

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## **ВЕНТИЛЯЦІЯ ФАРБУВАЛЬНИХ ЦЕХІВ**

Методичні вказівки  
до виконання курсового проєкту  
«Вентиляція та кондиціонування повітря промислових будівель»  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітня програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

Київ 2025

УДК 697.9

B29

Укладачі: В. П. Корбут, д-р техн. наук, професор;  
С. Г. Рибачов канд. техн. наук, доцент

Рецензент В.О. Мілейковський, д-р техн. наук, професор

Відповідальний за випуск К. М. Предун, д-р екон. наук,  
професор

*Затверджено на засіданні кафедри теплогазопостачання і  
вентиляції, протокол № 7 від 11 листопада 2024 року.*

В авторській редакції.

**Вентиляція** фарбувальних цехів [Електронне видання]:  
B29 методичні вказівки до виконання курсового проєкту «Вентиляція та  
кондиціонування повітря промислових будівель» / уклад.: В. П. Корбут,  
С. Г. Рибачов. – Київ : КНУБА, 2025. – 48 с.

Містить матеріали для виконання курсового проєкту  
«Вентиляція та кондиціонування повітря промислових будівель».

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня  
вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітньої програми «Теплогазопостачання і вентиляція».

© КНУБА 2024

## З М І С Т

Загальні положення.....	4
Розділ I. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ОПАЛЕННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ ФАРБУВАЛЬНИХ ЦЕХІВ.....	5
1.1. Об'ємно-планувальні рішення приміщень та основне обладнання фарбувальних цехів.....	5
1.2. Нормативні умови повітряного середовища у приміщеннях.....	10
1.3. Визначення кількості шкідливих речовин, що потрапляють в повітря приміщень під час технологічних процесів.....	11
1.4. Системи опалення.....	15
1.5. Системи загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції.....	15
1.6. Місцеві системи вентиляції.....	17
1.7. Конструктивні особливості систем вентиляції.....	18
Розділ II. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ І РОЗРАХУНКИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	19
2.1. Камери для фарбування дрібних виробів.....	19
2.2. Камери для фарбування виробів середнього розміру з горизонтальним рухом повітря.....	27
2.3. Камери для фарбування виробів великих розмірів з вертикальним рухом повітря.....	28
2.4. Безкамерне фарбування на стенді.....	30
2.5. Камери електростатичного фарбування.....	32
2.6. Установки фарбування струминним омиванням заготовок.....	33
2.7. Установки фарбування електроосадженням.....	35
2.8. Сушильні камери.....	35
Розділ III. ОЧИЩЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ВИКИДІВ.....	38
Розділ IV. ВИБУХОПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ПІД ЧАС ФАРБУВАЛЬНИХ РОБІТ.....	42
Розділ VI. ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ.....	44
Сисок літератури.....	46

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Фарбувальні матеріали займають особливе місце в сучасних галузях промисловості, що відрізняються багатокomпонентною структурою та фізико-хімічним складом. Такі матеріали використовуються в рідинному, або порошкоподібному стані, утворюючи захисне покриття виробів різного функціонального призначення.

До складу фарбувальних матеріалів відносять: фарби, емалі, лаки, ґрунтовки, шпаклівки, антисептики. Вихідними компонентами наведених матеріалів є речовини, що утворюють плівки, пігменти, розчинники і різні спеціальні добавки.

До основних фізичних характеристик, що особливо необхідно враховувати вже на початковій стадії розробки проєкту вентиляції відносяться густина, яка може бути менше одиниці (лаки, розчинники) та більше одиниці (фарби, емалі, ґрунтовки), а також показники, при яких відбуваються самозаймання і вибуховість. Ці показники, як і інші необхідно розглядати в комплексі з розподілом (циркуляцією) повітряних потоків в цеху.

На всіх етапах фарбування технологічні процеси супроводжуються виділенням у повітря шкідливих речовин у вигляді парів розчинників, твердих часток пігменту, крапель легких компонентів, що відносяться до трьох класів небезпеки. Тому фарбувальні роботи характеризуються як токсикологічні так і вибухонебезпечні.

Під час розробки проєкту вентиляції визначається:

- кількість і склад токсичних речовин, що надходять у приміщення в процесі фарбувальних робіт;
- конструктивні рішення і продуктивність систем локалізуючої місцевої вентиляції в залежності від технологічних процесів;
- системи повітророзподілення, зони і схеми подачі повітря, тип припливних струмин з обґрунтуванням конструктивних особливостей і ефективності;
- необхідний повітрообмін;
- видалення повітря загальнообмінної вентиляції із зон з підвищеними концентраціями шкідливостей;
- параметри і обробка припливного повітря (нагрів, охолодження, осушення, зволоження, очищення);
- обґрунтування і вибір обладнання для систем місцевої і загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції.

Ці питання необхідно розглядати з врахуванням особливостей формування вентиляційних течій і розподілення шкідливостей в об'ємі приміщення при витримуванні основного принципу вентиляції – локалізація шкідливостей в місцях їх утворення.

# Розділ I. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ОПАЛЕННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ ФАРБУВАЛЬНИХ ЦЕХІВ

## 1.1. Об'ємно-планувальні рішення приміщень та основне обладнання фарбувальних цехів

Вибір об'ємно-планувальних та конструктивних рішень будівель проводиться згідно ДБН та інших нормативних документів, які можуть бути доповнені наступними рекомендаціями [1 - 5].

Сучасні процеси фарбування, сушки з застосуванням автоматизованого обладнання з високим ступенем використання пару, стиснутого повітря та електроенергії потребують підвищену безпеку фарбувальних цехів. Тому такого класу підприємства потребують окремих вогнестійких будівель, або приміщень з категорією В по пожежній безпеці і не нижче II ступеня вогнестійкості. В таких спорудах, як правило, застосовуються уніфіковані прольоти, наприклад, для одноповерхових будинків – з сіткою колони 18×12, 24×12, 30×12 і висотою несучої конструкції ферми 7.2 м, а висота поверху не менше 5,4 м з площею віконних отворів мінімум 0,5 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> приміщення. За таких умов важливо ефективно розташовувати технологічні лінії в просторі, координуючи їх роботу з комплексом фарбування виробів.

Для багатоповерхових будівель, сітка колон 6×6, 6×9, 6×12 при висоті поверху не нижче 6 м, при чому фарбувальне виробництво розміщується на верхніх поверхах згідно з нормативними вимогами.

На рис. 1.1 наведено приклади розташування технологічного обладнання при різних методах організації робіт:

- а) відділення підготовки та обезжирення поверхні.
  - б) відділення фарбування.
  - в) відділення сушки.
- а) відділення підготовки та обезжирення поверхні.

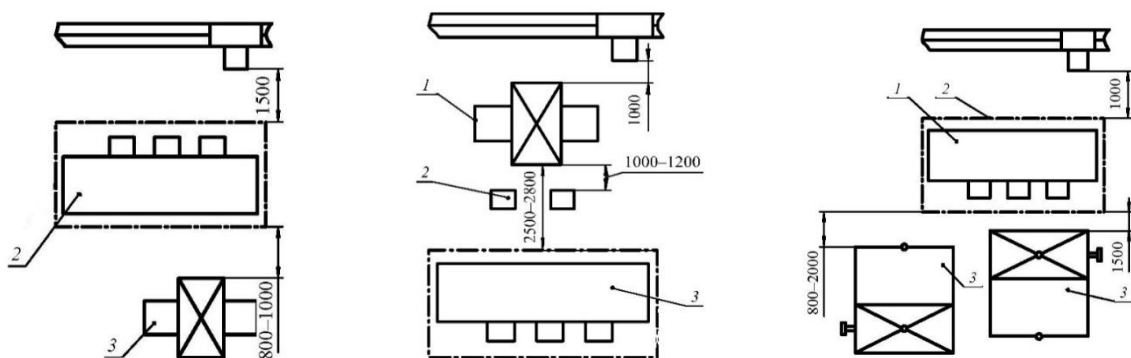
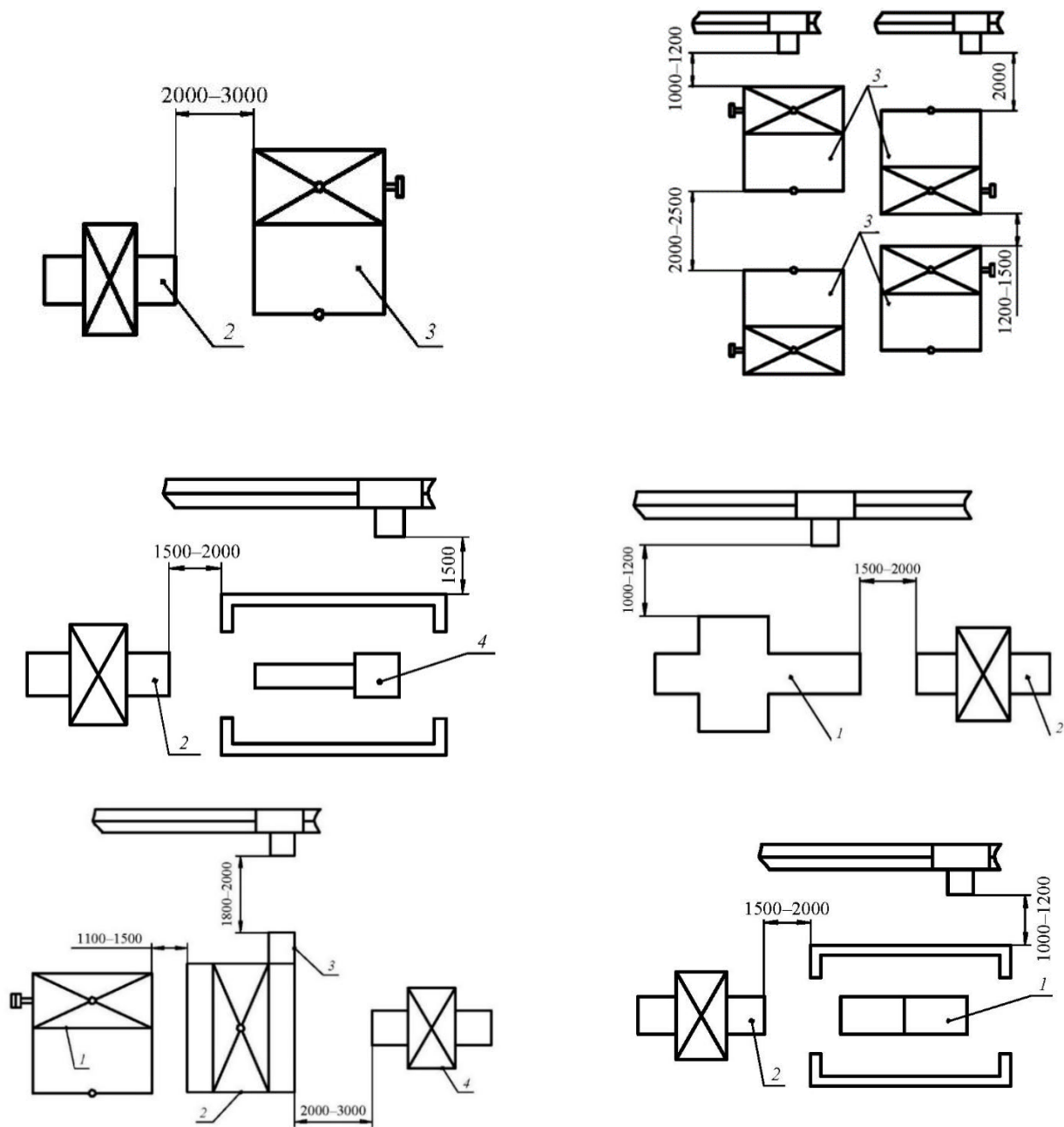


Рис. 1.1. Варіанти компоновки обладнання фарбувальних цехів:

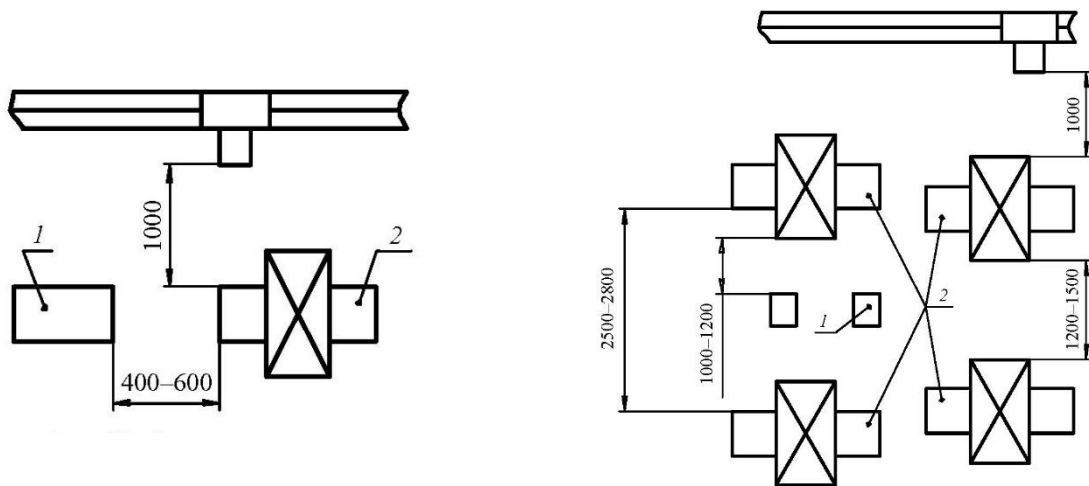
- 1 – у станковка охолодження; 2 – сушильна камера; 3 – камера розпилювання;
- 4 – камера охолодження (див також с. 6, с. 7)

б) відділення фарбування



Продовження. Рис. 1.1

в) відділення сушки



Закінчення. Рис. 1.1

У наведених схемах передбачається розміщення обладнання та їх обслуговування таких розмірів:

Ширина робочої зони - 0,8-1,0 м;

Ширина проходу - 1.5 м;

Ширина проїзду для транспортних засобів - 2,0 м;

Розрив між отворами камери розпилювання та камери сушіння - 2,0 м.

Фарбувальна промисловість передбачає виробництво:

- синтетичних смол на базі синтезу плівкоутворюючих речовин та різних модифікуючих добавок;

- фарб на основі полімеризаційних, нітроцелюлозній та поліконденсаційних смол;

- широкого асортименту ґрунтовок, емалей на конденсаційних та поліконденсаційних смолах;

- водно-дисперсійних матеріалів;

- порошкових фарб та порошкових лакофарбових матеріалів;

Технологія фарбування передбачає три основні етапи:

1. Підготовчий. Включає операції по ґрунтуванню, шпаклюванню, шліфуванню та інше. Наприклад на СТО додатково виконуються знежирювання, видалення корозії та старої фарб, герметизація зварювальних швів, нанесення шумозахисних мастик, підбір кольору емалі, аерографія.

2. Фарбування внутрішніх і зовнішніх поверхонь, повне або часткове, застосовуючи при цьому необхідний спосіб фарбування.

3. Сушка фарбувальних поверхонь, інколи після цього виконується полірування.

Як правило, технологічна схема формується залежно від конкретних задач виробництва (рис. 1.2, 1.3).

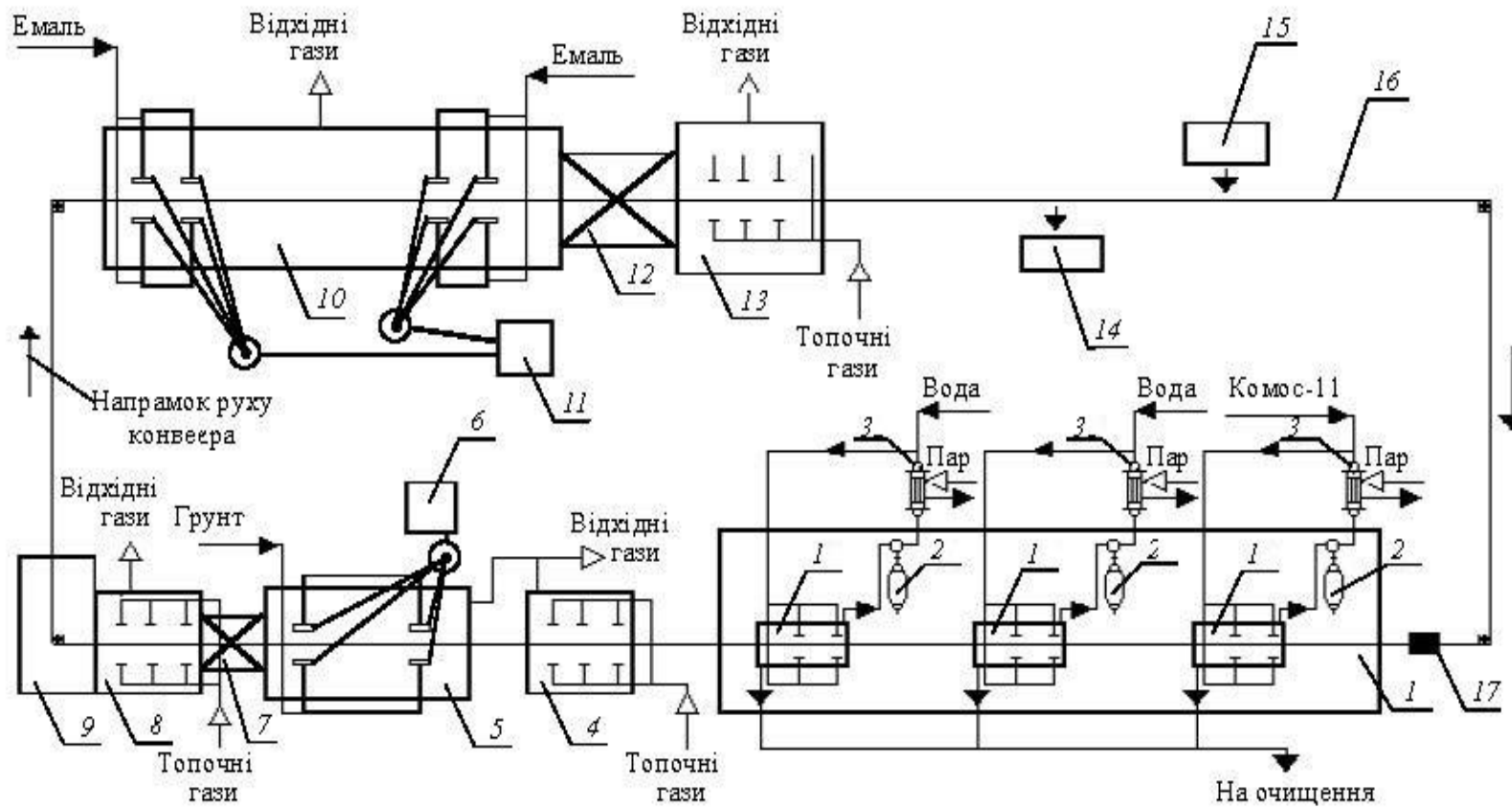


Рис. 1.2. Принципова технологічна схема лінії фарбування:

- 1 – агрегат підготовки поверхні; 1 – ванни; 2 – насоси; 3 – теплообмінники; 4, 8, 13 – сушильні камери;  
 5, 10 – фарбувальні камери; 6, 11 – джерела високої напруги з розподільним пристроєм; 7, 12 – шлюзи; 9 – тамбур;  
 14 – зона знімання виробу; 15 – зона навішування виробу; 16 – конвеєр; 17 – навішування виробу

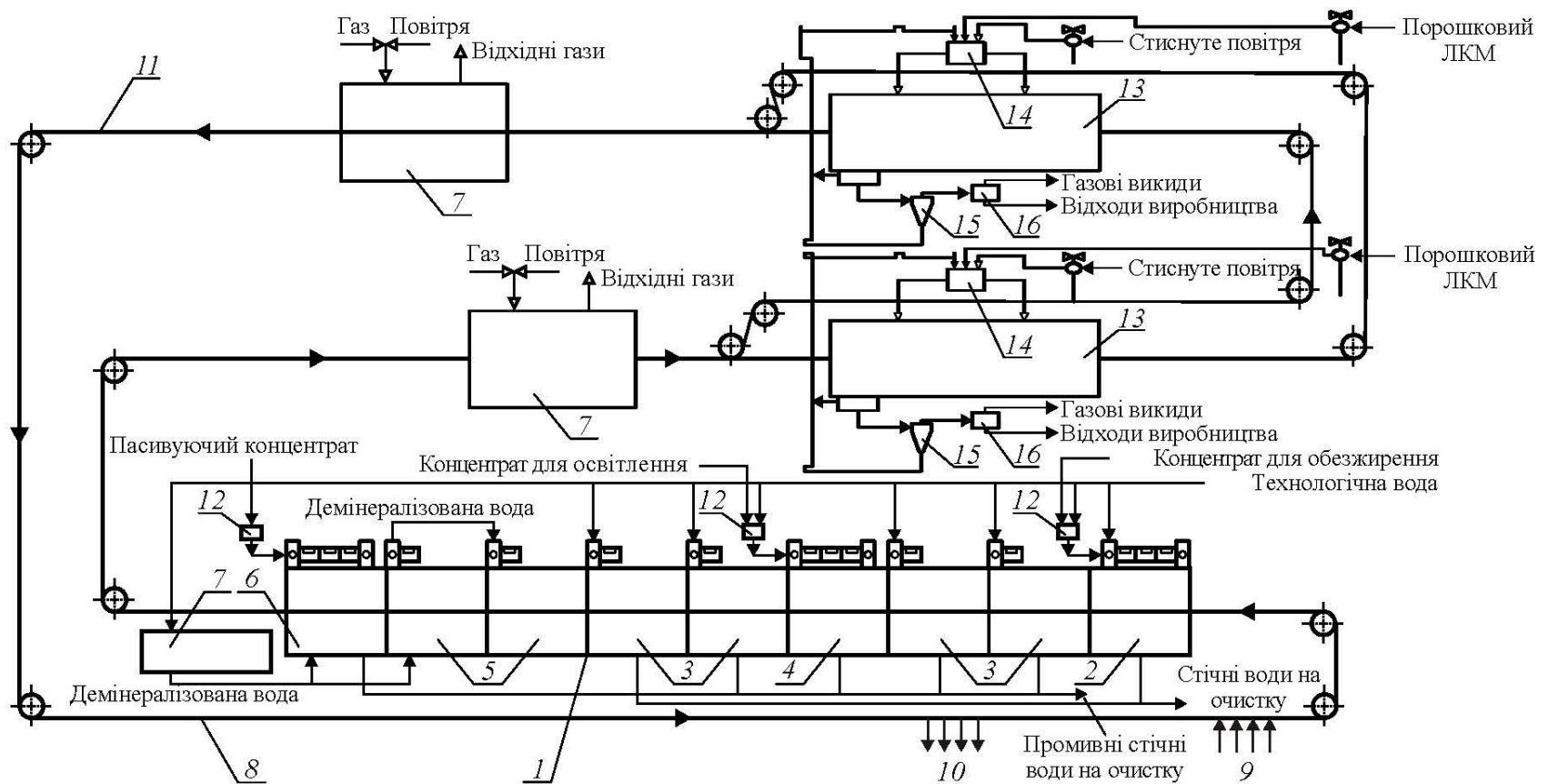


Рис. 1.3 Технологічна схема отримання покриттів із порошкових лакофарбових матеріалів:

1 – агрегат підготовки поверхні; 2 – зона знежирення; 3 – зона промивки; 4 – зона травлення; 5 – зона пасивування; 6 – установка демінералізації води; 7 – сушильна камера; 8 – підвісний конвеєр; 9 – зона навішування; 10 – зона знімання; 11 – ділянка охолодження; 12 – змішувач; 13 – автоматична камера нанесення порошку; 14 – ємність для порошкового лакофарбового матеріалу; 15 – циклон; 16 – електрофільтр

## 1.2. Нормативні умови повітряного середовища у приміщеннях

Фарбувальні приміщення відрізняються характерними забрудненнями повітряного середовища, що супроводжуються токсичністю і вибухонебезпечністю.

Для забезпечення нормативних показників повітря необхідно враховувати:

- Категорію вибухо- та пожежонебезпечного виробництва;
- Групу небезпечних речовин, що виділяються в процесі виробництва в повітря приміщення;
- Ступінь вогнестійкості будівлі;
- Температуру нагрітих поверхонь для виконання умов безпеки і гігієни.

Тому з метою запобігання шкідливих утворень в повітрі приміщень такого класу застосовується примусова припливно-витяжна вентиляція.

Повітрообмін в приміщенні розраховується виходячи з умов зменшення небезпечних виділень парів розчинників до гранично допустимих концентрацій нормами проєктування (табл 1.1).

Таблиця 1.1

### Гранично допустимі концентрації речовин

Назва речовини	Гранично допустимі концентрації мг/м <sup>3</sup> в повітрі виробничих приміщень	Клас безпеки
Ацетон	200	4
Амміак	20	4
Бутилацетат	200	4
Бутанол	10	3
Метилетилкетон	200	3
Пропанол	200	3
Скідар	300	4
Сольвент	100	4
Стирол	5	2
Толуол	50	4
Толуїлендіізоціанат	0,5	2
Трихлоретилен	10	3
Уайт-спирт	300	4
Фенол	5	2
Формальдегід	0,5	3
Циклогексанон	10	3
Етанол	1000	4
Етилацетат	200	4
Етилцеллозольв	200	4
Пил фарби, що не містить свинцевих з'єднань	5	3
Свинець та його неорганічні сполуки	0,01	1

Оскільки робота в цехах фарбування відноситься до категорії середньої важкості (надлишки явного тепла до 23 Вт/м<sup>3</sup>), та відповідно до санітарних норм показники внутрішнього повітря на робочих місцях приведені в табл. 1.2

Таблиця 1.2

**Допустимі температури, відносна вологість та швидкість руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень фарбувальних цехів.**

Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря м/с
Холодний	15-20	Не більше 75	Не більше 0,5
Теплий	Не більше ніж на 3°С вище за температуру зовнішнього повітря (розрахункові параметри), але не більше 28°С	При $t_{ext}=28^{\circ}\text{C}$ $\varphi \leq 55$ при $t_{ext}=27^{\circ}\text{C}$ $\varphi \leq 60$ при $t_{ext}=26^{\circ}\text{C}$ $\varphi \leq 65$ при $t_{ext}=25^{\circ}\text{C}$ $\varphi \leq 70$ при $t_{ext}=24^{\circ}\text{C}$ $\varphi \leq 75$	до 0,7

Поza постійними робочими місцями температура повітря допускається:

у холодний період  $t_{wz} = 13 - 20^{\circ}\text{C}$

в теплий період  $t_{wz} < t_{ext} + 3^{\circ}\text{C}$

де  $t_{ext}$  - температура зовнішнього повітря.

**1.3. Визначення кількості шкідливих речовин, що потрапляють в повітря приміщень під час технологічних процесів**

Швидкість виділення парів різних розчинників і розріджувачів в повітря залежить від ряду факторів: фізико-хімічних властивостей лакофарбового матеріалу, витрати та товщини шару, умов внутрішньої температури, відносної вологості та рухливості повітря, розташування фарбувальних поверхонь у просторі та багато іншого.

Велика кількість речовин при випаровуванні та висиханні через 1–3 хв покриваються плівкою, що затримує процес випаровування. тим самим знижуючи швидкість виділення летючих речовин.

При розрахунках загальнообмінної вентиляції цеху необхідно враховувати кількість шкідливих речовин, що виділяються з поверхонь фарбування та висихання.

Кількість парів розчинника, що виділяються в повітря приміщення при фарбуванні та лакуванні поверхонь, визначається за формулою:

$$G = 0,01 \cdot m \cdot G_m \text{ кг/год,} \quad (1.1)$$

де  $m$  - вміст легких розчинників у лакофарбовому матеріалі, %;  
 $G_m$  - витрата лакофарбового матеріалу, кг/год;

$$G_m = A \cdot F \quad (1.2)$$

$A$  - витрата лакофарбового матеріалу на 1 м<sup>2</sup> поверхні, кг/ м<sup>2</sup>;  
 $F$  - площа поверхні, що обробляється за 1 год, м<sup>2</sup>/год.  
 Значення величин  $m$  та  $A$  наведено в таблиці 1.3.

*Таблиця 1.3*

**Витрата лакофарбових матеріалів на покриття виробів одним шаром та вміст у них легких розчинників  $m$**

Матеріал	Спосіб покриття	$A$ , кг/м <sup>2</sup>	$m$ , %
Безбарвний аеролак	Пензлем	0,2	92
Нітрошпаклівка	Те саме	0,1+0,18	10+35
Нітроклеї	Те саме	0,16	5+80
Кольорові аеролаки та емалі	Розпилення	0,16	75
Олійні лаки	Те саме	0,06+0,09	35

Витрата летючих речовин, що виділяються при висиханні фарбованих поверхонь, що знаходяться поза камерами:

$$G = 0,01 \cdot m \cdot G_{щ} \cdot D \text{ кг/год} \quad (1.3)$$

де  $D \cdot f(k)$  - множник, що враховує величину виділень за певний відрізок часу (рис. 1.4);

$k$  - коефіцієнт, що характеризує інтенсивність випаровування розчинника за певних метеорологічних умов висихання.

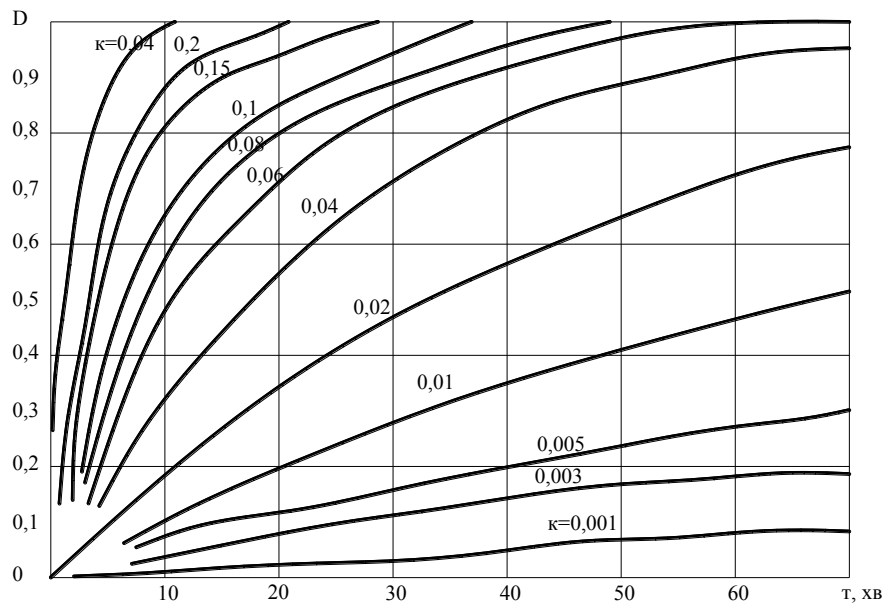


Рис. 1.4. Графік залежності множника  $D$  від часу та коефіцієнта  $k$

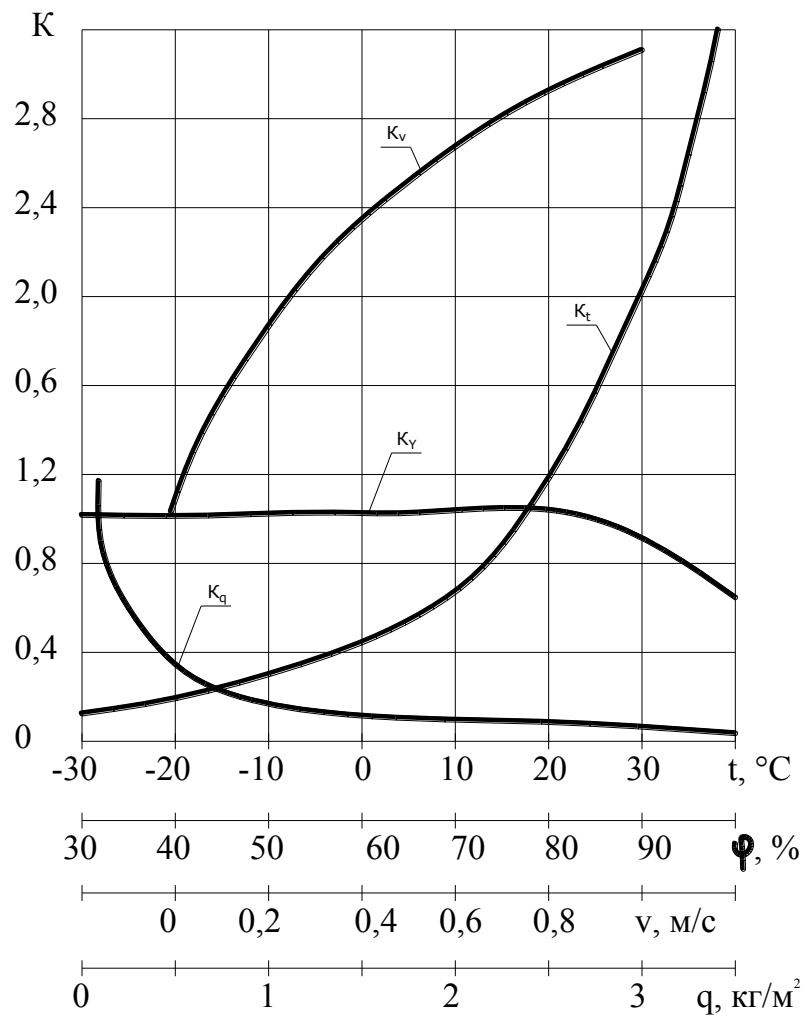


Рис. 1.5. Графік визначення поправочних коефіцієнтів

$$k = k_{20} \cdot k_t \cdot k_y \cdot k_v \cdot k_q \cdot k_r$$

$k_{20}$  - коефіцієнт, що характеризує інтенсивність випаровування летючих речовин у нерухомому повітрі при температурі 20°C, відносній вологості 50 - 70 % та звичайній товщині плівки, нанесеної на вертикальну поверхню (табл. 1.4).

$k_y, k_v, k_q, k_r$  - поправочні коефіцієнти відповідно температуру  $t_{wz}$ , відносної вологості  $\varphi$  швидкості повітря  $v_{wz}$ , товщина шару фарби  $q$ .

$k_t$ - поправочний коефіцієнт на розташування фарбувальних поверхонь у просторі;  $k_r=1$  для вертикальних поверхонь,  $k_r = 0,7$  - для горизонтальних: орієнтованих вгору  $k_r = 1,3$  - для горизонтальних, орієнтованих вниз.

Таблиця 1.4.

**Повітрообміни при фарбувальних роботах та значення коефіцієнта  $k_{20}$**

Лакофарбові матеріали		Питомий повітрообмін, м <sup>3</sup> /кг	Коефіцієнт $k_{20}$
Найменування	Марка		
<b>Грунтування</b>			
Гліфтелеві	ГФ-020	1300	0,10
	138	2500	0,05
Полівінілацетатні	ВЛ-02	19200	0,15
	ВЛ-0,23	15500	0,16
Сополімерополівініл хлоридні	ХС-04	7200	0,05
	Х-010	9500	0,25
Фенольні	ФЛ-03к	3300	0,04
	ФЛ-03ж	4200	0,04
<b>Лаки</b>			
Бакелітові	ЛВС-1	900	0,12
Гліфталеві	4С	7000	0,05
Пентафталеві	ПФ-170	4500	-
<b>Фарби та емалі</b>			
Пентафталеві	ПФ-115	1000	0,1
	ПФ-218	1200	0,04
	ПФ-223	750	0,04
	ПФ-837	8400	0,05
Перхлорвінілові	ХВ-16	10000	0,10
	ХВ-125	9000	0,16
Сополімерополівініл-хлоридні	ХС-510	18500	0,12
	ХС-527	12000	0,20
	ХС-570а	14700	0,20
	ХС-420к	16200	0,20
	ХС-747	6404	-
Епоксидні	ЭП-755	9000	0,11
<b>Шпаклівки</b>			
Епоксидні	ЭП-00-10	3000	0,10

У табл. 1.4 наведено необхідні питомі повітрообміни загальнообмінної вентиляції при фарбувальних роботах або сушці в об'ємі цеху та значення коефіцієнта  $k_{20}$ , отримані експериментально [6, 8] для ґрунтувальних сумішей, лаків, фарб та емалей.

#### 1.4. Системи опалення

Наведені параметри (див. табл. 1.2) під час проєктування забезпечуються вентиляційними системами в контексті з опаленням, яке в приміщеннях може бути водяним, паровими низького тиску або повітряним.

Температура теплоносія не повинна перевищувати 110 °С. У системах з місцевими опалювальними приладами  $t$  теплоносіїв приймається на 20 % менше значення температури самозаймання газів або парів.

Опалювальні прилади повинні бути гладким і легкодоступними для очищення. Не допускається встановлення опалювальних приладів в нішах. Опалення повинно забезпечувати температуру повітря в приміщенні 15-25 °С по табл. 1.2 при відносній вологості  $\varphi \leq 75\%$ .

При повітряному опаленні температура повітря, що подається в робочу зону не повинна перевищувати 30 °С. Рециркуляція не дозволяється.

#### 1.5. Системи загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції

Приміщення фарбувальних цехів та ділянок обладнуються механічною припливно-витяжною вентиляцією. Видалення повітря передбачається в основному за рахунок дії місцевих відсмоктувачів від обладнання. Конструктивні рішення місцевої витяжної вентиляції, що залежать від виду технологічного процесу, типу виробів тощо, наводяться у розділі 2.

Розрахунковий загальний повітрообмін у приміщеннях визначається сумарною витратою повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами та не компенсованого припливом безпосередньо в фарбувальні камери та технологічні установки. Цей повітрообмін перевіряється на асиміляцію тепла і вологи, а також шкідливих речовин, що виділяються при лакофарбових процесах поза камерами або при сушінні виробів.

Кількість повітря, необхідного для видалення парів різних розчинників і розріджувачів визначається за формулою:

$$G_{\text{пов}} = G_{\text{шк}} / (K_2 - K_1) \quad (1.4)$$

де  $G_{\text{шк}}$  - кількість парів розчинників, що виділяються, кг/год;  $K_2$  - граничний вміст розчинників у повітрі, що видаляється, г/м<sup>3</sup>;  $K_1$  - вміст розчинників у повітрі, г/м<sup>3</sup>.

При виділенні в повітря декількох видів розчинників в загальнообмінну вентиляцію розраховують шляхом додавання об'ємів повітря, необхідних для розведення кожної шкідливості до норми.

Кратність повітрообміну в приміщеннях приготування фарби повинна бути не меншою  $K_p = 10 \text{ год}^{-1}$ . При кратності повітрообміну  $K_p = 5 \text{ год}^{-1}$  в приміщеннях фарбування необхідно додатково до місцевої витяжної вентиляції передбачати видалення повітря в обсязі одноразового повітрообміну з верхньої зони приміщення (на відстані 0,4 м від перекриття), переважно над джерелами тепла (сушильними камерами). Для приміщень заввишки більше 6 м витрата повітря, що видалається, допускається визначати з розрахунку  $6 \text{ м}^3/\text{год}$  год на  $1 \text{ м}^2$  площі підлоги приміщення.

Для забезпечення кратності  $K_p = 10 \text{ год}^{-1}$  у приміщеннях приготування фарби та лабораторії додатковий повітрообмін забезпечується за рахунок витяжки із нижньої зони приміщення.

У деяких випадках, коли великі вироби фарбуються пензлем на непостійних постах, допускається влаштування лише механічної загальнообмінної вентиляції. Кількість повітря, що видалається, необхідно визначати з розрахунку асиміляції шкідливих речовин, що надходять у приміщення, за формулою (1.4). При цьому витяжні пристрої слід розміщувати в нижній зоні приміщення на висоті  $0,5+0,7$  м від рівня підлоги, а за наявності приямків у підлозі, також у і в них.

Необхідно дотримуватися також умови, щоб швидкість руху повітря біля відкритих отворів місцевих відсмоктувачів не перевищувала 75 % від швидкості всмоктування у цих отворах.

Вибір та розрахунок повітророзподільників виконується відповідно до [6, 7]. Припливне повітря рекомендується подавати в приміщення фарбувального цеху повітророзподільниками, що розташованими вище робочої зони. Допустима рухливість повітря в робочій зоні забезпечується при застосуванні перфорованих повітроводів або панелей та плафонів. При фарбуванні виробів у камерах і при поєднанні повітряного опалення з припливною вентиляцією допускається зосереджена подача повітря (наприклад, через пристінні, приколонні повітророзподільники або їх аналоги).

При фарбуванні виробів пульверизаторами в камерах передбачається подача припливного повітря за допомогою підшивної стелі з касетами, що містять фільтрувальні елементи. Обов'язково повинен бути баланс між припливним та видалаючим повітрям.

## 1.6. Місцеві системи вентиляції

Всі процеси фарбування проводяться на певних постах, у спеціальних установках або камерах, обладнаних місцевою витяжною вентиляцією. Причому вироби при ручному фарбуванні повинні знаходитися всередині камери фарбування, а працюючий персонал - зовні. Іноді робоче місце може розміщуватися біля відкритого отвору або всередині камери.

Сухе очищення поверхонь і шліфування лакофарбових покриттів (ручне та механізоване) проводиться на робочих постах, обладнаних місцевими вентиляційними установками з мокрим очищенням повітря в гідрофільтрах.

Знежирення поверхонь органічними розчинниками проводиться для дрібних деталей у витяжних шафах. Столи для знежирення великих деталей необхідно обладнати панелями рівномірного всмоктування з нижнім або верхнім приєднанням до повітропроводу. Розрахункові та конструктивні дані для витяжних шаф наведені в [6 - 9] панелей рівномірного всмоктування в [14, 15].

Знежирення парами хромованих вуглеводнів проводиться у спеціальних герметичних установках, обладнаних технологічною витяжкою.

Фарбування нестандартних великогабаритних виробів як правило виконується методом безповітряного розпилення. При фарбуванні зовнішньої поверхні великогабаритних виробів (цистерни, хімічні колони і т.і.) необхідно влаштовувати витяжну вентиляцію на обмеженій ділянці даного обладнання, де проводиться фарбування. У період фарбування виробів вентиляційна установка переміщується відносно ділянки де виконуються роботи. Об'єми повітря, що відсмоктується, розраховують з умови забезпечення швидкості не менше 1,0 м/сек повітря на робочому місці.

Фарбування ручним способом внутрішніх поверхонь великогабаритних виробів проводиться при обов'язковому влаштуванні в них не менше двох прорізів з протилежних сторін: через 1 проводиться видалення повітря з внутрішнього об'єму, через інший підсмоктується свіже повітря. Обсяг вентиляційного повітря розраховується на розведення парів розчинників у середньому до ГДК з урахуванням односпрямованої дії компонентів. При цьому швидкість припливного повітря в отворі не повинна перевищувати 7,0 м/с. Для ряду фарб величини питомих повітрообмінів наведено в таблиці 1.4. Фарбування слід проводити від витяжного отвору з наступним переміщенням робітника до припливного отвору.

## 1.7. Конструктивні особливості систем вентиляції

При проектуванні систем місцевої та загальнообмінної вентиляції у фарбувальних цехах необхідно враховувати деякі особливості розміщення та встановлення вентиляційного обладнання.

У разі здійснення вентиляції в цеху за допомогою лише однієї постійно діючої місцевої або загальнообмінної системи необхідно передбачати резервний вентилятор, що автоматично вмикається при зупинці робочого вентиляційного агрегату. Вентилятори витяжних систем від фарбувальних ділянок, фарбувального та сушильного обладнання слід застосовувати у вибухобезпечному виконанні.

Все вентиляційне обладнання за винятком систем, змонтованих на технологічному обладнанні, повинно розміщуватися у вентиляційних камерах. При цьому не допускається встановлювати в одній камері вентилятори припливних та витяжних систем, а також витяжні вентилятори, які обслуговують інші виробництва. Припливні вентилятори для фарбувальних цехів можуть бути розміщені в вентиляційних припливних центрах спільно з вентиляційним обладнанням, призначеним для інших виробництв. При цьому припливні системи мають бути забезпечені автоматичними зворотними клапанами, що встановлюються на нагнітальних повітроводах у межах вентиляційної камери.

Місцеві відсмоктувачі від фарбувальних камер, ванн занурення, сушильних камер поєднувати між собою загальною витяжною системою не дозволяється. Також не допускається застосовувати загальну вентиляційну систему в відділеннях фарбування та підготовки фарби спільно з коморами лакофарбових матеріалів або з іншими виробничими приміщеннями.

Влаштування припливних та витяжних каналів в конструкції підлоги не допускається. Виняток становлять повітропроводи від камер з нижнім відсмоктуванням та установок безкамерного фарбування на ґратах у підлозі.

У цих випадках необхідно проводити очищення повітря, що видаляється в гідрофільтрах, розташованих на вході в канал. Ділянки підлогових каналів при безкамерному фарбуванні повинні бути мінімальної протяжності, а для камер канали повинні виводитися безпосередньо по їх стінках.

Для зручності очищення внутрішньої поверхні витяжних повітроводів від постів фарбування на них влаштовують люки, що щільно закриваються, або передбачають легкороз'ємні повітроводи.

## **Розділ II. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ І РОЗРАХУНКИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ**

### **2.1. Камери для фарбування дрібних виробів**

Під час фарбування виробів у камерах з постійним робочим місцем маляр повинен розташовуватися перед камерою біля відкритого робочого отвору, а факел лакофарбового матеріалу бути направлений у бік повітроприймального внутрішнього отвору (щілини).

Конструкція камер-шаф для фарбування дрібних виробів залежить від способу нанесення лакофарбового матеріалу [14, 15]. Так для кистьового фарбування можуть бути використані витяжні шафи (рис. 2.1, 2.2). При фронті робіт понад 1,0 м (до 2,0 м) рекомендується застосовувати вітринні шафи – укриття з вентиляційним відсмоктувачем спіральної форми (рис. 2.3), що має щілину всмоктування змінного перерізу.

Витяжні шафи наведені на рис. 2.1, 2.2 можуть бути використані і для інших технологічних операцій, що супроводжуються виділенням шкідливих газів або пилу. Об'єм повітря, що видаляється, при цьому повинен визначатися за швидкістю повітря у відкритому отворі відповідно до характеру роботи, що проводиться у шафі та ступенем токсичності шкідливих виділень.

Під час фарбування дрібних виробів зануренням рекомендується застосовувати витяжну шафу, наведену на рис. 2.4.

У розглянутих конструкціях шаф передбачається відсмоктування повітря через щілину біля задньої стінки. Цим досягається рівномірне всмоктування повітря по всьому робочому отвору.

Для фарбування дрібних виробів за допомогою пульверизатора застосовуються вентилязовані камери з сухим та мокрим фарбоочисником (рис. 2.5 – 2.7).

Сухе очищення повітря може бути використане під час роботи фарборозпилювачем малої продуктивності.

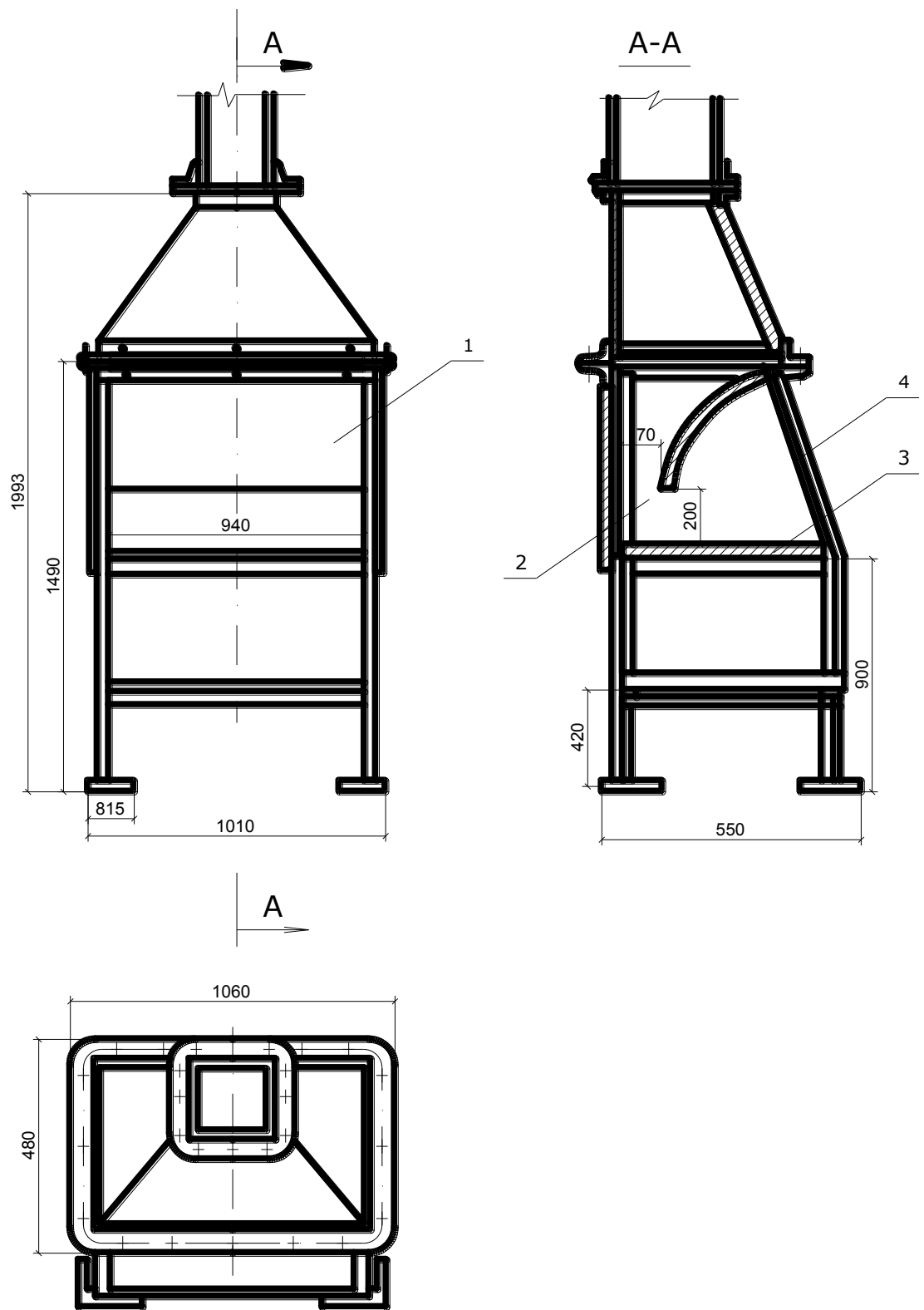


Рис. 2.1. Витяжна шафа для фарбування виробів щіткою:  
 1 – корпус; 2 – повітроприймальна щілина; 3 – робочий стіл; 4 – робочий отвір

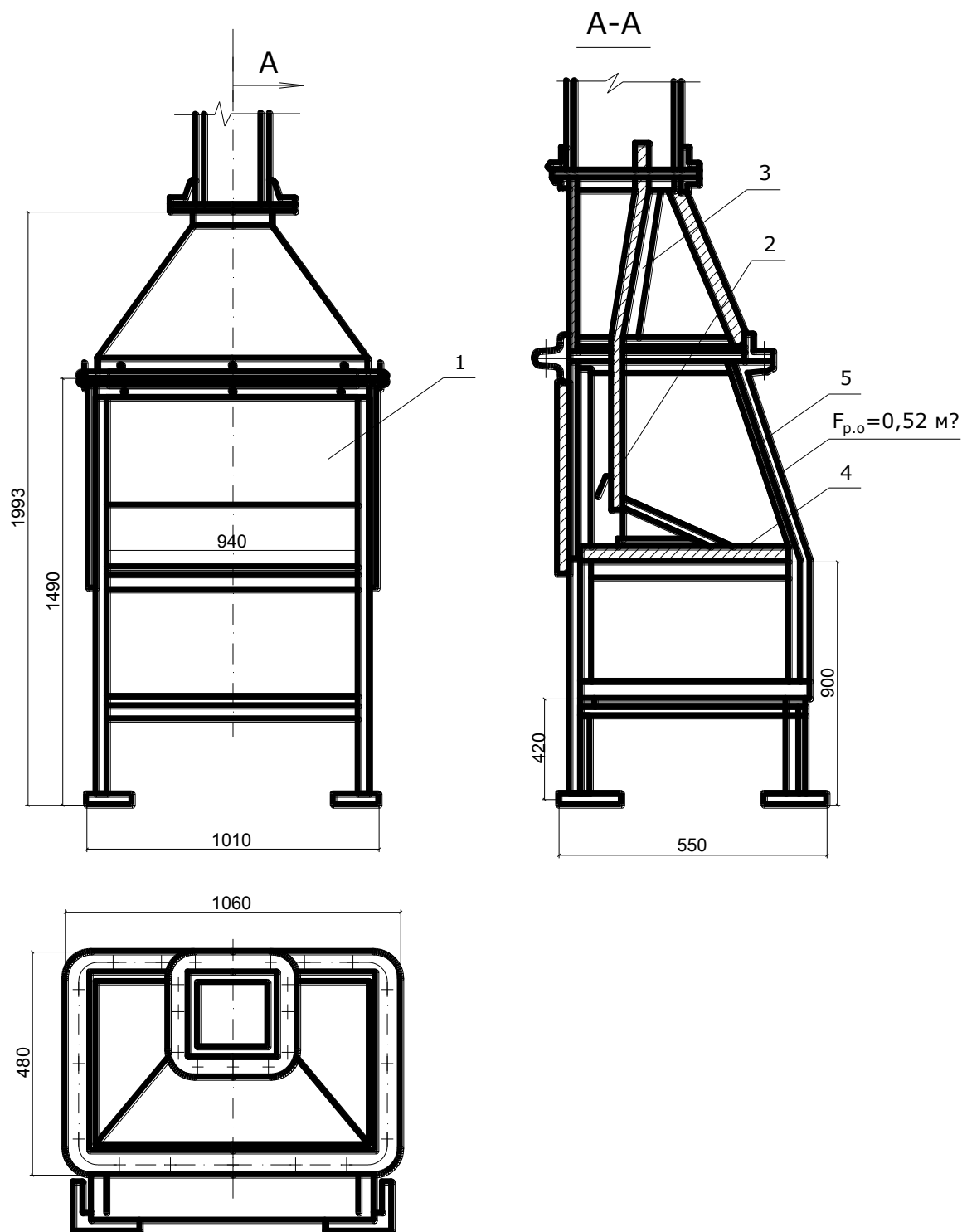


Рис. 2.2. Витяжна шафа з верхнім та нижнім відсмоктуванням повітря під час фарбування виробів:  
 1 – корпус шафи; 2 – нижній витяжний отвір; 3 – верхній витяжний отвір;  
 4 – робочий стіл; 5 – робочий отвір

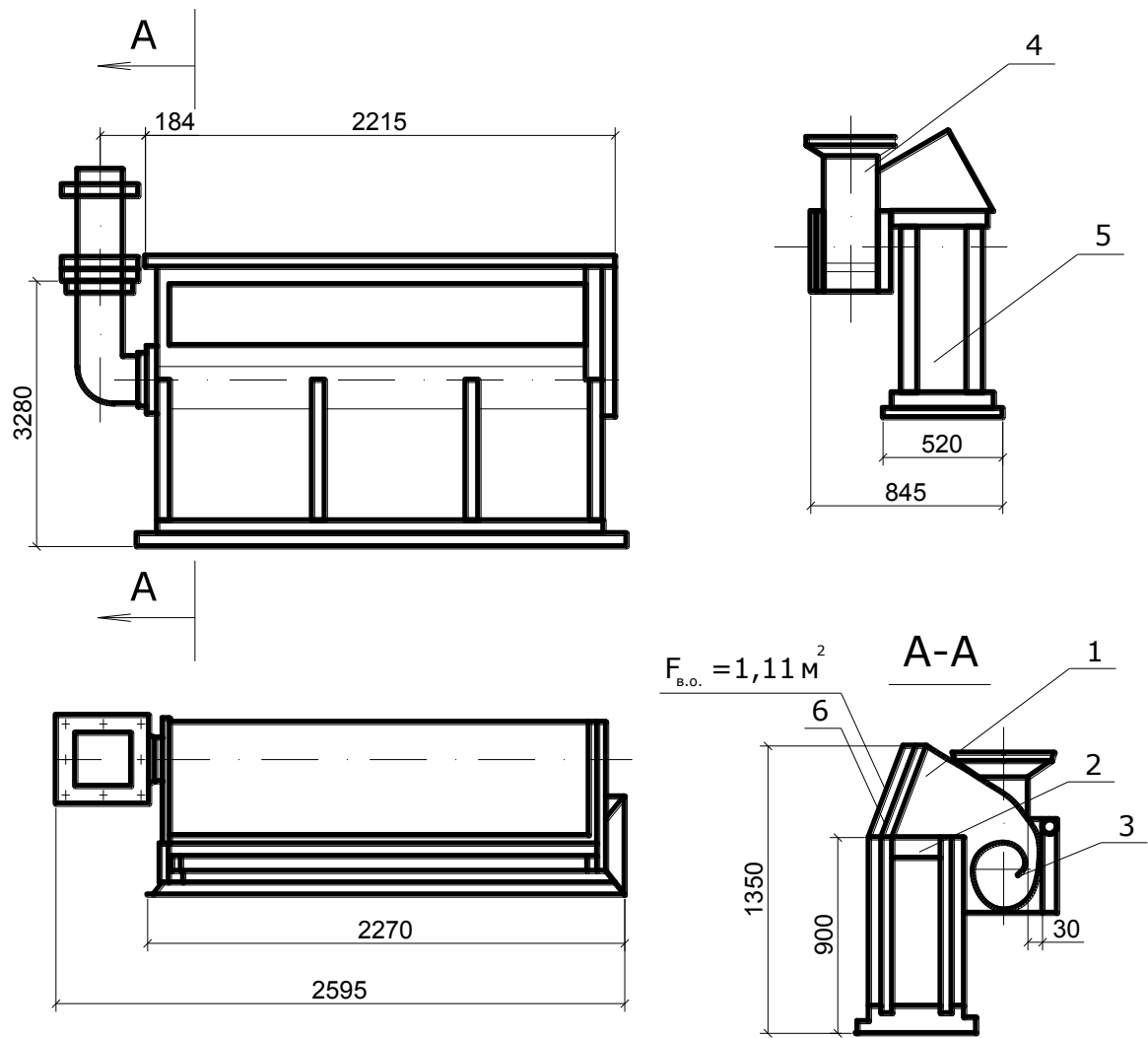


Рис. 2.3. Шафа-укриття для фарбування виробів щіткою з вентиляційним відсмоктувачем спірального типу:  
 1 – корпус шафи; 2 – робочий стіл; 3 – відсмоктувач спірального типу зі змінною шириною щілини; 4 – повітропровід; 5 – підставка; 6 – робочий отвір

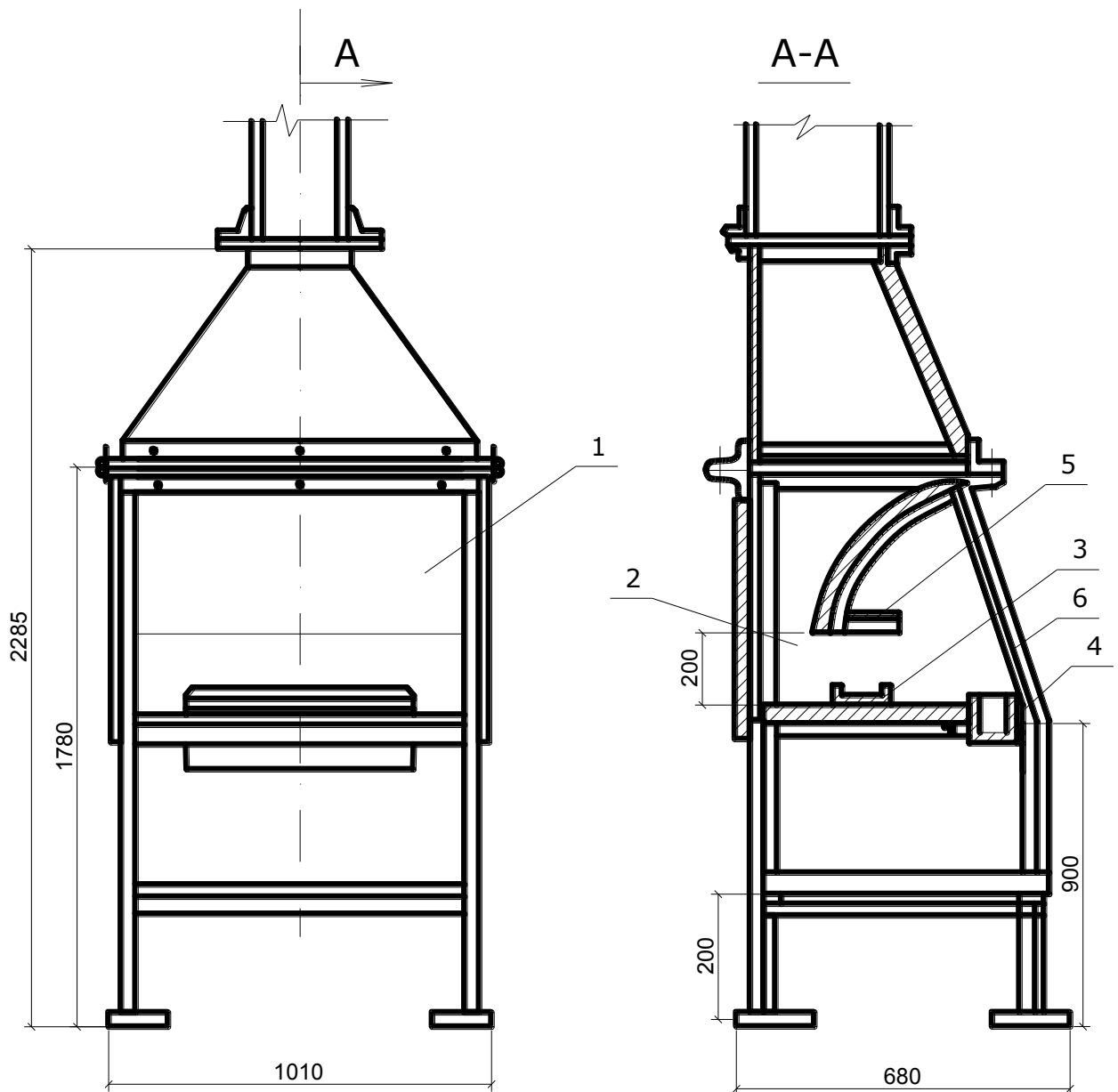


Рис. 2.4. Витяжна шафа для фарбування виробів зануренням:  
 1 – корпус шафи; 2 – повітроприймальна щілина; 3 – піддон;  
 4 – ванна для фарби; 5 – полиця; 6 – робочий отвір

Виріб, що фарбується, встановлюється всередині камери (рис. 2.5) на поворотному столі або підвішується на поворотному гаку. Всмоктуючий отвір розміщено позаду виробу навпроти робочого отвору. Між повітроприймачем і виробом встановлюється решітка для вловлювання розпиленої фарби яка не потрапила на виріб.

З метою додаткового захисту робочої зони від шкідливостей в процесі фарбування біля краю робочого отвору передбачені відбійні щитки. Під решітками встановлено ємність із водою для осідання аерозолі фарби під час руху повітря. В ємність також стікає фарба, що накопичується на

решітках. Подальше очищення витяжного повітря від фарби відбувається в пластинчастому сепараторі встановленому у повітропроводі видаляемого повітря.

Мокре очищення повітря, що видаляється передбачається в камерах обладнаних гідрофільтрами (рис. 2.6, 2.7). Після камери повітря очищується від фарбувального пилу за допомогою води, що розпилюється форсунками.

Вода з частинками фарби надходить у ємність-відстійник, звідки осад по мірі накопичення видаляється в ручну. З чистої частини ємності вода забирається через фільтр і знову подається насосом до форсунок. Для підживлення і підтримки постійного рівня води в ємності використовують централізований водопровід.

Об'єм повітря, що відсмоктується від камер фарбування визначається за розрахунковою середньою швидкістю повітря в робочому отворі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Розрахункові швидкості всмоктування повітря в отворах фарбувальних камер з бічним відсмоктуванням**

Спосіб нанесення фарби	Лакофарбові матеріали, що застосовуються	Швидкість повітря у робочому отворі, м/с
Пензлем, занурення, облив, валиками, вальцями тощо.	Містять ароматичні вуглеводи	1,0
	Не містять ароматичні вуглеводи	0,5
Пневматичне розпилення	Містять діціанати або бензол	1,2
	Містять свинцеві сполуки або ароматичні вуглеводні	1,3
	Не містять свинцеві сполуки або ароматичні вуглеводні	1,0
	Містять диізоціанати, епоксидні та поліретанові сполуки	1,7
Безповітряне розпилення	Містять свинцеві сполуки або ароматичні вуглеводні	0,7
	Не містять свинцеві сполуки або ароматичні вуглеводні	0,6
Електростатичні ручне розпилення	Різні	0,4+0,5

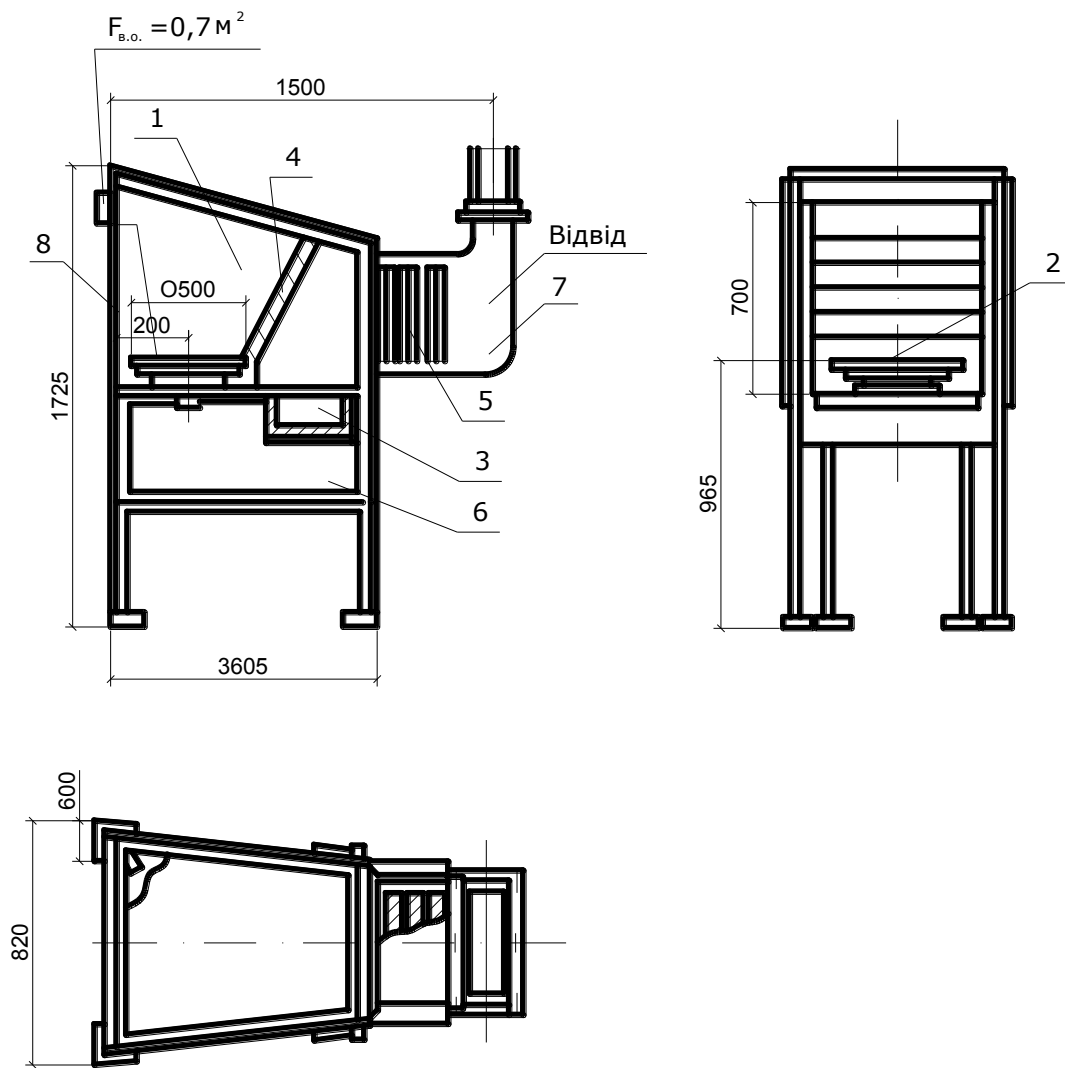


Рис. 2.5. Камера для фарбування дрібних виробів із сухим очищенням повітря:  
 1 – верхня частина камери; 2 – поворотний стіл; 3 – бак для води;  
 4 – ґрати; 5 – сепаратор; 6 – основа; 7 – повітровидаляючий пристрій;  
 8 – робочий отвір

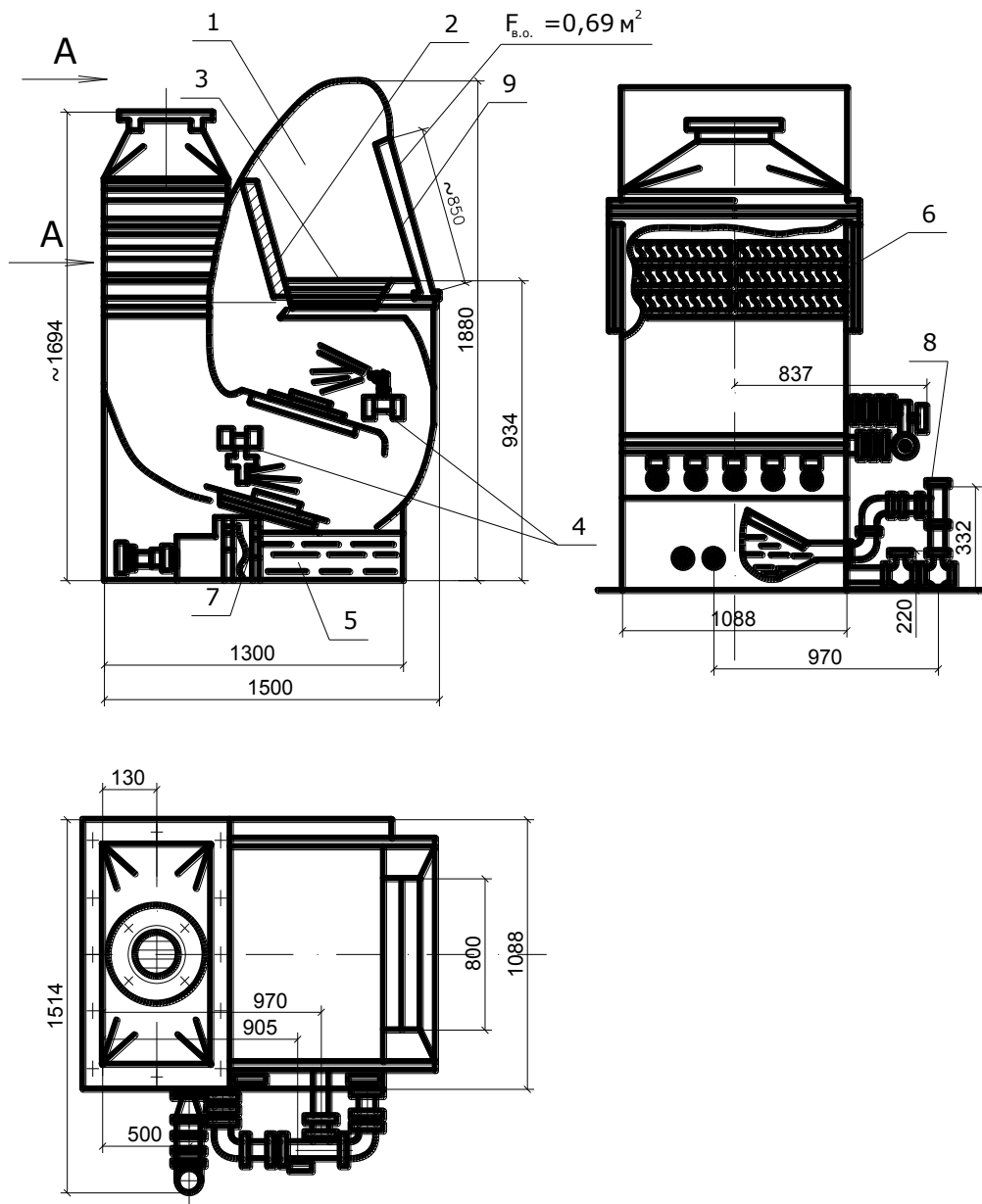


Рис. 2.6. Камера з гідрофільтром для фарбування деталей дрібних габаритів:  
 1 – корпус камери; 2 – решітки; 3 – поворотний стіл; 4 – гідрофільтр  
 (форсунки з водою); 5 – відстійна ванна; 6 – сепаратор; 7 – фільтр з гравієм;  
 8 – зливна арматура; 9 – робочий отвір

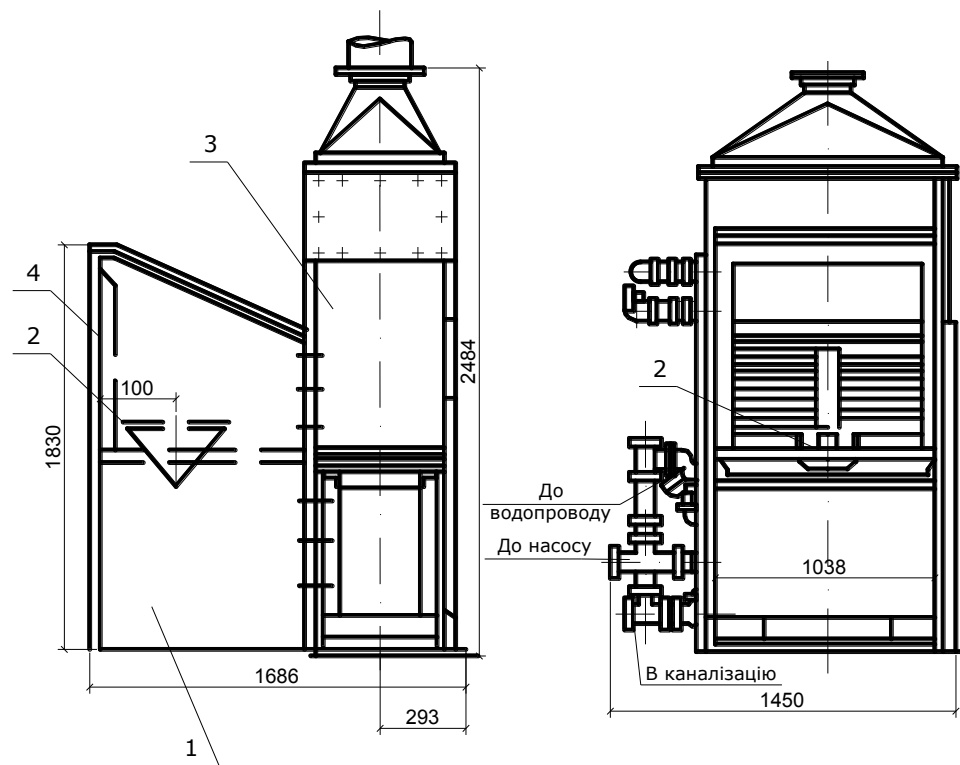


Рис. 2.7. Камера з гідрофільтром для фарбування деталей:

1 – корпус камери; 2 – поворотний стіл; 3 – гідрофільтр; 4 – робочий отвір

## 2.2. Камери для фарбування виробів середнього розміру з горизонтальним рухом повітря

У фарбувальних камерах з бічним відсмоктуванням повітря [7 - 9 ,14, 15], коли робітник знаходиться в зоні робочого отвору, отвори для повітря слід розташовувати як можливо ближче до місць фарбування (за виробом навпроти робочого отвору). Камера складається (рис. 2.8) з корпусу гідрофільтра, витяжного вентиляційного агрегату та насосної групи. Габарити камери визначаються технологією фарбування і габаритами виробу, що фарбується.

Камери можуть бути прохідними та тупиковими. У прохідних камерах передбачається один робітник і два транспортні отвори. Ширина робочого отвору приймається не менше 1600 мм. Верхня відмітка робочого отвору розміщена на 400-600 мм вище виробу, що фарбується. Розміри транспортних прорізів залежать від габаритів виробів, що фарбуються, і приймаються із розрахунку на 100-150 мм більше за розміри заготовки.

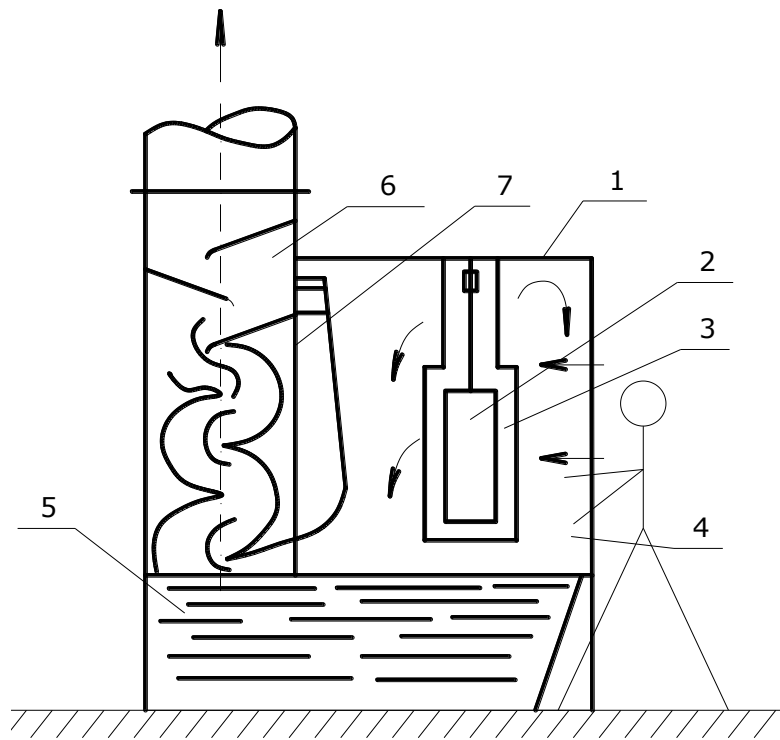


Рис. 2. 8. Камера для фарбування виробів середньої величини з горизонтальним рухом повітря (з бічним відсмоктуванням):

- 1 – корпус камери; 2 – заготовка для фарбування; 3 – транспортний отвір;  
4 – робочий отвір; 5 – відстійна ванна; 6 – гідрофільтр;  
7 – екран для водяної плівки

У тупикових камерах передбачається один отвір з мінімальними розмірами 1600 x 1600 мм.

Як правило, безпосередньо до камери припливне повітря не подається. Об'єм повітря, що видаляється з камери, визначається за середніми швидкостями всмоктування повітря у відкритому робочому та транспортних отворах з урахуванням методу нанесення та складу застосовуваного лакофарбового матеріалу (див. табл 2.1).

Видалення повітря з камер здійснюється через гідрофільтр з отвором прийому повітря, що розташовується напроти робочого отвору на висоті 700 - 800 мм від відмітки підлоги. Стінка камери над отвором повітря зрошується водою, утворюючи "водяний екран".

### **2.3. Камери для фарбування виробів великих розмірів з вертикальним рухом повітря**

Камера з нижнім відсмоктуванням повітря [7 - 9 ,14, 15] складається (рис. 2.9) з корпусу, витяжної решітки, гідрофільтру, водовідстійника та припливного повітропроводу. При переміщенні робітника по площі камери

між її стінками і виробом повинні передбачатися проходи шириною не менше 1,2 м.

Забруднене повітря видаляється через витяжну решітку біля підлоги, яка має площу підлоги камери. Розміри решітки виконуються за конфігурацією виробу. По можливості вона не повинна бути більшою за габаритні розміри виробів. Швидкість повітря, що видаляється, в живому перерізі решітки приймається в межах 2-6 м/с.

Виріб встановлюється на такій висоті від ґрат, щоб швидкість підтікання повітря була не більше швидкості на решітці. Об'єм повітря, що видаляється для камер з нижнім відсмоктуванням визначається виходячи з питомої витрати повітря на 1 м<sup>2</sup> площі підлоги камери з урахуванням методу фарбування і складу лакофарбового матеріалу (табл. 2.2).

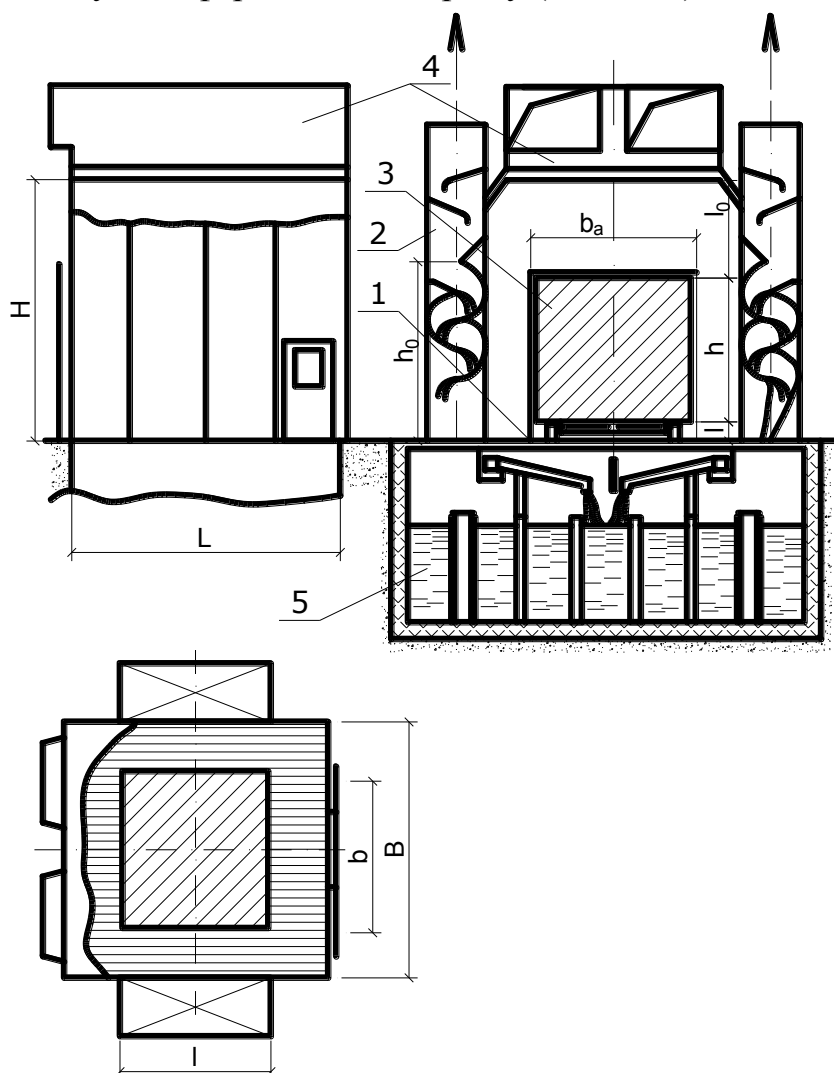


Рис. 2.9. Камера для фарбування великих виробів із вертикальним рухом повітря з нижнім відсмоктуванням:

- 1 – решітка; 2 – витяжний повітропровід; 3 – робочий отвір; 4 – припливний повітропровід; 5 – ванна

**Розрахункові питомі витрати повітря для камер  
з нижнім відсмоктуванням, м<sup>3</sup>/год на м<sup>2</sup>**

Спосіб нанесення матеріалу	Лакофарбові матеріали, що застосовуються	
	Містять свинцеві сполуки або ароматичні вуглеводні	Не містять свинцевих сполук або ароматичних вуглеводнів
Пневматичне розпилення	2200	1800
Безповітряне розпилення	1500	1200

Припливне повітря в камеру подається рівномірно по всій площі стелі через шар фільтруючого матеріалу, що сприяє рівномірності розподілу повітря і практично виключає циркуляцію повітря в камері.

В якості фільтруючого матеріалу використовується скловолокно, укладене в спеціальні касети товщиною 20 мм, що мають аеродинамічний опір 50-60 Па при питомій витраті повітря 200 м<sup>3</sup>/год на 1 % шару. Також можуть бути використані фільтри аналогічного типу, що випускаються промисловістю.

#### 2.4. Безкамерне фарбування на стенді

Фарбування виробів висотою до 2 м, для яких неможливо передбачити влаштування камер, проводиться на стендах, обладнаних витяжкою через решітки в підлозі [7 – 9,14, 15]. Стенд безкамерного фарбування включає (рис. 2.10) витяжну решітку в конструкції підлоги, простір за решіткою та гідрофільтр.

Решітка в підлозі повинна перевищувати габарити фарбованих виробів по 300 мм з кожного боку, при цьому менша сторона решітки повинна в 1,35 рази перевищувати висоту виробу, що фарбується. При спеціально обґрунтованому припущенні безкамерного фарбування виробів висотою понад 2,0 м застосовуються екрани вільного периметру решітки підлоги висотою на 0,5 м більше висоти виробу.

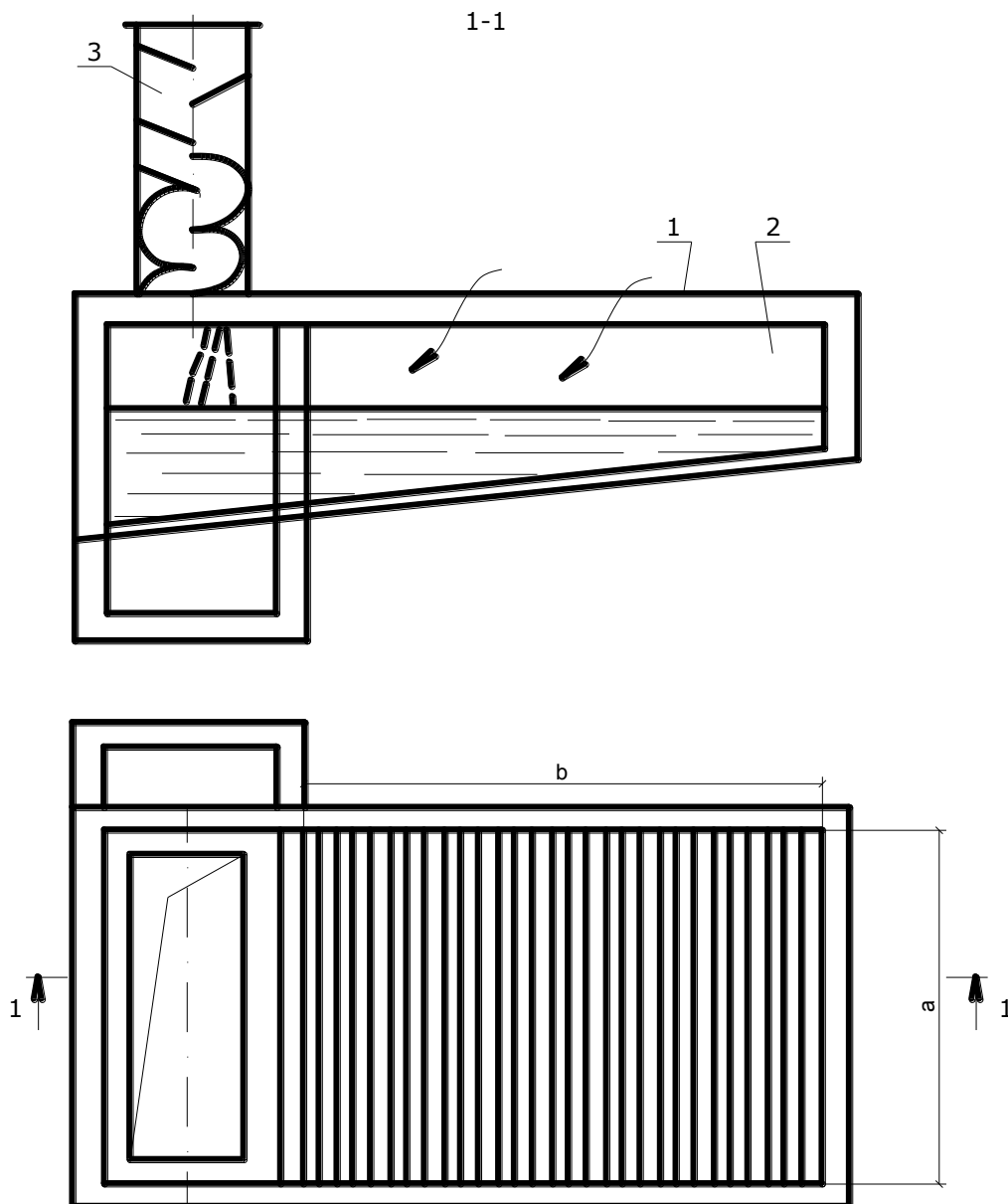


Рис. 2.10. Стенд безкамерного фарбування:  
 1 – ватажні решітки; 2 – простір під решіткою; 3 – гідрофільтр

Об'єм повітря, що рівномірно видаляється через підлогову решітку визначається за величиною питомої витрати  $\text{м}^3/\text{год}$  на  $1 \text{ м}^2$  габаритної площі решітки (табл. 2.3.)

Простір під решіткою виконується прохідним або напівпрохідним за розмірами решітки підлоги з ухилом дна в бік гідрофільтра. Розташування і положення гідрофільтра має забезпечувати зручні умови його експлуатації.

**Розрахункові питомі витрати повітря для безкамерного фарбування на стендах, м<sup>3</sup>/год на м<sup>2</sup>**

Спосіб нанесення матеріалу	Лакофарбові матеріалами, що застосовуються	
	Містять ароматичні вуглеводні	Не містять ароматичних вуглеводнів
Пневматичне розпилення	2500	2200
Безповітряне розпилення	1700	1350
Гідроелектростатичне	1100	900
Пневмоелектростатичне	900	900

### 2.5. Камери електростатичного фарбування

Фарбування в електричному полі високої напруги базується на утворенні різнополюсних зарядів; негативного - на розпилюваному лакофарбовому матеріалі і позитивному - на виробах, що фарбуються. Спосіб дозволяє фарбувати як металеві так і дерев'яні вироби.

Для локалізації виділень парів розчинників фарб роботи виконують у спеціальній електрофарбувальній камері [7 - 9 ,14, 15], (рис. 2.11), що обладнується витяжною механічною вентиляцією.

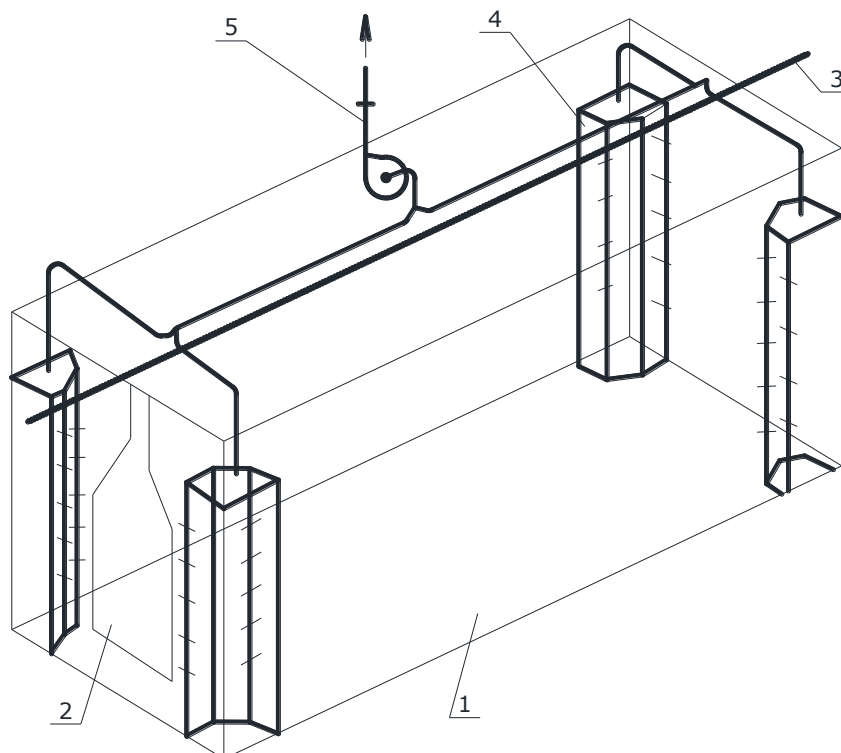


Рис. 2.11. Камера електростатичного фарбування:

1 – корпус камери; 2 – транспортні отвори; 3 – конвеєр; 4 – витяжні пристрої;  
5 – витяжний вентилятор

При підвищених вимогах до якості лакофарбового покриття (декоративне фарбування) в камері влаштовується припливно-витяжна вентиляція.

Розміри електрофарбувальних камер при автоматичній роботі електростатичних розпилувачів визначаються розмірами виробу з урахуванням способу його підвішування. В стінках камери отвір має бути лише для проходу транспортних засобів із виробами. Для візуального спостереження за процесом огороження частково виконують застаклюванням.

Кількість повітря, що видаляється з електрофарбувальної камери, визначається за умови запобігання прориву забрудненого повітря в приміщення через транспортні отвори. При цьому повинна бути забезпечена швидкість повітря в отворах 0,4-0,5 м/с, а також допустима концентрація парів розчинників у повітрі, що видаляється (не більше 20 % нижньої межі вибухонебезпеки).

Витяжна вентиляція здійснюється через вертикально розташовані пристрої в кутах камери по всій висоті. Рівномірність видалення повітря досягається тим, що сумарна площа отворів повинна бути не більше 50% від площі поверхні збирного повітроводу. При цьому швидкість повітря в камері повинна бути в межах  $v = 0,3 \dots 0,5$  м/с.

Припливне повітря подається у верхню зону камери для підтримання швидкість повітря в зоні фарборозпилувача не більше 0,5 м/с.

## **2.6. Установка фарбування струменевим обливанням та зануренням**

Під час фарбування зануренням і струменевим обливанням ванни розміщують у спеціальному укритті. [7 - 9 ,14, 15]. Установка фарбування (рис. 2.12) обладнується двома самостійними вентиляційними системами: рециркуляційною та повітряних затворів.

Рециркуляційна система призначена для забезпечення заданих концентрацій парів розчинників в об'ємі парового тунелю і має всмоктувальну та нагнітальну лінії мережі повітроводів і шахту для скидання надлишкового тиску повітря в атмосферу. Перший режим у тунелі автоматично регулюється дросель-клапаном у шахті для скидання.

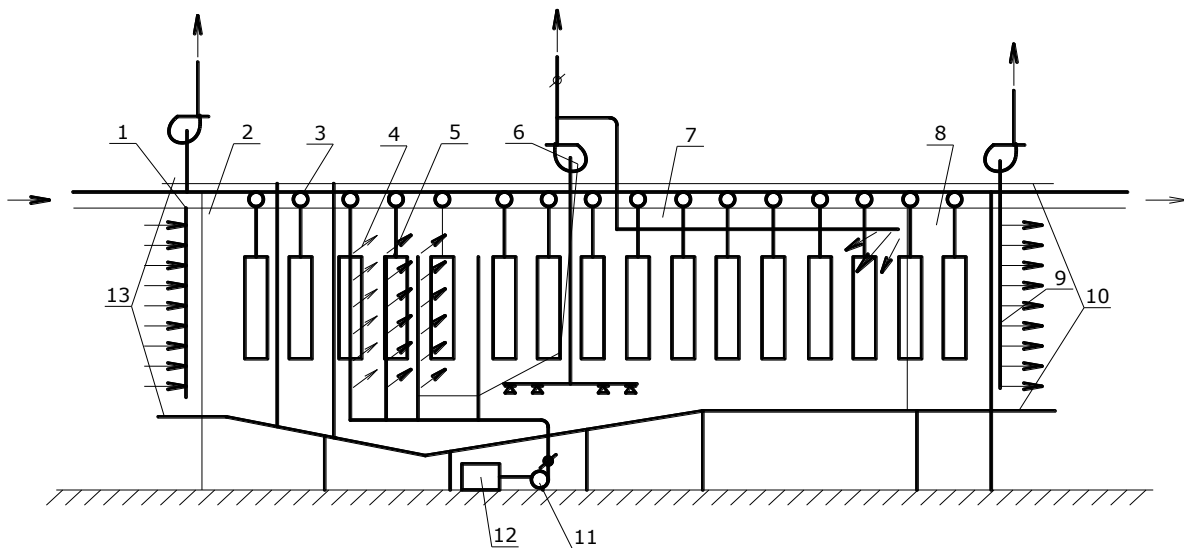


Рис 2.12. Установка фарбування струменевим обливанням і зануренням: 1, 9 – повітряні завіси; 2 – вхідний тамбур; 3 – монорельс підвісного конвеєра; 4 – зона обливання; 5 – контур із соплами обливання; 6 – рециркуляційна вентиляційна установка; 7 – паровий тунель; 8 – тамбур виходу; 10, 13 – будівельні конструкції установки; 11 – обладнання для транспортування лакофарбових матеріалів; 12 – лінія приготування фарби

Повітря забирається з внутрішнього об'єму установки в нижній зоні обливання, а подається - в кінець парового тунелю з напрямком припливних струмин всередину установки рівномірно з обох сторін конвеєра або вздовж потоку. Продуктивність припливно-витяжної системи визначається з розрахунку кратності повітрообміну  $k = 20 \text{ год}^{-1}$ . Об'єм повітря, що видаляється, повинен бути достатнім для розбавлення парів розчинників до концентрації яка не перевищує 50 % нижньої межі вибуховості.

Системи витяжних завіс застосовують для запобігання викидання парів розчинників в приміщення і являють собою щілини рівномірного всмоктування у вертикальних кромках транспортних прорізів установки. Продуктивність системи визначається за швидкістю повітря в транспортних отворах:

- при роботі з лакофарбовими матеріалами, що містять ксилол – 0,8 м/с;
- те ж за відсутності ксилолу - 0,6 м/с.

Це відповідає питомій кількості повітря, що видаляється, 2000-2800 м<sup>3</sup>/год на 1 м<sup>2</sup> площі отвору при його висоті 1 м. За умови влаштування високих отворів (> 1,0 м) слід вводити коефіцієнт, що дорівнює  $\sqrt{H}$ .

Площа перерізу видалення повітря приймається по повній продуктивності прямої системи без рециркуляції. При збільшенні

концентрації парів розчинників у системі вище 50 % нижньої межі вибуховості необхідно виконувати викид повітря в атмосферу.

## 2.7. Установки фарбування за допомогою електроосадження

Установка електроосадження обладнується припливно-витяжною вентиляцією [8, 9]. Видалення повітря забезпечується через бортовий відсмоктувач об'ємом 50 м<sup>3</sup>/год на 1 м<sup>3</sup> об'єму ванни (рис. 3.13).

Припливне попередньо очищене від пилу повітря подається у верхню зону ізотермічними струминами. Об'єм припливного повітря приймається у розмірі 75% обсягу витяжного повітря. Решта повітря надходить у сусіднє приміщення, або в тамбур, що їх розділяє.

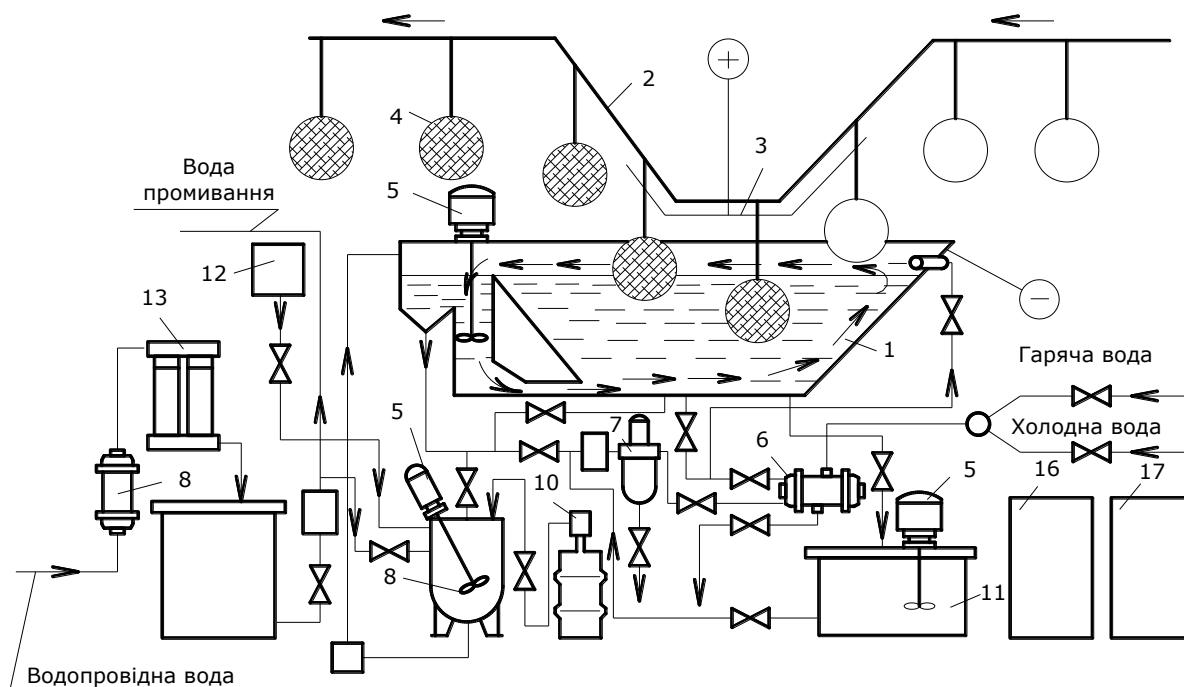


Рис. 2.13 Схема установки електроосадження:

- 1 – ванна електроосадження; 2 – конвеєр; 3 – шина струмознімальна;
- 4 – фарбований виріб; 5 – мішалка; 6 – теплообмінник; 7 – фільтр; 8 – змішувач;
- 9 – бочка з вихідним матеріалом; 10 – насос; 11 – резервна ємність; 12 – бачок для нейтралізатора; 13 – установка для мінералізації води; 14 – фільтр;
- 15 – буферна ємність; 16 – пульт управління; 17 – джерело постійного струму

## 2.8. Сушильні камери

Процеси сушіння лакофарбових матеріалів, в основному, виконують в фарбувальних камерах або ж в теплоізовльованих негорючими матеріалами камерах з підвищеною температурою внутрішнього повітря [7 - 9]. Температура зовнішньої поверхні не повинна перевищувати 45°C.

Камери обладнуються вентиляцією, що виключає можливість утворення в ній вибухонебезпечних концентрацій і запобігає надходженню забрудненого парами розчинника повітря в приміщення.

У камерах фарбування та сушки допускається рециркуляція повітря, але за умови утворення концентрацій розчинників у робочому просторі камер не більше 50% нижньої межі вибуховості. Витрату свіжого повітря визначають враховуючи коефіцієнт  $K$  нерівномірності випаровування розчинника і температуру сушіння фарби. Для сушильних камер безперервної дії  $K = 2 - 6$  для періодичної дії  $K = 8 - 15$ .

Нагрівальні прилади, якщо вони встановлюються в фарбувальних та сушильних камерах, повинні бути захищені від попадання на них крапель лакофарбового матеріалу з виробів, що фарбуються.

У фарбувальних цехах можуть застосовуватися конвекційні і терморадіаційні сушильні камери, а також камери з комбінованим обігрівом, що використовують в якості тепла пар, газ та електроенергію.

У сушильних камерах з газовим обігрівом пальники повинні бути розташовані на відстані не менше ніж 5 м від відкритих прорізів фарбувального обладнання. Застосування пальників інфрачервоного випромінювання (безполум'яного горіння газу) у сушильних камерах не допускається.

Проміжні ділянки між фарбувальними та сушильними камерами (див. рис. 2.4), з'єднані конвеєрами, необхідно обладнати укриттями, бічні стінки якого не повинні досягати сушильних камер на 0,5 - 0,7 м.

Для виробів, що фарбуються нітроемалями та іншими аналогічними фарбами допускається застосовувати природне сушіння на місцях фарбування або укриттях, обладнаних місцевою витяжною вентиляцією (у витяжних шафах, камерах).

Якщо сушіння пофарбованих виробів через великі габарити по технологічним міркуванням не може бути виконане в укриттях, то ділянки для сушіння повинні бути обладнані вентиляцією. Повітрообмін при цьому повинен бути розрахований відповідно до даних, наведених у розділі 3 цих вказівок та забезпечити у приміщенні вміст шкідливих речовин відповідно до санітарних норм (див. табл. 2.1).

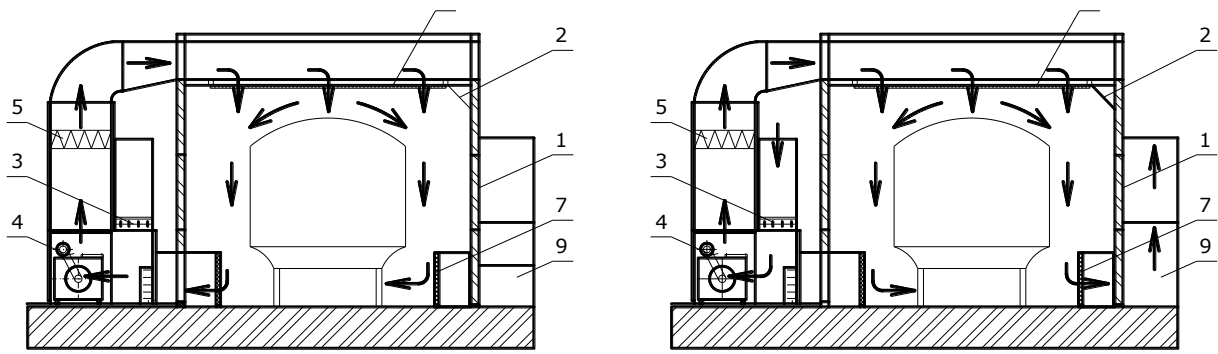


Рис. 2.14. Режими роботи фарбувальної камери в режимі сушки:  
 1 – кабіна камери; 2 – світильники; 3 – шибер подачі повітря; 4 – вентиляційна установка; 5 – теплообмінник; 6 – стельові фільтри; 7 – фільтри викиду з фільтрами; 8 – шибер рециркуляції; 9 – блок викиду повітря

### Розділ III. ОЧИЩЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ВИКИДІВ

Повітря, що видаляється з місць фарбування в камерах, фарбувальних стендах та інших пристроїв необхідно очищувати.

Сухе очищення повітря застосовується тільки при роботі фарборозпилювачем малої продуктивності та для фарбування дрібних виробів [14] (див. рис. 2.5). Мокре очищення повітря, що відсмоктується, проводиться в камерах, в яких встановлені гідрофільтри. При фарбуванні дрібних виробів застосовуються гідрофільтри двох типорозмірів: ГФ-0000 (рис. 3.1) продуктивністю 4500 м<sup>3</sup>/год повітря та 2ГФ-0000 (рис. 3.2) – до 33000 м<sup>3</sup>/год повітря [14, 15] Гідрофільтри, встановлені у камерах та стендах для фарбування великих та середніх виробів, являють собою вертикальну шахту, в якій встановлена ванна - лоток та чотири напівциліндри (рис. 3.2). Вода, переливаючись через ванну, стікає з кожного напівциліндра, утворюючи чотири каскади водяних завіс. Для сепарації вологи від повітря зверху розташовують відбійні пластини.

Продуктивність гідрофільтра визначається оптимальною швидкістю повітря в живому перерізі промивного каналу, що приймається в межах 5 - 6 м/с [7 - 9]. За цих умов коефіцієнт очищення повітря від фарбувального аерозолі визначається за формулою

$$\eta = 65 + 5 V_{пк}, \quad (3.1)$$

де  $V_{пк}$  - швидкість повітря промивному каналі, м/с, становить 90-95 %. Коефіцієнт очищення повітря від пар розчинника, приймається в розмірі 30 % від значення, отриманого за формулою (3.1).

Питома витрата циркуляційної води дорівнює 2-3 кг/м<sup>3</sup> повітря. Опір гідрофільтра по повітрю визначається за формулою

$$P = 15,7 V_{пк} ; \text{ Па} \quad (3.2)$$

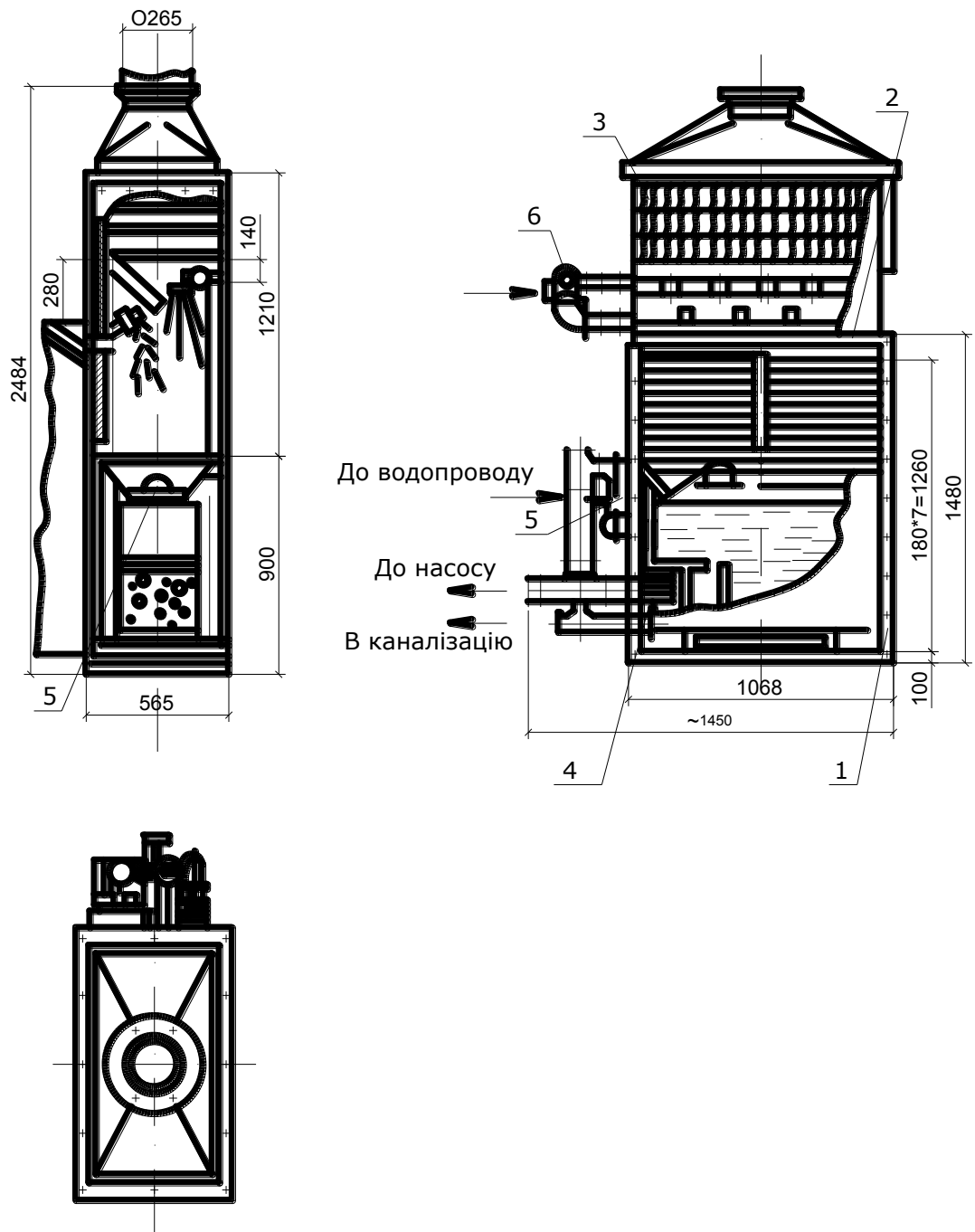


Рис. 3.1. Гідрофільтр ПГФ-0000:

- 1 – основа гідрофільтра; 2 -каркас верхній; 3-сепаратор;  
 4-фільтр гравійний; 5-клапан поплавковий; 6-гребінка.

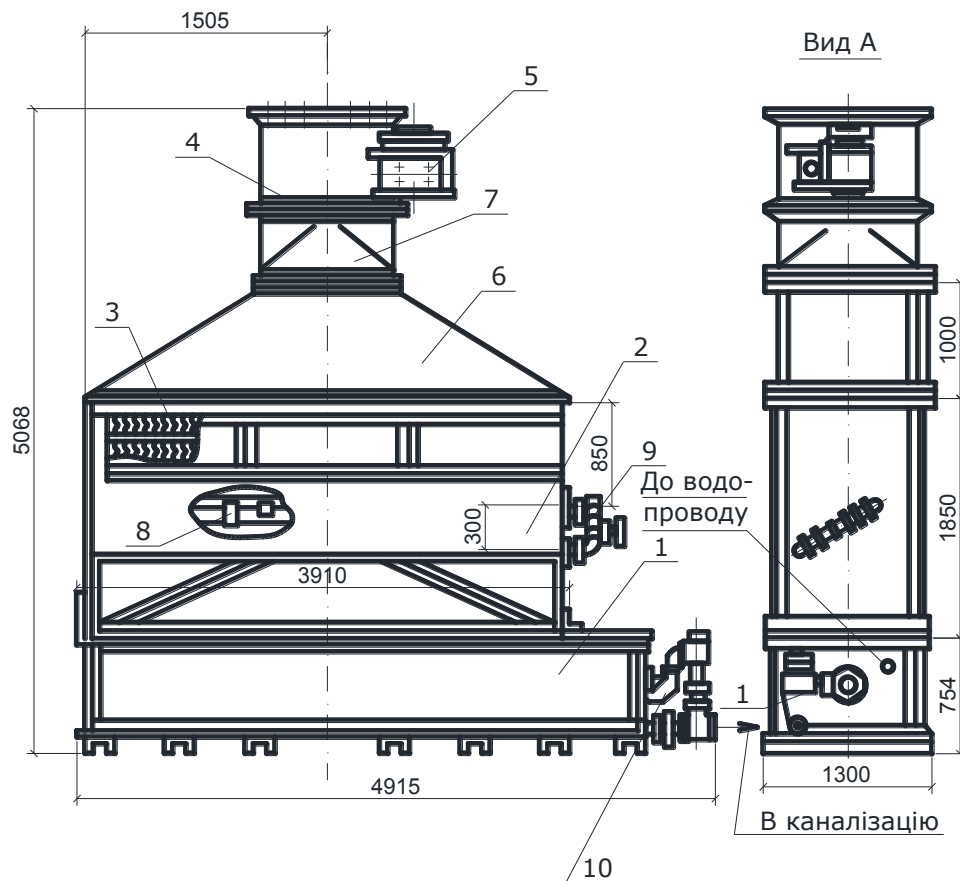


Рис. 3.2. Типова установка фарбувальної камери 2ГФ.0000

з влаштуванням гідрофільтра:

- 1 – основа камери; 2 – середня частина камери; 3 – сепаратор; 4 – вентилятор;  
 5 – електродвигун; 6 – зонт; 7 – патрубок; 8 – водорозподільчі форсунки;  
 9 – гребінка; 10 – фільтр водяний; 11 – зливна арматура

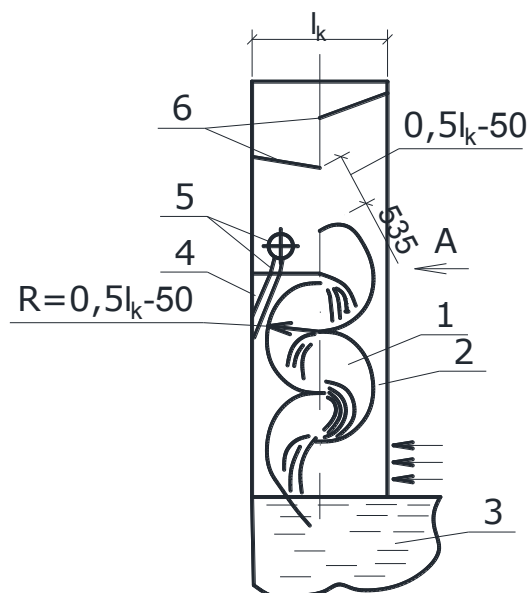


Рис. 3.3. Гідрофільтр:

- 1 – повітропромивний канал; 2 – напівциліндр;  
 3 – відстійна ванна; 4 – ванна-лоток; 5 – водопідводна труба з патрубками;  
 6 – відбійні пластини;  $V_k$  – ширина гідрофільтру

Ступінь очищення повітря в даних гідрофільтрах недостатньо високий. Тому для розсіювання шкідливих речовин до гранично допустимих концентрацій у приземному шарі встановлюють високі труби, тим самим розміщуючи місце викиду шкідливі речовини вище циркуляційних течій біля будівлі. Застосовуються також заходи щодо збільшення висоти викиду без збільшення висоти повітропроводів (шахт) або додаткові способи очищення.

Найбільш простим та ефективним рішенням є влаштування факельних викидів. В цьому випадку оголовок витяжної труби забезпечується плавним конфузоровим і закінчується циліндричною насадкою. Досягається збільшення швидкості виходу повітря, що приймається  $V_{\text{вих}} = 15-20$  м/с для збільшення дальнобійності.

Кінцевий діаметр факельного викиду визначається за формулою

$$d_0 = 18,8 \sqrt{\frac{L}{V_{\text{вих}}}}, \quad (3.3)$$

де  $L$  - витрата повітря, що видаляється через витяжну трубу, м<sup>3</sup>/год.

Довжина циліндричної насадки

$$l = 2,5 d_0. \quad (3.4)$$

Дефлектори на витяжних повітропроводах для викиду повітря від місць фарбування повітря не встановлюють.

Вентиляційні викиди фарбувальних цехів розраховуються відповідно до санітарних норм захисту повітряного басейну підприємств і атмосферного повітря населених місць [5]. Необхідно проводити перевірочний розрахунок на розсіювання шкідливих речовин в атмосферному повітрі і при необхідності передбачати додаткові заходи щодо зниження концентрацій розсіюваних шкідливостей. Розрахунок на розсіювання шкідливих речовин проводиться відповідно до [3, 7 - 9].

## Розділ IV. ВИБУХОПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ПІД ЧАС ФАРБУВАЛЬНИХ РОБІТ

Категорія вибухопожежної та пожежної безпеки фарбувальних цехів визначається відповідно до вказівок ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [1 - 5] (табл. 4.1).

У випадках, коли за умовами організації технологічного процесу фарбувальне обладнання та сушильні камери не мають огорожувальних конструкцій і фарбування відбувається у загальному потоці виробництва, приміщення слід вважати вибухо-пожежним або пожежонебезпечним. Це положення поширюється на планування, де загальна площа цих камер не перевищує 200 м<sup>2</sup> або 10 % площі основного приміщення. Об'єм приміщення в радіусі понад 5 м від камер умовно приймається нормальним.

При виділенні шкідливих речовин у камерах із місцевою витяжною вентиляцією радіус 5 м відраховується від отвору камер. При безкамерному фарбуванні на відкритих майданчиках з обладнаними у підлозі ґратами, цю відстань вважають як по горизонталі так і по вертикалі від країв решітки.

Вентиляційне обладнання місцевих витяжних систем слід використовувати у вибухозахисному виконанні, передбачаючи резервний вентилятор на технологічному обладнанні безперервної дії.

В сушильні та фарбувальні камери для підтримки безпечних концентрацій парів розчинника необхідно подавати чисте повітря. Для камер періодичної дії витрата повітря, що подається в камеру, визначається:

$$L_{\text{п}} = \frac{2 \cdot M_p \cdot k}{\tau \cdot a} \quad (4.1)$$

де  $M_p$  - маса розчинника, що потрапляє в камеру при одному завантаженні, г;

$k$  - коефіцієнт запасу, що враховує нерівномірність виділення розчинника в часі, ( $k = 8 - 15$  при температурі сушки 90 - 200°C);

$\tau$  - тривалість виділення основної кількості розчинників, год; ( $\tau = 0,083 - 0,166$  год (5-10 хв));

$a$  - нижня межа вибухонебезпечної концентрації парів розчинника, год/м<sup>3</sup>;

2 - коефіцієнт запасу по концентрації парів розчинника у фарбувальній камері.

Для камери безперервної дії витрата повітря визначається:

$$L_H = \frac{2 \cdot G_p \cdot k}{a} \quad (4.2)$$

де  $G_p$  - маса розчинника, що потрапляє в камеру з виробами для фарбування, г/год;

$k = 2 - 5$  - коефіцієнт запасу.

Видалення повітря в об'ємі, що отримано за формулами (4.1), (4.2) забезпечується рециркуляційними вентиляторами. Створене вентиляторами в камерах розрізнення забезпечує надходження через відкриття отворів свіжого повітря •

Таблиця 4.1

**Класифікація вибухо-пожежонебезпечної технології  
фарбувальних установок і ділянок**

Найменування технологічних установок	Клас вибухо- та пожежонебезпеки
Фарбувальні камери різних типів для пневматичного та безповітряного розпилення з гідроочищенням повітря, що видаляється та механічною витяжною вентиляцією при застосуванні лакофарбових матеріалів на органічних розчинниках	В -І а
Ділянки, обладнані підлоговими витяжними ґратами для безкамерного фарбування виробів	В -І а
Фарбувальні камери для нанесення лакофарбових матеріалів в електричному полі високої напруги до 140 кВ та номінальної сили струму до 5 мА	В -І б
Ділянки (зони) фарбування ручними електророзпилювачами (відцентровими, гідравлічними та ін.) з напругою до 100 кВ і струмом короткого замикання до 1 мА	В -І б
Установки фарбування зануренням (ванни ємністю більше 1 м <sup>3</sup> ) та лаконаливні машини	В -І б
Установки струминного поливу	В -І а
Сушильні камери для лакофарбових покриттів на органічних розчинниках	В -І б
Устаткування для приготування лакофарбових матеріалів у фарбозаготівельному відділенні	В -І а
Фарбозаготівельне відділення	В -І а

## Розділ VI. ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Курсовий проєкт включає розрахунково-пояснювальну записку та креслення, виконані на стадії технічного проєкту. Деякі елементи вентиляційного обладнання, вузли і деталі вентиляційних систем виконуються на стадії робочих креслень за погодженням з керівником курсового проєкту.

### **Проєкт виконується в наступній послідовності:**

1. Вибір розрахункових параметрів зовнішнього повітря для холодного, перехідного і теплого періодів року.
2. Вибір розрахункових параметрів внутрішнього повітря для холодного та теплого періодів року.
3. Визначення втрат тепла:
  - 3.1. через зовнішні огорожі будівлі;
  - 3.2. на нагрівання повітря на інфільтрацію;
  - 3.3. на нагрівання повітря, що надходить через прорізи у зовнішніх огорожах періодичної або постійної дії;
  - 3.4. на нагрівання матеріалів, що вводяться в приміщення, а також транспортних засобів.
4. Визначення надходжень тепла:
  - 4.1. від людей
  - 4.2. від штучного освітлення;
  - 4.3. за рахунок сонячної радіації через світлові отвори та покриття;
  - 4.4. від електричного чи механічного обладнання;
  - 4.5. від нагрітого обладнання (сушильні камери, ванни);
  - 4.6. від гарячих комунікацій;
  - 4.7. від остигаючого матеріалу.
5. Складання теплових балансів за приміщеннями для холодного, перехідного та теплого періодів року.
6. Визначення кількості шкідливих речовин, що надходять у повітря приміщення під час фарбування.
7. Визначення кількості повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами від фарбувальних камер та установок безкамерного фарбування.
8. Визначення кількості повітря для загальнообмінної припливної та витяжної вентиляції.

9. Складання повітряного балансу для холодного, перехідного та теплого періодів року.
10. Вибір системи опалення.
11. Розробка компоувальних та конструктивних рішень систем опалення та вентиляції:
  - 11.1 місцевої витяжної вентиляції;
  - 11.2 загальнообмінної механічної витяжної вентиляції;
  - 11.3 загальнообмінної механічної припливної вентиляції, поєднаної із системою опалення;
  - 11.4 системи центрального опалення.
12. Розрахунок та вибір основних елементів системи вентиляції:
  - 12.1 місцеві відсмоктувачі;
  - 12.2 повітророзподільники та системи загальнообмінної припливної вентиляції;
  - 12.3 системи чергового опалення.
13. Розрахунок та вибір обладнання повітряно-теплової завіси.
14. Розробка графічної частини проєкту.
  - 14.1. Плани та розрізи зі специфікацією обладнання;
  - 14.2. Аксонометричні схеми опалювальних та вентиляційних установок.
  - 14.3. Креслення вентиляційного обладнання, деталей та елементів вентиляційних систем.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ–Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Чинні від 2011-11-01. – Київ: “Укрархбудінформ”, 2011. – 127 с.
2. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинні від 2014-01-01. – Київ: “Укрархбудінформ”, 2013. – V, 149 с.
3. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – Чинні від 1999-12-01. – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 12 с.
4. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель та енергоефективність. – Чинні від 01.09.2022. – Київ: “Укрархбудінформ”, 2021. – 30 с.
5. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою Чинні від 2017-01-01. – Київ: “ Український науково-дослідний інститут цивільного захисту УкрНДІЦЗ”, 2017. – 30 с.
6. Ashrae Handbook 2020 - Hvac Applications: Si Edition (ASHRAE Handbook: Heating Ventilation and Air Conditioning Applications SI) ASHRAE, 1791 Tullie Circle, N.E., Atlanta, GA 30329 2020.
7. Фей К. Макквістон, Гессам Тахеріан, Джеффри Д. Спітлер, Джеральд Д. Паркер Heating, Ventilating, and Air Conditioning: Analysis and Design Видавництво Wiley. John Wiley & Sons, LTD 2023 р.
8. William A. Burgess, Michael J. Ellenbecker, Robert D. Treitman. Ventilation for Control of the Work Environment, 2nd Edition Published by John Wiley & Sons, Incorporated, Hoboken, NJ, U.S.A., July 2004
9. "Handbook of Ventilation for Contaminant Control" by Henry J. McDermott. Amer Conf of Governmental; 3rd edition (January 1, 2001)
10. Степанов М.В. Інженерне обладнання будівель: Навч. посіб. /М.В.Степанов. – Київ: КНУБА, 2008. – 204 с.
11. Боженко М. Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: Навч. посіб. / М. Ф. Боженко, В. П. Сало. – Київ: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2004. – 192 с.

12. Пирков В.В. Особливості проєктування сучасних систем водяного опалення / В.В. Пирков. – К. : П ДП «Такі справи», 2003. – 176 с.
13. Нимич Г. В. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха / Г. В. Нимич, В. А. Михайлов, Е. С. Бондарь. – ТОВ «Видавничий будинок Аванпост Прим», 2003. – 626 с.
14. Яковенко І. Е. Технологічні основи машинобудування : навч. посібник / І. Е. Яковенко, О. А. Пермяков, А. В. Фесенко – Харків : НТУ «ХП», 2022. – 421с.
15. Джур Є. О. Проєктування машинобудівних заводів та цехів. Загальна частина :навч. посібник / Є. О Джур, О. В. Бондаренко. – Дніпропетровськ :«Інновація», 2011. – 109 с
16. Волков О.Д. Проєктування вентиляції промислової будівлі. Харків: Вища школа, 1989. - 240с.
17. Торговніков Б.М., Табачніков В.Є., Єфанов Є.М. Проєктування промислової вентиляції. Довідник -К.: Будівельник, 1983.
18. ДСТУ 9243.4:2023 Система проєктної документації для будівництва. Основні вимоги до проєктної документації.
19. ДСТУ Б А.2.4-8:2009 Умовні графічні зображення і позначки елементів санітарно-технічних систем.

Навчально-методичне видання

## **ВЕНТИЛЯЦІЯ ФАРБУВАЛЬНИХ ЦЕХІВ**

Методичні вказівки

до виконання курсового проекту

«Вентиляція та кондиціонування повітря промислових будівель»

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

освітня програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

Укладачі: **Корбут** Вадим Павлович,

**Рибачов** Сергій Григорович

Комп'ютерне верстання *А. П. Селівестрової*

Ум. друк. арк. 2,79. Обл.-вид. арк. 3,0

Електронний документ. Вид № 102/V-25

Виконавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури

Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів

видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.