

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ  
«РОЗРАХУНКИ ЗАГАЛЬНО-ОБМІННОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА  
ПРИСТРОЇВ МІСЦЕВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ПРОЦЕСІВ МАШИНОБУДУВАННЯ»  
з дисципліни «Безпека виробничих процесів і устаткування»  
для студентів за спеціальністю «Цивільна безпека»  
денної і заочної форми навчання**

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 3 від 06.10.2021 р.

Харків  
НТУ «ХП»  
2022

Методичні вказівки до практичних робіт «Розрахунки загально-обмінної вентиляції та пристроїв місцевої вентиляції технологічних процесів машинобудування» з дисципліни «Безпека виробничих процесів і устаткування» для студентів за спеціальністю «Цивільна безпека» денної і заочної форми навчання / Уклад. І. О. Мезенцева, О. В. Османова. – Харків : НТУ «ХП», 2022. – 28 с.

Укладачі: І. О. Мезенцева  
О. В. Османова

Рецензент О.М. Древаль

Кафедра безпеки праці та навколишнього середовища

## ВСТУП

Згідно з ДСП 173-96 [1] усі виробничі приміщення повинні вентилюватися. Зростання професійних захворювань напряму залежить від ефективної роботи пристроїв, які очищають повітря в робочій зоні. Залежно від призначення система вентиляції може бути припливною, витяжною або проточно-витяжною, а за місцем дії – загальнообмінною і місцевою.

Дані методичні вказівки призначені для студентів за спеціальністю «Цивільна безпека» денної і заочної форми навчання.

### *Загальні положення*

#### *1. Промислова вентиляція*

Розрахунок системи механічної вентиляції зводиться до розрахунку необхідного повітрообміну у виробничому приміщенні, підбору і розрахунку окремих елементів мережі (апарати очистки, калорифери і так далі), повітропроводів і вибору вентиляторів.

*Загальнообмінна вентиляція.* Об'єм повітря, необхідного для забезпечення необхідних параметрів повітряного середовища в робочій зоні при загальнообмінній вентиляції, визначається залежно від кількості шкідливих речовин, тепла, вологи у виробничому приміщенні.

При нормальних параметрах мікроклімату і відсутності або вмісті шкідливих речовин не більше гранично допустимих концентрацій (ГДК) повітрообмін

$$L = NL_i, \quad (1)$$

де  $N$  – кількість працюючих;  $L_i$  – витрата повітря на одного працюючого, що приймається по ДСП 173-96 залежно від об'єму приміщення  $V_i$ , що доводиться на кожного працюючого (таблиця 1).

Таблиця 1

$V_i, \text{м}^3$	<20	20–40	$\geq 40$ Без провітрювання	$\geq 60$ провітрювання
$L_i, \text{м}^3/\text{Г}$	30	20	60	не нормується

При виділенні в приміщенні шкідливих пило- або газоподібних домішок необхідний повітрообмін визначається залежно від їх кількості з умови забезпечення у виробничому приміщенні ГДК :

$$L = G_{\text{ш.р}} / (q_{\text{вид}} - q_{\text{пр}}), (2)$$

де  $G_{\text{ш.р}}$  – кількість шкідливих речовин, що виділяються,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;  $q_{\text{вид}}$  і  $q_{\text{пр}}$  – концентрації шкідливих речовин у припливному повітрі і повітрі, що видаляється,  $\text{мг}/\text{м}^3$  (згідно з ДСП 173-96  $q_{\text{вид}} \leq q_{\text{ГДК}}$  й  $q_{\text{пр}} \leq 0,3q_{\text{ГДК}}$ ).

Для приміщення з тепловиділеннями необхідний повітрообмін визначається по надлишках явного тепла  $Q_{\text{надл}}$ :

$$L = Q_{\text{надл}} / [C_p (t_{\text{вид}} - t_{\text{пр}})], (3)$$

де  $C_p$  – питома об'ємна теплоємність повітря,  $\text{Дж}/\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{пр}}$  і  $t_{\text{вид}}$  – температура припливного повітря, і що видаляється,  $^\circ\text{C}$ .

Надмірне тепловиділення у виробничих приміщеннях визначається на підставі балансу тепла  $Q_{\text{надл}} = \Sigma Q_{\text{пр}} - \Sigma Q_{\text{вих}}$ , де  $\Sigma Q_{\text{пр}}$  – сумарна кількість тепла, що надходить в приміщення; визначається як сума тепловиділень від людей, працюючих в цьому виробничому приміщенні, теплових потоків від остигаючого металу, сонячної радіації, працюючого устаткування;  $\Sigma Q_{\text{вих}}$  – сумарна кількість тепла, що йде з приміщення за рахунок тепловтрат через обгороджування, за рахунок тепла, що відноситься вентиляційним повітрям, і тому подібне.

За наявності вологовиділення у виробничому приміщенні необхідний повітрообмін:

$$L = G_{\text{вп}} \cdot 10^3 / (d_{\text{вид}} - d_{\text{пр}}) (4)$$

де  $G_{\text{вп}}$  – кількість водяної пари, що виділяється у виробничому приміщенні,  $\text{кг}/\text{с}$ ;  $d_{\text{вид}}$  –  $d_{\text{пр}}$  – вміст вологи у припливному повітрі і що видаляється,  $\text{г}/\text{м}^3$ .

Розрахункові залежності для визначення  $Q_{\text{надл}}$ ,  $Q_{\text{пр}}$ ,  $Q_{\text{вид}}$  і  $G_{\text{вп}}$  приведені в [4, 6]. При одночасному виділенні у виробничому приміщенні шкідливих речовин різноспрямованої дії (наприклад, тепло і волога) кількість припливного повітря слід приймати більше, ніж отримане з розрахунків для кожного виду виробничих виділень.

При одночасному виділенні декількох шкідливих речовин однонаправленої дії (наприклад, пари сірчаної і соляної кислот) необхідний повітрообмін знаходять підсумовуванням об'ємів повітря для розбавлення кожної речовини до його граничної концентрації  $C_i$ , які визначаються з рівняння

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1,0 \quad (5)$$

Об'єми повітря, необхідні для розбавлення кожного повітряного компонента повітря до його нової граничної концентрації  $C_i$ , визначаються по формулі (2) шляхом заміни  $q_{\text{вид}}$  на відповідне значення  $C_i$ .

Знаючи кількість повітря, необхідного для забезпечення необхідних параметрів повітряного середовища в робочій зоні, визначаємо продуктивність вентилятора з урахуванням можливих втрат або підсосів повітря в повітропроводах [6]:

$$L_{\text{в}} = k_n L, \quad (6)$$

де  $k_n$  – коефіцієнт втрат;  $k_n = 1,1$  – для сталевих, азбестоцементних і пластмасових повітропроводів завдовжки до 30 м і  $k_n = 1,15$  – в інших випадках.

На наступному етапі розрахунку з конструктивних міркувань вибираємо конфігурацію мережі повітропроводів залежно від розміщення установок і технологічного устаткування, які повинні обслуговувати вентиляційні системи. Поперечні перерізи повітропроводів визначають, виходячи з допустимих швидкостей руху повітря  $V_{\text{п}} = 3 \div 10$  м/с [4]. Повний натиск  $H$ , що створюється вентилятором вентиляційної системи, витрачається на подолання опорів у всмоктуючому і нагнітальному повітропроводах:

$$H = \Delta H_{\text{вс}} + \Delta H_{\text{наг}}, \quad (7)$$

де  $\Delta H_{\text{вс}}$  і  $\Delta H_{\text{наг}}$  – втрати тиску у всмоктуючому і нагнітальному повітропроводах.

Ці втрати тиску складаються з втрат тиску на тертя по довжині повітропроводів і на місцевих опорах (повороти, коліна, дифузори і тому подібне). Втрати тиску в апаратах очищення, калориферах і тому подібне розглядаємо як втрати в місцевих опорах, вважаючи, що кожен апарат має своє значення коефіцієнта місцевого опору  $\xi_{\text{м}}$ . Таким чином, повний натиск, визначуваний підсумовуванням втрат тиску на окремих ділянках:

$$H = \sum_{i=0}^n \Delta h_{\text{мп}}^{\text{уд}} l_i + \sum_{i=1}^n \Delta h_{\text{м}} \quad (8)$$

де  $\Delta h_{mp_i}^{уд}$  – втрати тиску на тертя на 1-му погонному метрі прямого повітропроводу, Н/м<sup>2</sup>;  $l_i$  – довжина  $i$ -тої ділянки прямого повітропроводу, м;

$\Delta h_m = \xi \frac{V}{2} \rho$  – втрати тиску на місцеві опори, Н/м<sup>2</sup>.

На рис. 1 наведена номограма для визначення втрат на тертя на 1-му погонному метрі гладкого повітропроводу круглого перерізу з листової сталі при щільності повітря 1,2 кг/м<sup>3</sup>. Для повітропроводів з інших матеріалів значення множиться на коефіцієнт шорсткості  $\beta$ , значення якого наведені на рис. 2. Якщо переріз повітропроводу прямокутний, то розрахунок проводять по еквівалентному діаметру  $D_{екв} = 4F/\Pi$ , де  $F$  – площа поперечного перерізу повітропроводу і  $\Pi$  – периметр поперечного перерізу.

Коефіцієнти місцевих гідравлічних опорів різних фасонних частин, дросельних пристроїв, перешкод та інших елементів газоповітряних мереж, а також деяких промислових апаратів і пристроїв, вживаних в газоочисній і вентиляційній техніці, наведені в [6].

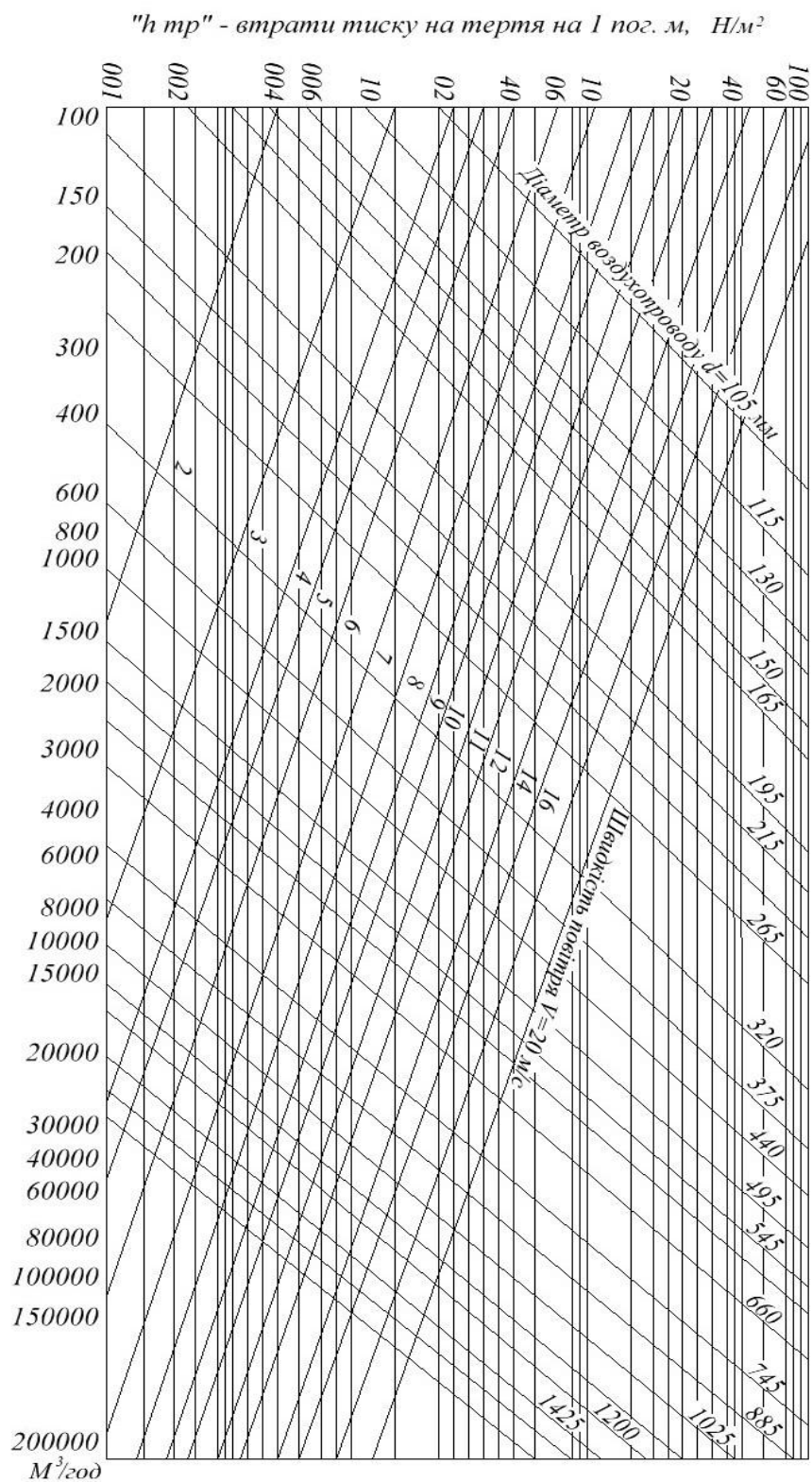


Рис. 1. Номограма для визначення втрат на тертя в гладких повітропроводах круглого перерізу з листової сталі ( $\beta = 1,0$   $\rho_{уд}$  1,2 кг/м<sup>3</sup>)

Якщо повітря, що транспортується, чисте або має малу концентрацію пилу і газу, то повний натиск, що розвивається вентилятором,  $H_B = H$ . Для забрудненого повітря приймають:

$$H_B = 1,1H \quad (9)$$

Знаючи продуктивність і повний натиск вентилятора, по каталогах роблять вибір вентилятора. При виборі типу і номера вентилятора необхідно керуватися тим, щоб вентилятор мав найбільш високий к.к.д., відносно невелику швидкість обертання, а також щоб число оборотів дозволяло здійснювати з'єднання з електродвигуном на одному валу.

Установлювальна потужність електродвигуна для вентилятора:

$$N_y = \frac{k_3 L_B H_B}{\zeta_B \zeta_{\Pi}}, \quad (10)$$

де  $\zeta_B$  – к.к.д. вентилятора (приймається за характеристикою вентилятора);  $\zeta_{\Pi}$  – к.к.д. приводу вентилятора, при безпосередній установці вентилятора на валу електродвигуна він дорівнює 1,0, а при установці через муфту 0,98;  $k_3 = 1,05 \div 1,5$  – коефіцієнт запасу. Для електродвигунів з  $N_y < 0,5$  кВт  $k_3 = 0,5$ , при  $N_y = 0,5 \div 1,0$  кВт  $k_3 = 1,3$ , при  $N_y = 1,0 \div 2,0$  кВт  $k_3 = 1,2$ .

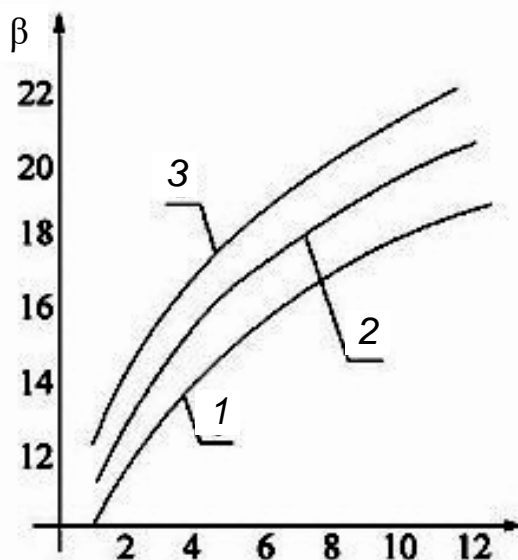


Рис. 2. Коефіцієнт шорсткості різних повітропроводів:

1 – шлакоалебастрові коробки; 2 – шлакобетонні коробки; 3 – цегляні канали.



**Завдання 1.** Визначити сумарне тепловиділення і необхідний для літнього періоду повітрообмін у цеху ковальсько-пресового виробництва, якщо в цеху встановлено устаткування, що виділяє тепло: два пневматичні молотки з потужністю електродвигунів ( $N_{п.м.}$ , кВт), фракційний прес з електродвигуном  $N_{ф.п.}$  (кВт), дві щілинні ковальські печі з витратою палива ( $B_{к.п.}$ , кг/год) і одна електропіч – ванна з установленою потужністю ( $N_e$ , кВт). Як паливо для печей прийнятий мазут з теплотворною здатністю  $Q_m^p = 39,356$  кДж/кг. Коефіцієнт одночасності роботи устаткування  $\zeta = 1,0$ . Внутрішні розміри цеху  $a \cdot b$ , м, висота цеху  $h$ , м. Площа скління світлових отворів по довжині цеху  $S$ , м<sup>2</sup>. На даху передбачений аераційний ліхтар зі світлопроникними фрамугами, температура зовнішнього повітря  $t_{з.п.}$ , °С.

Таблиця 2 – Варіанти завдань для визначення сумарного тепловиділення та повітрообміну в цеху ковальсько-пресового виробництва

№ вар	Розміри приміщення, м			Площа скління, $S$ , м <sup>2</sup>	Температура зовнішнього повітря, $t_{з.п.}$ , °С	Найменування та потужність обладнання				
	Ширина, $a$	Довжина, $b$	Висота, $h$			$N_{п.м1}$ , кВт	$N_{п.м2}$ , кВт	$N_{ф.п.}$ , кВт	$B_{к.п.}$ , кг/год	$N_e$ , кВт
1	6	36	8	90	23	25	25	—	50	35
2	6,5	34	7	93	23,5	50	—	10	60	30
3	7	32	8	95	24	35	20	10	70	—
4	7,5	30	7	97	24,5	45	15	—	80	25
5	8	28	8	100	25	—	35	15	90	25
6	8,5	26	7	102	25,5	25	20	15	—	20
7	9	25	8	104	26	20	35	20	100	—
8	9,5	24	7	106	26,5	35	—	20	40	35
9	10	23	8	108	27	40	20	—	60	30
10	10,5	22	7	110	27,5	45	10	10	70	—

**Приклад 1.** Визначити сумарне тепловиділення і необхідний для літнього періоду повітрообмін в цеху ковальсько-пресового виробництва, якщо у цеху встановлено устаткування, що виділяє тепло: два пневматичні молотки з потужністю електродвигунів відповідно до 50 кВт та 25 кВт, фракційний прес з електродвигуном  $N_e = 10$  кВт, дві щілинні ковальські пе-

чі з витратою палива  $B = 100$  кг/год і одна електропіч – ванна з установленою потужністю  $N_{\text{уст}} = 35$  кВт. Як паливо для печей прийнятий мазут з теплотворною здатністю  $Q_m^p = 39,356$  кДж/кг. Коефіцієнт одночасності роботи устаткування  $\zeta = 1,0$ . Внутрішні розміри цеху  $28 \cdot 8$  м, висота цеху 8 м. Площа скління світлових отворів по довжині цеху  $100 \text{ м}^2$ . На даху передбачений аераційний ліхтар зі світлопроникними фрамугами, температура зовнішнього повітря  $t_3 = 23$  °С.

**Розв’язання.** Виділення тепла від електропечі може бути визначено залежно від настановної потужності і долі тепловиділень у цех:

$$Q = N_{\text{уст}} \alpha \zeta = 35 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 24,5 \text{ кВт (21070 ккал/год)},$$

де  $\alpha$  – доля тепловиділень в цех, %. Для нагрівальних електропечей  $\alpha = 0,7$ , для щілинних і очкових  $0,4\text{--}0,5$ . Тепловиділення від установок з електродвигунами:

$$Q_2 = \Sigma N_{\text{уст}} \frac{1 - \zeta_e}{\zeta_e} = (50 + 25) \frac{1 - 0,88}{0,88} = 10,23 \text{ кВт (8798 ккал/год)},$$

де  $\Sigma N_{\text{уст}}$  – сумарна установлювальна потужність електродвигунів;  $\zeta_e$  – К.К.Д. електродвигуна. Приймаємо  $\zeta_e = 0,88$ . Тепловиділення від печей, працюючих на твердому, рідкому або газоподібному паливі, визначаються залежно від теплотворної здатності палива і типу печі. Приймаємо  $\zeta_e = 0,45$ , тоді:

$$Q_3 = B Q_m^p \alpha \zeta_e = \frac{100}{3600} 39356 \cdot 0,45 \cdot 1,0 = 492 \text{ кВт (423000 ккал/год)}.$$

Загальні тепловиділення в цех від устаткування (теповиділення від людей зважаючи на їх незначність для нашого випадку не враховуємо)

$$Q_{\Sigma} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 526,73 \text{ кВт (453869 ккал/год)}.$$

Кількість тепла, що надходить у виробниче приміщення за рахунок сонячної радіації:

$$Q_{\text{рад}} = Q_{\text{рад}}^{\text{заск}} + Q_{\text{рад}}^{\text{ог}},$$

де  $Q_{\text{рад}}^{\text{заск}}$  – тепло за рахунок сонячної радіації для застаклених поверхонь;

$Q_{\text{рад}}^{\text{ог}}$  – тепло сонячної радіації для покриттів.

$$Q_{\text{рад}}^{\text{заск}} = F_{\text{ост}} q_{\text{ост}} A_{\text{ост}} \quad Q_{\text{рад}}^{\text{ог}} = F_{\text{огр}} q_{\text{огр}}.$$

де  $F_{\text{заск}}$  і  $F_{\text{ог}}$  – поверхні, займані заскленням і покриттям,  $\text{м}^2$ ;  $q_{\text{заск}}$  і  $q_{\text{ог}}$  – радіації через  $1 \text{ м}^2$  поверхні засклення або покриття,  $\text{кВт}/\text{м}^2$ ;  $A_{\text{заск}}$  – коефіцієнт, що враховує характер і міру скління.

Значення  $q_{\text{заск}}$ ,  $q_{\text{ог}}$  і  $A_{\text{заск}}$  знаходимо в [3]. Для вікон з подвійним склінням і дерев'яними палітурками, орієнтованими на захід і схід,  $q_{\text{заск}} = 0,168 \text{ кВт}/\text{м}^2$  ( $145 \text{ ккал} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ), а для орієнтованих на південь  $q_{\text{ог}} = 0,157 \text{ кВт}/\text{м}^2$  ( $135 \text{ ккал} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ). Поправкові коефіцієнти на одинарне скління 1,4 і на сильну забрудненість вікон 0,7, тобто  $A_{\text{заск}} = 1,45 \cdot 0,7 = 1,015$ . Для покриття без горища  $q_{\text{ог}} = 0,014 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$  ( $12 \text{ ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ ). У цьому випадку тепло сонячної радіації:

$$Q_{\text{рад}} = 100 \cdot 0,168 \cdot 1,015 + 28 \cdot 8 \cdot 0,014 = 20,19 \text{ кВт} (17363 \text{ ккал}/\text{год}).$$

Надмірні тепловиділення в цеху в літній період становлять:

$$Q_{\text{над}} = Q_{\Sigma} + Q_{\text{рад}} = 546,92 \text{ кВт} (470351 \text{ ккал}/\text{год}).$$

Питома кількість тепла на одиницю об'єму приміщення:

$$q_{\text{уд}} = \frac{Q_{\text{над}}}{V_{\text{п}}} = \frac{546,92}{28 \cdot 8 \cdot 8} = 0,305 \text{ кВт} / \text{м}^3 (262,5 \text{ ккал} / \text{м}^3 \cdot \text{год}).$$

Оскільки  $q_{\text{пит}} > 20 \text{ ккал} / (\text{м}^3 \cdot \text{год})$ , то дане виробниче приміщення належить до приміщень зі значними тепловиділеннями. Згідно з ДСП 173-96 температура повітря в робочій зоні може перевищувати температуру зовнішнього повітря на  $5^\circ$ , тобто

$$t_{\text{р.з}} = t_{\text{н}} + 5 = 28^\circ \text{C}.$$

Потрібний повітрообмін визначимо за формулою (3) :

$$L = \frac{546,92 \cdot 10^3}{1,208(28 - 23)} = 90,55 \text{ м}^3 / \text{с} (325979 \text{ м}^3 / \text{год}).$$

Такий повітрообмін доцільно проводити методом аерації. Приплив повітря передбачаємо через нижні фрамуги вікон, витяг – через ліхтар.

**Завдання 2.** Визначити необхідний повітрообмін у механічному цеху для теплого і холодно-перехідного періодів року. Загальна настановна потужність верстатів, розміщених у цеху, складає  $P$ , кВт. Верстати з емульсифікаційним охолодженням. Максимальна кількість працюючих в зміну  $N$ , осіб. Об'єм цеху  $V$ ,  $\text{м}^3$ . У холодний період  $t_3, ^\circ \text{C}$ ,  $\phi = 1 \text{ г}/\text{кг}$ . Тепло сонячної радіації для цього виробничого приміщення становить  $9,186 \text{ кВт}$  ( $7,900 \text{ ккал}/\text{год}$ ). Тепловтрати в холодний період року складають  $7,72 \text{ кВт}$  ( $6640 \text{ ккал}/\text{год}$ ).

Таблиця 3 – Варіанти завдань для визначення необхідного повітрообміну в механічному цеху

№ варіанта	$P$ , кВт	$N$ , осіб	$V$ , м <sup>3</sup>	$t_3$ , °C
1	100	32	1500	-5
2	105	34	1600	-7
3	110	36	1700	-9
4	115	38	1800	-11
<b>5</b>	120	40	2000	-13
6	125	42	2000	-10
7	130	44	2050	-11
8	135	46	2100	-8
9	140	48	2200	-6
10	145	50	2300	-4

**Приклад 2.** Визначити необхідний повітрообмін у механічному цеху для теплого і холодно-перехідного періодів року. Загальна настановна потужність верстатів, розміщених в цеху, становить 120 кВт. Верстати з емульсійним охолодженням. Максимальна кількість працюючих в зміну  $N = 40$  осіб. Об'єм цеху 2000 м<sup>3</sup>. У холодний період  $t_3 = -13$  °C,  $\phi = 1$  г/кг. Тепло сонячної радіації для цього виробничого приміщення становить 9,186 кВт (7,900 ккал/год). Тепловтрати в холодний період року становлять 7,72 кВт (6640 ккал/год).

**Розв'язання.** Для цього виробничого приміщення шкідливими є тепло і вологовиділення від працюючих верстатів і людей. Кількість вологи, що виділяється в приміщення від працюючих верстатів при охолодженні їх емульсією, визначають з розрахунку 150 г на 1 кВт настановної потужності. Кількість вологи, що виділяється людьми, при середній тяжкості, зазвичай становить порядку 160 г/год на одного працюючого, тобто:

$$G_{\text{в.л}} = 0,15N_{\text{уст}} + 0,16N = 0,15 \cdot 120 + 0,16 \cdot 40 = 24,4 \text{ кг/год.}$$

Кількість тепла, що виділяється в цеху від працюючого верстата при охолодженні емульсією і при  $\alpha = 0,2$  (див. приклад 1),

$$Q_1 = N_{\text{уст}} \alpha \zeta = 120 \cdot 0,2 \cdot 1,0 = 24 \text{ кВт (20640 ккал/год).}$$

Приймаючи тепловиділення від однієї людини рівним 0,116 кВт (100 ккал/год), знайдемо кількість тепла, що виділяється, від працюючих людей:

$$Q_2 = 0,116 N = 0,116 \cdot 40 = 4,65 \text{ кВт (4000 ккал/год)}.$$

Загальна кількість тепла, що виділяється, в холодний період року:

$$Q_{\Sigma} = Q_1 + Q_2 = 28,65 \text{ кВт (24640 ккал/год)}.$$

Питома кількість тепла на одиницю об'єму цеху з урахуванням тепловитрат:

$$q_{\text{пит}} = \frac{Q_{\Sigma} - Q_n}{V_n} = \frac{28,65 - 7,72}{2000} = 0,01 \text{ кВт / м}^3 \text{ (9 ккал / м}^3 \text{ год)}.$$

Таким чином, дане виробниче приміщення належить до приміщень з незначними тепловими надлишками. Для таких цехів згідно з ДСП 173-96 в холодний період і перехідний період року ( $t_3 < +10^\circ\text{C}$ ) температура повітря в робочій зоні  $t_{p.z} = 15 \cdot 20^\circ\text{C}$ ,  $\phi \leq 75\%$ ,  $V = 0,5 \text{ м/с}$ . Приймаємо  $t_{p.z} = 18,5^\circ\text{C}$ ,  $\phi \leq 60\%$ ,  $V = 0,5 \text{ м/с}$ . У цьому випадку вміст вологи у повітрі  $d_{\text{вит}} = 8 \text{ г/кг (9,8 г/м}^3\text{)}$ . Необхідний повітрообмін за вологою визначається за формулою (4):

$$L_{\text{вл}} = \frac{24,4 \cdot 10^3}{9,8 - 1,22} = 0,79 \text{ м}^3 \text{ (2844 м}^3 \text{ / год)}$$

Повітрообмін, необхідний для компенсації тепловиділень, визначається за формулою (3):

$$L_t = \frac{28,65 - 7,72}{1,208[18,5 - (-13)]} = 0,55 \text{ м}^3 \text{ / с (1980 м}^3 \text{ / год)}.$$

Враховуючи, що об'єм приміщення, що доводиться на одного працівника,

$$V_i = V/N = \frac{2000}{40} = 50 > 40 \text{ м}^3$$

і що стислість повітрообміну ( $L/V_n$ ) за вологою і тепловиділенням близька до одиниці, можна не влаштовувати штучного повітрообміну в зимовий період, обмежуючись лише періодичним провітрюванням цеху.

Для літнього періоду року розрахунок повітрообміну ведемо за формулою тепловиділення:

$$Q_{\text{над}\Sigma} = Q_{\text{над}} + Q_{\text{рад}} = 37,84 \text{ кВт (32540 ккал/год)}.$$

Для даного цеху згідно з ДСП 173-96, температура повітря в робочій зоні в літній період може перевищувати температуру зовнішнього повітря не більше ніж на  $3^\circ\text{C}$ . Для підприємства, розташованого у Харкові, розра-

хункова температура зовнішнього повітря  $t_{3,ст} = 22,3$  °C. В цьому випадку необхідний повітрообмін згідно з (3) становить:

$$L^A = \frac{37,84}{1,208(25,3 - 22,3)} = 10,44 \text{ м}^3/\text{с} (37589 \text{ м}^3/\text{год})$$

Для підтримки параметрів повітряного середовища у виробничому приміщенні згідно з ДСП 173-96 здійснюватимемо загальнообмінну механічну вентиляцію цеху. Гідравлічний розрахунок вентиляційної мережі показав, що опір вибраної мережі становить  $120 \text{ Н/м}^2$ . (Гідравлічний розрахунок вентиляційної мережі див. в прикладі 4.)

Продуктивність вентилятора з урахуванням можливих втрат або підсвів повітря в повітропроводах визначається за формулою (6):

$$L_v = 1.1 \cdot 10,44 = 11,49 \text{ м}^3/\text{с} (41260 \text{ м}^3/\text{год}).$$

По продуктивності  $41\,260 \text{ м}^3/\text{ч}$  і опору мережі  $120 \text{ Н/м}^2$  підбираємо вентилятор Ц9-55 № 10, з  $n = 630 \text{ об/хв}$  і  $\zeta_v = 0,65$ .

**Місцева вентиляція.** У виробничих приміщеннях разом із загальнообмінною вентиляцією застосовується місцева вентиляція. Місцева припливна вентиляція служить для створення необхідних умов повітряного середовища в обмеженій зоні виробничих приміщень. Місцева витяжна вентиляція призначена для уловлювання і видалення шкідливих речовин безпосередньо у джерел їх утворення і для запобігання їх поширенню по усьому виробничому приміщенню.

Припливна вентиляція виконується, як правило, у вигляді повітряних оазисів, теплових завіс і повітряних душів; витяжна – у вигляді укриттів або місцевих відсмоктувань: захисно-пилових кожухів, витяжних шаф, кабін, камер, витяжних парасольок, панелей, бортових відсмоктувань.

Усі верстати (шліфувальні, обдирні, полірувальні, заточні та ін.), обробка матеріалів на яких супроводжується пилевиділенням, обладнуються захисно-пиловими кожухами. Кількість повітря, що видаляється за допомогою кожухів, визначається залежно від діаметра круга:

$$L = k_i D_{kp} n_i, \text{ м}^3/\text{г}, \quad (11)$$

де  $D_{kp}$  – діаметр круга, мм;  $n_i$  – кількість кругів;  $k_i$  – коефіцієнт, який обирається залежно від діаметра круга,  $\text{м}^3/(\text{гмм})$ . При  $D_{kp} < 250 \text{ мм}$   $k_i = 2,0$ ; при  $D_{kp} = 250 + 600 \text{ мм}$   $k_i = 1,8$  й при  $D_{kp} > 600 \text{ мм}$   $k_i = 1,6$ . Для полірувальних верстатів, обладнаних матер'яними кругами,  $k_i = 6,0$ , а для войлочних кругів  $k_i = 4,0$ .

**Вентиляційні шафи** забезпечують укриття джерел шкідливих виділень з усіх боків і застосовуються при термічній обробці і гальванічній обробці металів, фарбуванні, розважуванні і розфасовці сипучих матеріалів, при різних операціях, пов'язаних з виділенням шкідливих газів і випаровувань.

Об'єм повітря, що видаляється через вентиляційну шафу:

$$L = F_{\Pi} V \quad (12)$$

де  $F_{\Pi}$  – площа робочого отвору шафи, через яке всмоктується повітря,  $\text{м}^2$ ;  $V_{\Pi}$  – швидкість повітря в робочому отворі вентиляційної шафи,  $\text{м/с}$ .

Швидкість повітря в робочому отворі вентиляційної шафи залежить головним чином від міри токсичності газів, що виділяються, або випаровувань. Для деяких випаровувань і газів, що часто зустрічаються в машинобудівній промисловості, рекомендовані значення швидкості всмоктування в робочому отворі вентиляційної шафи наведені в таблиці. 2 [5].

Необхідний повітрообмін для кабін і камер, в яких робляться піскоструменні, подрібнюючі, лакофарбні та інші види обробки, визначається за кратністю повітрообміну ( $n$ ) і за формулою,  $\text{м}^3/\text{год}$

$$L = n V_{\Pi}, \quad (13)$$

де  $n = 30 \div 100$  [3];  $V_{\Pi}$  – об'єм кабінки або камери,  $\text{м}^3$ .

**Завдання 3.** Визначити необхідний повітрообмін для системи загальної і місцевої вентиляції **складального цеху**. Для покриття поверхонь великогабаритних металовиробів ( $F_{\text{пов}}, \text{м}^2$ ) у складальному цеху є малярна камера. Витрата масляного лаку на  $1 \text{ м}^2$  забарвленої поверхні становить 90 г. Для зменшення в'язкості лаку застосовується уайт-спірит, витрата якого становить 50 % від витрати лаку. Для покриття малогабаритних виробів ізоляційним лаком цех обладнаний ванною, поміщеною у витяжну шафу з робочим отвором  $a \cdot b$  мм. Крім того, в цеху є устаткування із загальною потужністю електродвигунів  $P$ , кВт. Об'єм приміщення  $V$ ,  $\text{м}^3$ , тепловтрати приміщення при  $t_{\text{н}} = -20^\circ\text{C}$ , становлять 7,56 кВт (6500 ккал/год). Тепло сонячної радіації становить при  $t_{\text{н}} = 23^\circ\text{C}$  12,8 кВт (2420 ккал/год).

Таблиця 4 – Токсичні виділення у малярній камері

Найменування токсичних виділень	$V_{п}$ , м/с.
Виділення випаровувань води, загартування в масляних бочках	0,3
Виділення випаровувань бензину, гасу, пайка і загартування із застосуванням соляної кислоти	0,5
Травлення соляною кислотою, виділення випаровувань аміаку, метилспирту, бензолу, толуолу	0,5–0,7
Травлення азотною кислотою	0,7–1,0
Піскоструминне очищення, виділення випаровувань синильної і хромової кислот, забарвлення пульверизаційне	1,0–1,5
Виділення парів свинцю, ціаністих сполук, ароматичних вуглеводнів	1,5–1,7

Таблиця 5 – Варіанти завдань для визначення необхідного повітрообміну для системи загальної та місцевої вентиляції складального цеху

№ варіанта	$a \cdot b$ , мм	$P$ , кВт	$V$ , м <sup>3</sup>	$F$ , м <sup>2</sup>
1	450 · 550	10	1000	8
2	450 · 600	11	1050	9
3	450 · 550	12	1100	10
4	450 · 500	13	1150	11
5	400 · 600	15	1200	10
6	400 · 500	14	1250	9
7	40 · 0550	16	1300	8
8	50 · 0500	17	1350	7
9	500 · 550	18	1400	8
10	500 · 600	19	1450	10

**Приклад 3.** Визначити необхідний повітрообмін для системи загальної і місцевої вентиляції **складального цеху**. Для покриття поверхонь великогабаритних металовиробів ( $F_{пов} = 10 \text{ м}^2$ ) в складальному цеху є малярна камера. Витрата масляного лаку на  $1 \text{ м}^2$  забарвленої поверхні становить 90 г. Для зменшення в'язкості лаку застосовується уайт-спірит, витрата якого становить 50 % від витрати лаку.



Для покриття малогабаритних виробів ізоляційним лаком цех обладнаний ванною, поміщеній у витяжну шафу з робочим отвором  $400 \cdot 600$  мм. Крім того, в цеху є устаткування із загальною потужністю електродвигунів 15 кВт. Об'єм приміщення  $1200 \text{ м}^3$ , тепловтрати приміщення при  $t_n = -20^\circ\text{C}$ , становлять 7,56 кВт (6500 ккал/год). Тепло сонячної радіації становить при  $t_n = 23^\circ\text{C}$  12,8 кВт (2420 ккал/год).

**Розв'язання.** Витрата уайт-спіриту при забарвленні виробів:

$$G_{\text{вр}} = F_{\text{пов}} 0,5g = 10 \cdot 90 \cdot 0,5 = 450 \text{ г/год.}$$

За умови повного випару уайт-спірита і з урахуванням  $g_{\text{пдк}} = 300 \text{ мг/ м}^3$  необхідний повітрообмін в камері визначимо за формулою (2) :

$$L_k = \frac{450}{0,3 - 0,0} = 1500 \text{ м}^3 / \text{год} (0,42 \text{ м}^3 / \text{с}).$$

До складу розчинника ізоляційного лаку входить бензол і толуол. За наявності цих речовин швидкість повітря в отворі витяжної шафи приймається в межах 0,5–0,7 м/с (див. табл. 2). Приймаємо  $V_n = 0,7 \text{ м/с}$ . Тоді згідно (12)  $L_{\text{ш}} = 0,4 \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 0,168 \text{ м}^3/\text{с}$  (605  $\text{м}^3/\text{год}$ ). Таким чином, місцеві відсмоктувачі повинні видаляти  $L_m = 1500 + 605 = 2105 \text{ м}^3/\text{год}$ . Тепловиділення в цех від працюючих електродвигунів становитимуть при  $\alpha = 0,2$  (див. приклад 1):

$$Q_m = N_{\text{уст}} \alpha = 1,5 \cdot 0,2 = 3 \text{ кВт} (2580 \text{ ккал/год}).$$

Тепловиділення менше тепловтрат, тобто в холодну пору року дефіцит тепла  $Q = 6500 - 2580 = 3900 \text{ ккал/год}$  необхідно компенсувати опалюванням. У теплий період року сумарне надмірне тепловиділення:

$$Q_{\text{над}} = Q_m + Q_{\text{рад}} = 2580 + 2420 = 5000 \text{ ккал/год}$$

Для легкої роботи в приміщеннях з незначними тепловитратами ( $Q_{\text{над}}/V_{\text{ном}}$ ) по ДСП 173-96 знаходимо  $t_{\text{р.з}} = t_{\text{р.з}} + 3 = 26^\circ\text{C}$ . Потрібний повітрообмін визначимо за формулою (3) :

$$L_o = \frac{5,8}{1,19(26 - 23)} = 1,62 \text{ м}^3/\text{с} (5850 \text{ м}^3/\text{год}).$$

Місцевими відсмоктуваннями видаляється 2105  $\text{м}^3/\text{год}$ . Додатковий повітрообмін у кількості  $5850 - 2105 = 3745 \text{ м}^3/\text{год}$  може бути природним провітрюванням через вікна.

*Всмоктувачі панелі* застосовуються в якості місцевих відсмоктувачів при таких ручних операціях, як електрозварювання, пайка, газове зварювання, різання металу і тому подібне. У всмоктуючих панелях, наприклад, у

панелі Чорнобережського (рис. 3), «дзеркало» всмоктування розташоване похило до робочого місця, що забезпечує вийняток потрапляння шкідливих речовин у зону дихання робітника. Об'єм повітря, що видаляється панеллю, визначається за формулою (12).

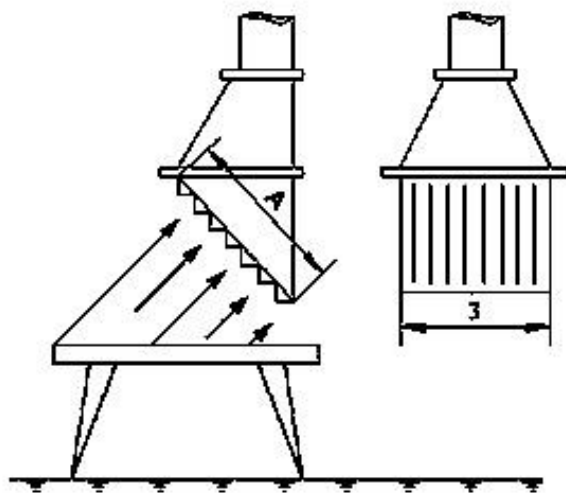


Рис. 3. Панель рівномірного всмоктування

Швидкість повітря у всмоктуючому факелі панелі приймається [5]: при ручному електрозварюванні на стаціонарних постах 0,5 м/с; при зварюванні в середовищі вуглекислого газу 0,2–0,25; при машинному різанні на розкрійних столах титанових сплавів і низьколегованих сталей 2,2 м/с; при різанні алюмінієвих сплавів і високолегованих сталей 3,0 м/с; при видаленні шкідливих випаровувань і газів без пилу, що виникають в процесі пайки, 2,0–3,5 м/с; при видаленні газових потоків в суміші і гарячого дрібнодисперсного пилу 3,5–4,5 м/с.

*Вентиляційні парасолі* застосовуються найчастіше для локалізації шкідливих речовин з тепловиділеннями, що створюють стійкий вихідний потік. Вентиляційні парасолі встановлюються над ваннами різного призначення, електро- і індукційними печами і отворами випуску металу і шлаку з вагранок. Парасолі робляться відкритими з усіх боків і частково відкритими: з одного-, двох- або трьох боків. Перерізи парасольки – прямокутні або круглі. Ефективність роботи вентиляційної парасолі залежить від габаритів висоти підвісу і кута його розкриття. Чим більше габарити і чим нижче парасоля під місцем виділення токсичних речовин, тим він ефективніший. Най-

більш рівномірне всмоктування забезпечується при кутовому розкритті парасолі менше  $60^\circ$ .

Розміри прямокутної парасолі (рис. 4) в плані визначаються залежно від відстані від дзеркала шкідливих виділень до нижнього приймального отвору парасольки  $h$  :

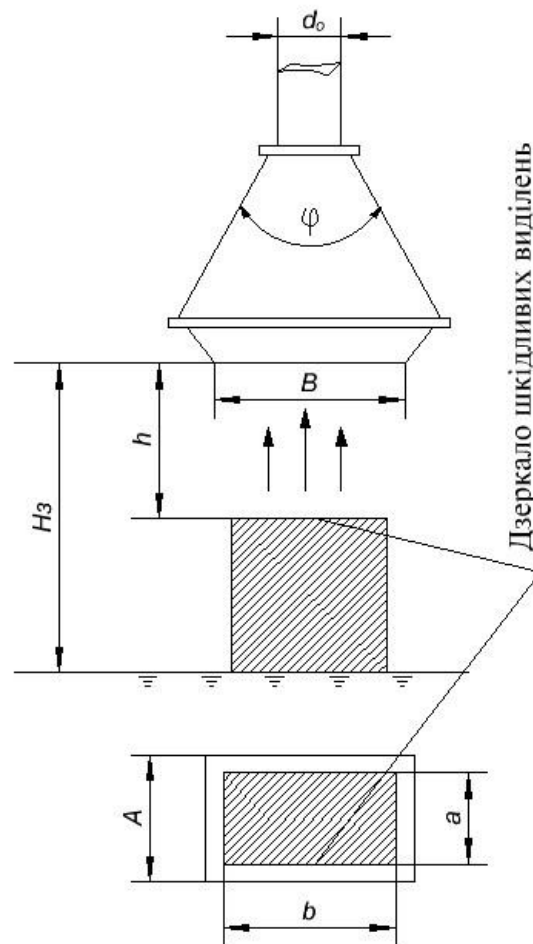


Рис. 4. Витяжна парасолька

$$A = a + 0,8 h, \quad (14)$$

$$B = b + 0,8 h \quad (15)$$

де  $a$  і  $b$  – сторони дзеркала шкідливих виділень (рис. 4), що перекривається.  
Для круглої парасолі:

$$D_3 = d_0 + 0,8 h \quad (16)$$

де  $d_0$  – діаметр дзеркала шкідливих виділень, що перекривається.

Об'єм повітря, що видаляється через вентиляційну парасоль, визначається за виразом (12). Швидкість повітря в приймальному перерізі парасолі при видаленні нетоксичних виділень для відкритих парасоль приймається рівною 0,15–0,25 м/с. При видаленні токсичних виділень для відкритих парасоль  $V = 1,05 \div 1,25$  м/с, для парасоль, відкритих з трьох боків,  $V = 0,9 \div 1,05$  м/с, з двох боків  $-V = 0,75 \div 0,9$  м/с, з одного боку  $-V = 0,5 \div 0,75$  м/с.

Коли парасоль розташована над джерелом виділення тепла, об'єм повітря в теплому потоці, що піднімається над джерелом, м<sup>3</sup>/год:

$$L = 2340 \sqrt[3]{QF^2h} \quad (17)$$

де  $Q$  – кількість конвекційного тепла, ккал/с;  $F$  – горизонтальна проекція джерела, м<sup>2</sup>. Ця формула справедлива при  $h \leq 1,5 \sqrt{F}$  тобто коли кількістю підмішуваного повітря можна нехтувати.

Тепловіддача конвекцією з нагрітої поверхні :

$$Q = \alpha_T F (t_n - t_{\text{навк}}), \quad (18)$$

де  $\alpha_T = 3,26 \sqrt[4]{t_n - t_{\text{навк}}}$  – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м<sup>2</sup> °С;  $t_n$  і  $t_{\text{навк}}$  відповідно температури тепловиділяючої поверхні і навколишнього середовища.

При  $h > 1,5 \sqrt{F}$  об'єм і швидкість повітря на вході в парасоль розраховують за формулами м<sup>2</sup>/г та м/с відповідно:

$$L = 468 Q^{1/3} (h + 1,62 \sqrt{F})^{1/5};$$

$$V = \frac{0,82}{(h + 1,62 \sqrt{F})^2} Q^{1/3}.$$

**Завдання 4.** Визначити середню швидкість і витрати повітря через парасоль, якщо вона закріплена на відстані  $h$ , м. Над плитою, нагрітою до  $t$ , °С, маючої розміри  $a \cdot b$ , м. Температура навколишнього повітря  $t_{\text{навк}}$ , °С.

Таблиця 6 – Варіанти завдань для визначення витрат повітря через парасоль

№ варіанта	$a \cdot b$ , мм	$t$ , °С	$t_{\text{навк}}$ , °С	$h$ , м
1	450 · 550	80	16	0,5
2	450 · 600	85	17	0,6

Продовження таблиці 6

3	450 · 550	90	18	0,7
4	450 · 500	95	19	0,8
<b>5</b>	500 · 600	100	20	0,5
6	400 · 500	105	21	0,6
7	40 · 0550	110	22	0,7
8	50 · 0500	115	23	0,8
9	500 · 550	120	24	0,9
10	400 · 600	125	25	0,5

**Приклад 4.** Визначити середню швидкість і витрати повітря через парасоль, якщо вона закріплена на відстані  $h = 0,5$  м, над плитою, нагрітою до  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що має розміри  $0,6 \times 0,5$  м. Температура навколишнього повітря  $t_{\text{навк}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Розв’язання.** Розміри вентиляційної парасолі визначаємо за формулами (14, 15):

$$A = 0,6 + 0,8 \cdot 0,5 = 1,0 \text{ м}, B = 0,5 + 0,8 \cdot 0,5 = 0,9 \text{ м}.$$

Оскільки,  $h < \sqrt{1,5\sqrt{F}}$ , то для визначення витрати повітря використовуємо рівняння (17). Для визначення  $Q$  знаходимо коефіцієнт тепловіддачі від плити до повітря:

$$\alpha_T = 3,25 \sqrt[4]{100 - 20} = 9,75 \text{ Вт/ (м}^2\text{}^{\circ}\text{C)}.$$

Кількість тепла, що віддається плитою шляхом конвекції(1.21)

$$Q = 9,75 (0,6 \cdot 0,5) (100 - 20) = 234 \text{ Вт (201 ккал/год)},$$

Витрата повітря в струмені згідно (17)

$$L = 2340 \sqrt[3]{\frac{201}{3600} 0,3^2 0,5} = 318,3 \text{ м}^3\text{/год}.$$

Вважаючи переріз струменя рівним площі перерізу парасолі, знаходимо швидкість газу на вході у парасоль:

$$V_3 = L/F_3 = 0,036 \text{ м/с}.$$

*Пилогазоприймачі зварювальних автоматів і напівавтоматів* для зварювання під флюсом монтують безпосередньо на зварювальній голівці [3]. Об’єм повітря через пилогазоприймачі, що видаляється,  $\text{м}^3\text{/год}$ :

$$L = k_J \sqrt[3]{J}, \quad (19)$$

де  $J$  – сила зварювального струму;  $k_J$  – коефіцієнт пропорційності, для щілинного відсмоктування  $k_J = 12$ , для подвійного відсмоктування  $k_J = 15 \div 16$ .

*Бортові відсмоктувачі* (рис. 5) є щілиноподібними повітропроводами, що встановлюються у промислових ваннах, з відкритої поверхні яких виділяються шкідливі речовини (у гальванічних цехах у ваннах знежирення і отруїння металу, у ваннах хромування, цинкування та ін.). Принцип дії бортового відсмоктувача полягає в тому, що захоплене в щілину повітря, рухаючись над відкритою поверхнею ванни, захоплює з собою шкідливі виділення, не даючи їм поширюватися по приміщенню. Розрахунок бортових відсмоктувачів зводиться до вибору їх конструкції і до визначення кількості повітря, що видаляється від ванн бортовими відсмоктувачами. При ширині ванни до 700 мм зазвичай застосовуються одnobортові відсмоктувачі, при ширині більше 700 мм – двохбортні. Витрата повітря у бортових відсмоктувачах залежить від токсичності шкідливих відходів, розміру ванн, рівня розчину і температури розчину.

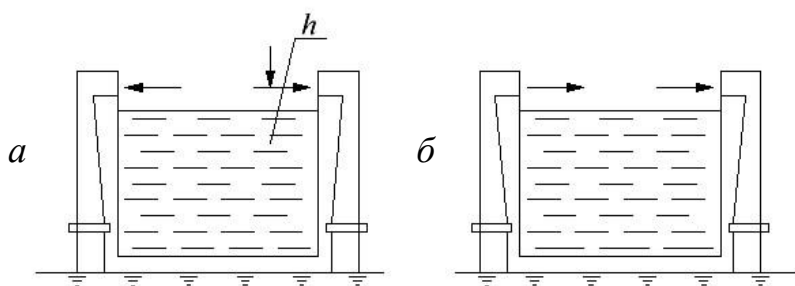


Рис. 5. Бортові відсмоктувачі: а – звичайний; б – зі здувом

Кількість видаленого повітря від гарячих ванн ( $t_p > t_{\text{навк}}$ ) одnobортовими і двохбортовими відсмоктувачами можна визначити за методом М. М. Баранова,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$L = a \cdot \kappa \cdot l \cdot S \sqrt[3]{t_p - t_{\text{навк}}} \quad (20)$$

де  $a$  – коефіцієнт, залежний від ширини ванни і висоти спектру шкідливих відходів;  $h$ ,  $\kappa$  – поправковий коефіцієнт на глибину рівня рідини;  $l$  – довжина хвилі, м;  $S$  – поправковий коефіцієнт на рухливість повітря в приміщенні, залежний від швидкості його руху і різниці температур  $t_p - t_{\text{навк}}$ ;  $t_p$  і  $t_{\text{навк}}$  – температури розчину у ванні і повітря в приміщенні. Значення,  $\kappa$ ,  $h$ ,  $S$  беруться з таблиць довідника.

При застосуванні бортових відсмоктувачів зі здувом кількість вентиляційного повітря, м<sup>3</sup>/год:

$$L = 1800 k_t b^2 l, \quad (21)$$

де  $k_t$  – коефіцієнт, залежний від температури рідини. При  $t_p = 95 - 70$  °С значення  $k_t = 1$ , при  $t_p = 60$  °С,  $k_t = 0,85$ , при  $t_p = 40$  °С,  $k_t = 0,75$  і при  $t_p = 20$  °С,  $k_t = 0,5$ .

При визначенні кількості повітря, що приділяється бортовим відсмоктувачем від холодної ванни  $t_p < t_s$  розрахунок проводиться за формулою, м<sup>3</sup>/с:

$$L = k_o k_1 k_2 v_{шв} l b \sqrt{\varphi_5} \quad (22)$$

де  $k_o$  – коефіцієнт, залежний від типу відсмоктувача. Для однобортового  $k_o = 1,0$ , для двухбортового  $k_o = 1,5$ ;  $k_1$  – коефіцієнт запасу. Зазвичай  $k_1 = 1,5 \div 1,75$ , а для особливо шкідливих ванн  $k_1 = 1,75 \div 2,0$ ;  $k_2$  – коефіцієнт запасу на підсмоктування повітря з боків ванни: для одностороннього  $k_2 = (1 + b/4l)^2$  и для двохстороннього  $k_2 = (1 + b/8l)^2$ ;  $v_{шв}$  – швидкість поширення шкідливих виділень над поверхнею ванни, м/с. Зазвичай  $v_{шв}$  приймається в межах  $0,2 \div 0,3$  м/с;  $\varphi_5$  – кут, утворений межами всмоктуючого факела. Якщо відсмоктувач розташований уздовж стіни, то  $\varphi_5 = \pi/2$ , а для ванн, що вільно стоять,  $\varphi_5 = 3/2\pi$ .

**Завдання 5.** Визначити кількість повітря, що видаляється зазвичай двухбортовим відсмоктувачем і відсмоктувачем зі здувом (рис. 5, б) від ванни для **хімічного знежирення** шириною 1 м і завдовжки 1,5 м. Температура розчину у ванні  $t_p$ , °С, глибина рівня рідини  $h$ , мм. Температура повітря в приміщенні  $t_n$  20 °С. Швидкість руху повітря  $V$ , м/с.

Таблиця 7 – Варіанти завдань для визначення кількості повітря, що видаляється двухбортовим відсмоктувачем і відсмоктувачем зі здувом

№ варіанта	$h$ , м	$t_n$ , °С	$t_p$ , °С	$V$ , м/с
1	110	18	56	0,1
2	120	18,5	57	0,15
3	130	19	58	0,1
4	140	19,5	59	0,15

Продовження таблиці 7

5	150	20	60	0,2
6	160	20,5	59	0,1
7	170	21	58	0,2
8	180	21,5	57	0,15
9	190	22	56	0,1
10	200	22,5	55	0,2

**Приклад 5.** Визначити кількість повітря, що видаляється зазвичай двохбортним відсмоктувачем і відсмоктувачем зі здувом (рис. 5, б) від ванни для хімічного знежирення шириною 1 м і завдовжки 1,5 м. Температура розчину у ванні  $t_p = 60$  °С, глибина рівня рідини  $h = 160$  мм. Температура повітря в приміщенні  $t_s = 20$  °С. Швидкість руху повітря  $V = 0,2$  м/с.

**Розв’язання.** Значення  $a$ ,  $h$ ,  $\kappa$ , і  $S$  вибираємо з таблиць. У нашому випадку  $h = 160$  мм,  $a = 350$ ,  $\kappa = 1,2$ ;  $S = 1,51$ ;  $k = 0,85$ . У процесі знежирення виділяються випаровування води і лугів. З метою припинення їх поширення необхідна кількість повітря, що видаляється зазвичай двохбортним відсмоктувачем, визначається за формулою (20):  $L = 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1 \sqrt[3]{6,0 - 20} \times \times 3600 = 3260$  м<sup>3</sup>/год. У випадку застосування бортового відсмоктувача зі здувом кількість вентиляційного повітря згідно з (21)

$$L^{cd} = 1800 \cdot 0,85 \cdot 1,0^2 \cdot 1,5 = 2300 \text{ м}^3/\text{г}.$$

Таким чином, при переході на вентиляцію із здувом об’єм вентиляції скоротиться майже в 1,5 разу, але не слід забувати, що бортові відсмоктувачі зі здувом рекомендується застосовувати при роботі з одного боку ванни і за умови тривалого знаходження в ній оброблюваної деталі, а також за відсутності частин, що виступають, над поверхнею рідини.



### **Контрольні запитання**

1. Визначення загально-обмінної вентиляції.
2. Визначення необхідного повітрообміну при надлишку тепла.
3. Визначення необхідного повітрообміну при надлишку вологи.
4. Визначення необхідного повітрообміну при наявності шкідливих речовин.
5. Пристрої для місцевої вентиляції.
6. Надати характеристику бортовим відсмоктувачам.
7. Надати характеристику витяжним панелям.
8. Привести основні вимоги до вентиляційних пристроїв.

### Список джерел інформації

1. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. – Наказ МОЗ України від 19.06.96.
2. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинний з 01.01.2014.
3. Основи охорони праці : навч. посібник / за ред. проф. В. В. Березуцького. – Харків : Факт, 2005. – 480 с.
4. Средства защиты в машиностроении: Расчет и проектирование : Справочник / С. В. Белов, А. Ф. Козьяков, О. Ф. Партолин и др. ; под ред. С. В. Белова. – Москва : Машиностроение, 1989. – 368 с.
5. Безопасность труда на производстве: исследования и испытания : справ. пособие / под. ред. Б. М. Злобинского. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Металлургия, 1976. – 400 с.
6. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям ; под ред. М. О. Штейнберга – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1992. – 672 с: ил.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання практичної роботи  
«РОЗРАХУНКИ ЗАГАЛЬНО-ОБМІННОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА ПРИСТРОЇВ  
МІСЦЕВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ  
МАШИНОБУДУВАННЯ»  
з дисципліни «Безпека виробничих процесів і устаткування»  
для студентів за спеціальністю «Цивільна безпека»  
денної і заочної форм навчання

Укладачі: МЕЗЕНЦЕВА Ірина Олександрівна  
ОСМАНОВА Ольга Вікторівна

Відповідальний за випуск проф. Березуцький В. В.  
Роботу до видання рекомендувала проф. Райко В.Ф.  
Редактор М. П. Єфремова

План 2021 р., поз. 28

Підп. до друку \_\_\_\_\_ р. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.

Riso-друк. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. \_\_\_\_\_.

Наклад 50 прим. Зам. № \_\_\_\_\_. Ціна договірна.

---

Видавець Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

61002, Харків, вул. Кирпичова, 2

---