємність припливного повітря, що дорівнює 1000 Дж/(кг·К);

r_{ϵ} – густина припливного повітря, що дорівнює 1,2 кг/м³;

$t_{y\partial}$ – температура видаляемого з приміщення повітря, °С;

t_n – температура приточного (зовнішнього) повітря, °С.

Надлишки теплоти в виробничому приміщенні розраховуються за формулою:

$$Q_{\partial} = q \cdot V, \text{ Вт} \quad (3.6)$$

де q – питомий надлишок теплоти, Вт/м³;

V – об'єм виробничого приміщення, м³.

В холодних цехах (механічних, складальних, інструментальних тощо) питомий надлишок теплоти складає $q=20 \div 30$ Вт/м³. В гарячих цехах (ливарні, ковальські, прокатні, термічні тощо) надлишок теплоти варіюється в межах $100 \div 200$ Вт/м³.

Температуру видаляемого з приміщення повітря знаходять як:

$$t_{y\partial} = t_{\text{норм}} + \Delta t \cdot (H - 2), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.7)$$

$t_{\text{норм}}$ – нормована (оптимальна) температура в приміщенні, обирається за ГОСТ 12.1.005–88 в залежності від категорії приміщення для теплого періоду року (додаток А);

Δt – градієнт температури, що приймається виробничих приміщень рівним 1.5 град/м;

H – відстань від підлоги до центра витяжних проймів, м.

Розрахувати об'єм повітря, необхідний для поглинання надлишкового тепла. Об'єм цеха складає 8000 м³, відстань від підлоги до центра витяжних проймів – 6 м. Температура зовнішнього

повітря відповідно до СНиП 2.04.05–91 для м. Запоріжжя складає 27 °С.

Таблиця 3.5 – Вихідні дані для розрахунку повітрообміну за умови виділення надлишкової теплоти

Задані параметри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цех	<i>ливарний</i>					<i>ковальський</i>				
Категорія робіт	Ia	Iб	IIa	IIб	III	Ia	Iб	IIa	IIб	III
Задані параметри	Варіанти									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Цех	<i>термічний</i>					<i>складальний</i>				
Категорія робіт	Ia	Iб	IIa	IIб	III	Ia	Iб	IIa	IIб	III
Задані параметри	Варіанти									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Цех	<i>інструментальний</i>					<i>прокатний</i>				
Категорія робіт	Ia	Iб	IIa	IIб	III	Ia	Iб	IIa	IIб	III

3.3 Забезпечення видалення шкідливих речовин з робочої зони виробничих приміщень методом місцевої витяжної вентиляції

Об'єм повітря, що відсмоктується витяжним зонтом визначається за формулою:

$$L = a \cdot b \cdot V \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.8)$$

де a та b – розміри зонта в плані, м;

V – швидкість руху повітря, яке відсмоктується, в площині перерізу по кромці зонта (приймальний отвір зонта). Значення V приймається від 0,5 до 1,5 м/с в залежності від конструкції зонта.

Відповідно до ГОСТ 12.2.046–80 «Оборудование литейное. Общие требования безопасности» швидкість повітря, що відсмоктується, для витяжних кожухів ливарних контейнерів приймається рівною 4 м/с, галтовочних барабанів в цапфі до 24 м/с,

наждачних верстатів – 30% від окружної швидкості, проте не менше 2 м/с на мм діаметру круга.

Визначити об'єм повітря, що вилучається витяжним зонтом. Швидкість руху повітря в приймальному отворі зонти складає 1,5 м/с.

Таблиця 3.6 – Вихідні дані для розрахунку об'єму повітря, що відсмоктується витяжним зонтом

Задані параметри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a x b, м²	0,45x0,68	0,54x0,7	0,38x0,55	0,43x0,57	0,5x0,75	0,59x0,73	0,47x0,8	0,52x0,78	0,43x0,65	0,37x0,55

Розрахунок витяжних шаф

Об'єм повітря, що видаляється від витяжних шаф:

$$L = F \cdot V \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.9)$$

де F – площа робочого отвору (відкритих проїомів та нещільностей), м²;

v – швидкість руху вилученого повітря через відкриті робочі отвори, м/с. Приймається від 0,5 до 1,7 м/с в залежності від токсичності та леткості газів та парів, що видаляються.

У виробничому приміщенні відбувається виділення парів бензину. Частина операцій виконується в середині спеціальних укрить, сумарна площа яких вказана в таблиці. Швидкість всмоктування у відкритих отворах укрить складає 0,5 м/с. Розрахувати повітрообмін, необхідний для створення нормальних умов у приміщенні.

Таблиця 3.7 – Вихідні дані для розрахунку об'єму повітря, що видаляється від витяжних шаф

Задані параметри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Е, м²	6	5,4	7,3	6,8	7,5	5,9	6,4	7,8	6,3	7

Розрахунок кількості повітря, що видаляється від шліфувальних та полірувальних верстатів:

$$L = k \cdot d_{кр} \cdot n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.10)$$

де $d_{кр}$ – діаметр круга, мм;

k – коефіцієнт, що приймається в залежності від матеріалу та діаметра круга;

n – число кругів.

При $d_{кр} = 250$ мм для шліфувальних кругів коефіцієнт $k = 1,6$; для абразивних кругів $k = 1,3$; для тканинних полірувальних кругів $k = 6$; для войлочних полірувальних кругів $k = 4$. При $d_{кр} = 140$ мм для шліфувальних кругів коефіцієнт $k = 1,4$; для абразивних кругів $k = 1$; для тканинних полірувальних кругів $k = 5$; для войлочних полірувальних кругів $k = 3,2$.

Визначити об'єм повітря, що вилучається від кожуха універсального заточувального верстата.

Таблиця 3.8 – Вихідні дані для розрахунку об'єму повітря, що вилучається від кожуха універсального заточувального верстата

Задані параметри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
круг	шліфувальний	абразивний	шліфувальний	тканинний	войлочний	шліфувальний	абразивний	шліфувальний	тканинний	войлочний
$d_{кр}, \text{мм}$	250	140	250	140	250	140	250	140	250	140
$n, \text{шт}$	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2

3.4 Забезпечення оптимальних фізичних параметрів повітряного середовища невиробничих приміщень методом кондиціонування

Необхідний повітрообмін в приміщенні визначається за формулою:

$$L = \frac{Q}{c \cdot \gamma \cdot (t - t_{np})}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.11)$$

де Q – сумарна кількість теплоти, що утворюється в приміщенні, кДж/год;

C – питома теплоємність повітря, що дорівнює $C=1$ кДж/(кг°С);

γ – густина зовнішнього повітря, що дорівнює $\gamma = \frac{353}{(273 + t_{np})}$, кг/м³;

t – температура повітря, що видаляється, °С;

t_{np} – температура приточного повітря, °С.

Розрахувати кількість зовнішнього повітря, необхідного для асиміляції надлишкового тепла в офісі в теплий період року при використанні кондиціонування повітря. Температура приточного повітря складає 19 °С.

Таблиця 3.9 – Вихідні дані для розрахунку кількості зовнішнього повітря, необхідного для асиміляції надлишкового тепла в офісі в теплий період року при використанні кондиціонування повітря

Задані параметри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q, кДж/год	10000	7500	5800	6200	8600	9100	5200	6750	7300	7800
t, °C	33	30,5	29	29,5	32	32,5	28,5	30	31	31,5

4 ЛІТЕРАТУРА

1. Жидецкий В. Ц. Основы охраны праці. Підручник. – Вид. 3-є, перероб. і доп. – Львів: УАД, 2006. – 336 с.
2. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/ Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев и др.; Под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.
3. Основы охраны праці: Навч. посіб. / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.; За заг. ред. В. В. Березуцького. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: Факт, 2007. – 480 с.
4. Полтев М. К. Охрана труда в машиностроении.– М.: Высшая школа, 1980 –294с.
5. Писаренко В. Л. Вентиляция рабочих мест в сварочном производстве: Справочник/ В. Л. Писаренко, М. Л. Рогинский.– М.: Машиностроение, 1981. – 120с.
6. ГОСТ 12.1005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
7. СНиП 2.04.05.–91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования»

Додаток А

Оптимальні та допустимі фізичні параметри повітряного

Період року	Категорія робіт	Температура, °С					Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		оптимальна	допустима				оптимальна	допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більш	оптимальна	допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більш
			Верхня границя		Нижня границя					
			На робочих місцях							
			постійних	непостійних	постійних	непостійних				
Холодний	Легка Іа	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	0,1
	Легка Іб	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	0,2
	Середньої важкості Іа	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	0,3
	Середньої важкості Іб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	0,4
	Важка ІІІ	16-18	17	20	13	12	40-60	75	0,3	0,5
Теплий	Легка Іа	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28°С)	0,1	0,1-0,2
	Легка Іб	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27°С)	0,2	0,1-0,3
	Середньої важкості Іа	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°С)	0,3	0,2-0,4
	Середньої важкості Іб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25°С)	0,3	0,2-0,5
	Важка ІІІ	18-20	26	28	15	13	40-60	75 (при 24°С і нижче)	0,4	0,2-0,6

Додаток Б
ГДК деяких шкідливих речовин у повітрі робочої зони

№ п/п	Речовина	ГДК, мг/м3	Клас небезпеки	Агрегатний стан	Дія на організм людини
1	Азоту оксиди	5	3	п	Г, П
2	Аміак	20	4	п	П
3	Ацетон	200	4	п	
4	Бензин: паливний розчинний	100 300	4 4	п п	К
5	Гас	300	4	п	
6	Кислота сірчана	1	2	а	П
7	Луги їдкі	0,5	2	а	П
8	Масла мінеральні нафтові	5	3	а	
9	Озон	0,1	1	п	Г, П
10	Оксид вуглецю (CO)	20	4	п	Г
11	Пил: азбестовий цементу, апатиту	2 6	3 4	а а	Ф, К Ф
12	Спирт: метиловий етиловий	5 1000	3 4	п п	
13	Уайт-спіріт	300	4	п	
14	Фенол	0,3	2	п	Г
15	Хлор	1	2	п	Г, П

ДЛЯ НОТАТОК