

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Запорізький національний технічний університет**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичної роботи  
**«РОЗРАХУНОК ПОВІТРООБМІНУ У ВИРОБНИЧИХ  
ПРИМІЩЕННЯХ ПРИ ЗАГАЛЬНООБМІННІЙ  
ВЕНТИЛЯЦІЇ»**

з дисципліни «Охорона праці в галузі»

для студентів всіх форм навчання

2014

Методичні вказівки до практичної роботи «Розрахунок повітрообміну у виробничих приміщеннях при загально обмінній вентиляції» з дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів всіх форм навчання / Укл. А.С. Лавренко, О.Л. Скуйбіда, А.Є. Островська – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. - 14с.

Укладачі: Лавренко А.С., доцент, к.т.н.  
Скуйбіда О.Л., доцент, к.т.н.  
Островська А.Є., ст. викл.

Рецензенти: Лавренко А.С., доцент, к.т.н.  
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 № 8 від  
06.06.2014р

## ЗМІСТ

1	Мета роботи	4
2	Загальні теоретичні відомості	4
3	Порядок виконання роботи	6
3.1	Розрахунок необхідного повітрообміну в залежності від кількості працівників у приміщенні	6
3.2	Розрахунок повітрообміну за умови виділення надлишкової теплоти	6
3.3	Розрахунок повітрообміну за умови виділення шкідливих речовин (газів, парів, пилу), що надходять у робочу зону, з метою розбавлення їх до гранично допустимих концентрацій	7
4	Завдання до практичної роботи	8
5	Література	9
	Додаток А Завдання до розрахунку	11
	Додаток Б Оптимальні та допустимі фізичні параметри повітряного (ДСН 3.3.6.042-99)	12
	Додаток В Гранично допустимі концентрації деяких шкідливих речовин у повітрі робочої зони (ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ)	13

## 1 МЕТА РОБОТИ

Дати можливість студентам оволодіти навиками розрахунку систем повітрообміну при загально обмінній вентиляції виробничих приміщень.

## 2 ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Для забезпечення сприятливих параметрів мікроклімату в приміщеннях та видалення шкідливих речовин, 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 в експлуатації, проте повітря надходить у приміщення без попереднього очищення, а видалене відпрацьоване повітря також не очищується і забруднює довкілля.

Використовують два види природної вентиляції: неорганізовану та організовану. При неорганізованій природній вентиляції надходження та видалення відпрацьованого повітря відбувається через нещільності та пори зовнішніх огорожень, а також через вінка, двері, ворота, хвіртки тощо.

При організованій природній вентиляції виробничих приміщень свіже повітря надходить через спеціальні нижні пройоми, які розташовують на невеликій висоті від підлоги (1...1,5м), а відпрацьоване повітря видаляється через пройоми в верхній частині будівлі або через ліхтарі.

Вибір типу природної вентиляції – неорганізованої або організованої, залежить від значення коефіцієнту кратності повітрообміну, під яким розуміють відношення величини необхідного об'єму сіжого повітря, яке необхідно щогодини подавати у виробниче приміщення, до вільного від обладнання об'єму приміщення:

$$k = \frac{L}{V_{\text{в.в.}}}$$

де  $k$  – коефіцієнт кратності повітрообміну;

$L$  – необхідний повітрообмін,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$V_{\text{п.в.}}$  – об'єм приміщення, вільний від обладнання,  $\text{м}^3$ .

При  $k \leq 1$  природну вентиляцію можна улаштувати неорганізовану. Для виробничих приміщень значення не повинно бути більше за одиницю. При значеннях  $1 < k \leq 10$  природна вентиляція має бути організованою. При цьому розмір спеціальних прийомів розраховують в залежності від величини повітрообміну. У випадку, коли  $k > 10$ , загальнообмінна вентиляція стає неефективною. Природна вентиляція є дієвою, якщо температура повітря всередині виробничого приміщення на  $(5 \dots 8)^\circ\text{C}$  вища за температуру припливного повітря.

У випадках, коли тепловиділення у виробничому приміщенні недостатні для постійного протягом року використання природної вентиляції, або кількість чи токсичність речовин, які виділяються у повітря приміщення є такими, що викликають необхідність постійного повітрообміну незалежно від метеорологічних умов навколишнього середовища, застосовують штучну механічну вентиляцію.

При штучній вентиляції повітрообмін здійснюється внаслідок різниці тисків, яка створюється вентилятором. Продуктивність вентиляторів та потужність електродвигунів для них розраховують залежно від величини необхідного повітрообміну.

Штучна механічна вентиляція, на відміну від природної, дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, а також обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати тощо.)

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 локальних 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, з виділенням шкідливих речовин, зокрема при обробці

металів різанням, зварювальних, ливарних, ковальських, термічних, фарбувальних, шиноремонтних роботах тощо.

### 3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Для визначення необхідного повітрообміну у виробничому приміщенні при загальнообмінній вентиляції необхідно провести розрахунки з урахуванням трьох аспектів:

- а) кількості працівників у приміщенні (визначити  $L_1$ );
- б) величини надлишкової теплоти, яка виділяється у приміщенні (розрахувати  $L_2$ );
- в) наявності виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони (визначити  $L_3$ ).

#### 3.1 Розрахунок необхідного повітрообміну в залежності від кількості працівників у приміщенні

$$L_1 = l \cdot n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.1)$$

де  $l$  – мінімальна подача повітря на одного працівника відповідно до санітарних норм (при вільному об'ємі приміщення, що припадає на одного, до  $20\text{м}^3 - l=30\text{м}^3/\text{год}$ , при вільному об'ємі приміщення більше  $40\text{м}^3$  на одного працівника допускається неорганізована природна вентиляція);

$n$  – кількість працівників у приміщенні.

#### 3.2 Розрахунок повітрообміну за умови виділення надлишкової теплоти

$$L_2 = \frac{Q \cdot 3600}{C \cdot \rho \cdot (t_{\text{вуд}} - t_{\text{пр}})}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.2)$$

де  $Q$  – надлишок теплоти в виробничому приміщенні, кВт;

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

$\rho$  – густина припливного повітря, що дорівнює  $1,2\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$t_{\text{вуд}}$  – температура видаляемого з приміщення повітря,  $^\circ\text{C}$

$t_{\text{вуд}}$  – температура припливного (зовнішнього) повітря,  $^\circ\text{C}$

Температура зовнішнього повітря відповідно до СНиП 2.04.05-91\*У «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования» для м.Запоріжжя складає:

- Для зимового періоду року (-8°C);
- Для літнього періоду року (+27°C).

Температуру видаляє мого з приміщення повітря знаходять за виразом:

$$t_{\text{взд}} = t_{\text{норм}} + \Delta t \cdot (H_{\text{ц}} - 2), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.3)$$

Де  $t_{\text{норм}}$  – нормована (оптимальна) температура в приміщенні, обирається за ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень, в залежності від категорії робіт» (додаток Б);

$\Delta t$  – градієнт температури, що приймається для виробничих приміщень рівним 1,5 град/м;

$H_{\text{ц}}$  – відстань від підлоги до центра витяжних проїомів, м.

$$H_{\text{ц}} = H - 1, \text{ м} \quad (3.4)$$

де  $H$  – висота приміщення, м.

### **3.3 Розрахунок повітрообміну за умови виділення шкідливих речовин (газів, парів, пилу), що надходять у робочу зону, з метою розбавлення їх до гранично допустимих концентрацій**

$$L_3 = \frac{G \cdot 3600}{q_{\text{ГДК}} - q_{\text{пр}}}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.5)$$

де  $G$  – кількість шкідливих речовин, що виділяються у виробничому приміщенні, мг/с;

$q_{\text{ГДК}}$  – гранично допустима концентрація шкідливих речовин в приміщенні, мг/м<sup>3</sup>. Визначається з ГОСТ 12.1005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (додаток В);

$q_{np}$  – концентрація шкідливих речовин у припливному повітрі, що подається в приміщення. При розрахунках приймати:

$$q_{np} = 0,3 \cdot q_{г,дк}, \text{ мг/м}^3 \quad (3.6)$$

З розрахованих значень  $L_1, L_2, L_3$  обирають найбільшу величину й приймають її за необхідний повітрообмін. Після цього оцінюють значення коефіцієнта кратності повітрообміну  $k$  і обирають тип загально обмінної вентиляції у виробничому приміщенні для створення оптимальних параметрів повітряного середовища.

## 4 ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Вихідні дані для розрахунків наведені у додатку А:

$A$  – довжина приміщення, м;

$B$  – ширина приміщення, м;

$H$  – висота приміщення, м;

$v_{об}$  – частка об'єму приміщення, що займає обладнання, %;

$n$  – кількість працівників у приміщенні;

$G$  – кількість шкідливих речовин, що виділяються у повітря приміщення, мг/с;

$Q$  – надлишок теплоти у виробничому приміщенні, кВт.

Визначити необхідний повітрообмін у виробничому приміщенні при загально обмінній вентиляції в зимовий період року.

Дати обґрунтовану розрахунками відповідь на питання, чи буде ефективною загально обмінна вентиляція у літній період року.

## 5 ЛІТЕРАТУРА

1. Жидецький В. Ц. Основи охорони 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. Основи охорони 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. ДСН 3.3.6.042-99
8. СнИП 2.04.05.–91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования»

**Додаток А**  
**Завдання до розрахунку**

№ Варіанта	Розмір приміщення, м			V <sub>об</sub> , %	n	Категорія робіт	Шкідлива речовина	G, мг/с	Q, кВт
	А	В	Н						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	12	30	6	10	28	2а	Діоксид кремнію (SiO <sub>2</sub> )	1,8	32
2	18	24	7,2	15	30	2б		2,5	37
3	24	18	8,4	20	20	2а		2	25
4	30	12	9,6	25	18	2б		1,2	22
5	12	12	9,6	10	5	3		0,6	12
6	18	18	8,4	15	10	2а	Оксид вуглецю (CO)	30	12
7	24	24	7,2	20	17	2б		50	24
8	30	30	6	25	36	3		60	50
9	30	12	6	25	18	2а		15	21
10	24	18	7,2	20	26	2б		20	33
11	18	24	8,4	15	30	2а	Аміак	35	36
12	12	30	9,6	10	29	2б		25	38
13	12	30	9,6	12	27	3		20	40
14	18	24	8,4	15	30	3		30	44
15	24	18	7,2	20	26	2б		32	32
16	30	12	6	25	18	1б	Ацетон	250	21
17	12	12	7,2	10	6	2а		110	7
18	18	18	9,6	15	13	2б		200	16
19	24	24	6	20	29	3		380	41
20	30	30	8,4	25	24	2а		500	65
21	30	12	8,4	25	25	2а	Оксид алюмінію (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	7,5	30
22	24	18	9,6	20	35	2б		10	44
23	18	24	6	15	34	3		6	49
24	12	30	7,2	10	24	2а		8	29

25	12	12	6	10	9	26		2,5	11
----	----	----	---	----	---	----	--	-----	----

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26	18	12	7,2	15	11	2,	Оксид заліза (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3,5	14
27	24	18	9,6	20	17	3		8	24
28	30	18	8,4	25	32	2а		10	39
29	18	18	8,4	15	16	26		5	20
30	24	12	9,6	20	12	3		7	17

## Додаток Б

**Оптимальні та допустимі фізичні параметри повітряного  
(ДСН 3.3.6.042-99)**

Період року	Категорія робіт	Температура, °С					Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		оптимальна	допустима				оптимальна	допустима на робочих місяцях постійних і непостійних, не більш	оптимальна	допустима на робочих місяцях постійних і непостійних, не більш
			Верхня границя		Нижня границя					
			На робочих місяцях							
постійних	непостійних	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 В**  
**Гранично допустимі концентрації деяких шкідливих речовин у повітрі робочої зони (ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ)**

№ п/п	Речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	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	4	п	К
		300	4	п	
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 (СО)	20	4	п	Г
11	Пил: азбестовий цементу, апатиту	2	3	а	Ф, К Ф
		6	4	а	
12	Спирт: метиловий етилловий	5	3	п	
		1000	4	п	
13	Уайт-спірит	300	4	п	
14	Фенол	0,3	2	п	Г
15	Хлор	1	2	п	Г, П

**ДЛЯ НОТАТОК**