

ВИЗНАЧЕННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЦЕХУ, ДІЛЯНКИ ОЧИСТКИ ГАЗІВ (СТІЧНИХ ВОД)

Організація виробництва в цехах означає [12, 13]:

- ✓ відповідно до прийнятої технології визначений склад, виробнича потужність, спеціалізація ділянок;
- ✓ визначена кількість і склад устаткування, пропускна спроможність ділянок;
- ✓ забезпечення ув'язки виробництва основних і допоміжних процесів в часі;
- ✓ забезпечення професійно-кваліфікаційного складу працівників з врахуванням розділення і кооперації праці;
- ✓ визначення потреби цеху в матеріалах, різних видах енергії, паливі, змінному устаткуванні.

Важливу роль в організації всіх робіт при обслуговуванні очисного устаткування грає чітке виконання своїх обов'язків майстром, оператором очисної установки (ОУ) і іншими членами ділянки очищення газу.

Очисні установки повинні піддаватися періодичним оглядам, поточним, планово-запобіжним і капітальним ремонтам. Капітальний ремонт передбачає заміну частини устаткування або його відновлення, планово – попереджувальний ремонт проводиться один раз в місяць по 12 годин без зупинки устаткування.

Коефіцієнт використання очисної установки впродовж часу K_{ey} визначається за формулою [14]:

$$K_{ey} = \frac{T_{ef}}{T_k} \quad (9.1)$$

де T_{ef} – ефективний фонд часу роботи очисної установки, годин;

T_k – календарний фонд часу роботи очисної установки, годин.

Устаткування ділянки (цеху) очистки газів або стічних вод працює за графіком технологічних агрегатів (печей, електролізерів та ін.).

Ефективний фонд часу роботи устаткування очисних споруд за рік визначають таким чином:

- для безперервного виробництва, годин:

$$T_{\text{еф безпер}} = (T_k - T_{\text{ППР}}) \times 24 \quad (9.2)$$

де T_k – календарний фонд часу (365 днів);

$T_{\text{ППР}}$ – тривалість планово попереджувальних ремонтів (при зупиненому устаткуванні), дні; зазвичай для систем мокрого газоочищення – 20 – 25 днів, для систем сухого газоочищення – 10 – 15 днів;

24 – кількість годин за добу.

- для переривчастого (дискретного) виробництва, годин:

$$T_{\text{еф пер}} = [(T_k - T_{\text{вих}} - T_{\text{св}} - T_{\text{ППР}}) n_{\text{зм}} t_{\text{зм}}] \times \frac{100 - k_{\text{пр}}}{100}, \quad (9.3)$$

де $T_{\text{вих}}$ – кількість вихідних днів на рік;

$T_{\text{св}}$ – кількість святкових днів на рік;

$n_{\text{зм}}$ – кількість змін на добу;

$t_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, годин;

$k_{\text{пр}}$ – відсоток планових поточних простоїв. Звичайно дорівнює

2...12 %. У розрахунках час простоїв приймають у розмірі 10 % номінального річного фонду.

Результати розрахунків річного часового фонду роботи очисної установки заносять у таблицю 9.1.

Таблиця 9.1 - Баланс річного часового фонду роботи очисної установки

№ п/п	Показники	Одиниця виміру	Варіант
1.	Режим роботи очисної установки	-	
2.	Календарний фонд часу, T_k	дні години	
3.	Простої на планово попереджувальні ремонти $T_{ППР}$ (капітальний і поточний)	дні години	
4.	Ефективний фонд часу роботи очисної споруди T_{ef}	дні години	
5.	Коефіцієнт використання очисної установки впродовж часу K_{ey}	-	

Виробнича програма цеху (ділянки) очистки газів (стічних вод) планується виходячи з технічної норми продуктивності очисної установки в одиницю часу та річного часового фонду роботи установки [14, 15].

Річна виробнича потужність цеху (ділянки, установки) очистки дорівнює, м³/рік:

$$P = H_m \times N_{об} \times T_{ef},$$

(9.4)

де H_m – технічна норма продуктивності одного очисного апарата

за одиницю часу (годину) за нормальних фізичних умов, м³/год;

$N_{об}$ – кількість однотипних очисних апаратів, що працюють паралельно, шт;

$H_m \times N_{об}$ - технічна норма продуктивності очисної установки, м³/год;

$T_{еф}$ – річний ефективний фонд часу роботи очисної установки, годин/рік.

Розраховують потужність цеху (ділянки, очисної установки) по базовому і проектному варіантам. За базовий варіант може бути прийнята існуюча на підприємстві очисна система. За проектний варіант слід приймати альтернативні технічні рішення на рівні кращих вітчизняних та закордонних розробок, що враховують досягнення науково-технічного прогресу (НТП). [13, 16, 17]

Потужність цеху (ділянки, очисної установки) по базовому і проектному варіантам не повинна відрізнятись більш, ніж на 10 %.

$$\Delta = \frac{\Pi_n - \Pi_{б.}}{\Pi_n} \cdot 100 \% \leq 10 \%. \quad (9.5)$$

Кількість вловлених та утилізованих забруднюючих речовин розраховують за базовим та проектним варіантом.

Кількість вловлених на очисній установці забруднюючих речовин (пилу, оксидів сірки, азоту та ін.) K за базовим та проектним варіантами визначається за формулою, т/рік:

$$K = \frac{(Z_1 - Z_2) \Pi}{10^6}, \quad (9.6)$$

де Z_1, Z_2 – вміст забруднюючої речовини у газі (стічній воді) до і після очистки, г/м³.

Вміст забруднюючої речовини після очистки визначається виходячи з ефективності очисної установки η за базовим і проектним варіантами, г/м³:

$$Z_2 = Z_1 \times (1 - \eta). \quad (9.7)$$

Втрати уловленого продукту в процесі утилізації у більшості випадків не перевищують 10 %. Тоді кількість утилізованого продукту дорівнює, т/рік:

$$K_{ут.} = 0,9 \times K, \quad (9.8)$$

Витрати реагентів (вапна, вапняку та т.п.), води, стиснутого повітря на очистку визначають у натуральних показниках за формулою, м³/рік, т/рік:

$$Q_{\text{реагент}} = Q_{\text{г.}} \times m \times T_{\text{еф}}, \quad (9.9)$$

де $Q_{\text{г.}}$ – витрата газу при робочих умовах, м³/год;

m – питома витрата реагентів, води, стиснутого повітря, м³/м³ газу (стічної води), т/м³.

Витрата газу при робочих умовах розраховується за формулою, м³/год:

$$Q_{\Gamma} = Q_o \frac{(273 + t_{\Gamma})}{273} \frac{101323}{(B \pm P_{\Gamma})}, \quad (9.10)$$

де Q_o - кількість газів, що очищаються за нормальних умов, м³/год;

t_{Γ} – температура газів, °С;

B - барометричний тиск, Па;

P_{Γ} - тиск (розрідження), Па.

Результати розрахунків зводимо до таблиці 9.2.

Задача № 9.1. Скласти виробничу програму цеху (ділянки) очищення газів для базового і проектного варіантів згідно таблиці 9.3. За базовий варіант прийняти існуючу на підприємстві очисну систему. За проектний варіант прийняти систему очищення газів, вибрану самостійно на основі зробленого аналізу альтернативних технічних рішень на рівні кращих вітчизняних та закордонних розробок. Об'єм газу, що поступає на очищення, прийняти згідно вибраної системи газоочищення в залежності від виробництва, на основі зробленого літературного аналізу [18, 19, 20, 21].

Таблиця 9.2 – Виробнича програма цеху (ділянки) очистки газів (стічних вод)

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Варіант	
			Базовий	Проектний
1.	Технічна норма продуктивності за одиницю часу H_m	тис. м ³ /Год		
2.	Річна потужність $П$	тис.		

		м ³ /рік		
3.	Вміст забруднюючих речовин у газі (стічних водах): - до очистки Z_1 - після очистки Z_2	г/м ³		
4.	Кількість уловлених забруднюючих речовин (пилу, оксидів азоту та ін.) K	т/рік		
5.	Кількість утилізованого продукту $K_{ут}$	т/рік		
6.	Витрата реагентів на очистку $Q_{реагент}$	т/рік, (м ³ /рік)		
		грн./рік		

Таблиця 9.3 – Вихідні данні для задачі № 9.1

Варіант	Підприємство, цех, ділянка	Запиленість газів, Z_1 , г/м ³	Температура t , °C	Тиск (розрідження) Р, кПа	Барометричний тиск В, кПа
1	Агломераційна фабрика, аглоцех, спікальне відділення, агломераційна машина АКМ1-75.	6 - 8	150	-10	100
2	Агломераційна фабрика, цех виробництва обкотистів, випалювальна машина ОК-108.	3 - 5	200	-8	101,5
3	Коксохімічне виробництво, коксовий цех, ділянка сухого гасіння коксу.	10	800	-0,05	99,2
4	Доменне виробництво, доменна піч ДП-2000, ділянка очистки колошникового газу.	20	250	200	98,7
5	Доменне виробництво, доменна піч ДП-1719, ділянка очистки пилогазових викидів ливарного двору.	6	50	-1,1	100,2
6	Доменне виробництво, ливарний цех, ділянка очистки пилогазових викидів чавуноливарних вагранок.	0,6	280	-1,3	99,8

Продовження табл. 9.3

7	Сталеплавильне виробництво, мартенівський цех, ділянка очистки пилогазових викидів мартенівської печі 250т.	17	235	-3	101,5
8	Сталеплавильне виробництво, мартенівський цех, ділянка очистки пилогазових викидів	15	250	-3,2	99,2

	двованного сталеплавильного агрегату ДСА-500.				
9	Сталеплавильне виробництво, міксерне відділення, ділянка очистки пилогазових викидів від міксера 2500 т.	8	180	-1	99,3
10	Конвертерне виробництво, конвертерний цех, ділянка очистки пилогазових викидів конвертера місткістю 350 т.	50	250	-1,6	98
11	Сталеплавильне виробництво, електросталеплавильний цех, ділянка очистки пилогазових викидів дугової сталеплавильної печі ДСП-100.	2	130	-2,5	99,5
12	Феросплавне виробництво, сталеплавильний цех, відкриті феросплавні печі, ділянка очистки пилогазових викидів печі.	1 - 3	280	-0,5	99,1
13	Феросплавне виробництво, сталеплавильний цех, закриті феросплавні печі, ділянка очистки пилогазових викидів печі.	4 -10	110	-0,2	99,0
14	Агломераційна фабрика, аглоцех, спікальне відділення, агломераційна машина АКМ7-312.	4 - 6	130	-12	99,6
15	Агломераційна фабрика, цех виробництва обкотишів, випалювальна машина ОК-306.	4 - 6	230	-10	100,5
16	Конвертерне виробництво, конвертерний цех, ділянка очистки пилогазових викидів конвертера місткістю 350 т.	35	280	-1,8	98
17	Доменне виробництво, доменна піч ДП-2300, ділянка очистки колошникового газу.	30	270	300	101
18	Коксохімічне виробництво, коксовий цех, ділянка сухого гасіння коксу.	12	780	-0,1	100,3
19	Сталеплавильне виробництво, електросталеплавильний цех, ділянка очистки пилогазових викидів дугової сталеплавильної печі ДСП-25.	5	170	-2,0	99,8
20	Доменне виробництво, доменна піч ДП-1513, ділянка очистки пилогазових викидів ливарного двору.	3	70	-1,5	100,1

Приклад розрахунку задачі № 9.1. Скласти виробничу програму ділянки очищення газів електросталеплавильного цеху. Газоочисна система призначена для видалення і очищення запылених газів, що

відбираються від дугової сталеплавильної печі ДСП-50 за допомогою порталної камери та витяжного зонту, встановленого над піччю. Обсяг газу, що поступає на очищення 383 тис. м³/год, запиленість газу – 2 г/м³, температура – 130°C, розрідження перед газоочищенням – 2,5 кПа. Барометричний тиск складає 99 кПа. [18, 21]

За базовий варіант прийнята система газоочищення, що складається з 12 труб Вентурі і 4 краплеуловлювачей, димотяга і димаря (рис. 9.1). Кінцева запиленість газу після такої схеми очищення складає 0,08 г/м³ [19, 20].

»

1 – піч; 2 – забірний патрубок; 3 – патрубок допалювання газів; 4 – муфта газовідсмоктування; 5 - клапан підсосу атмосферного повітря; 6 – газохід; 7 – димотяг; 8 – блок труб Вентурі; 9 – каплевловлювач; 10 – димар; 11- витяжний зонт

Рисунок 9.1 - Схема очищення газів електросталеплавильних

печей в трубах Вентурі

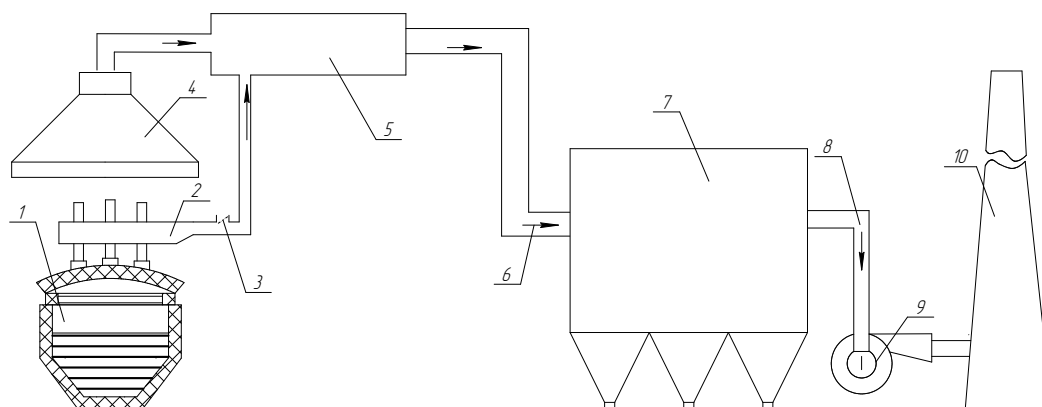
Недоліками даної схеми очищення є:

- 1) наявність шламового господарства;
- 2) значні витрати енергії при високих ступенях очищення;
- 3) утворення відкладень в устаткуванні і газовідводах при краплинному віднесенні вологи з пиловловлювача;
- 4) шкідливий вплив краплинної вологи, що міститься в газах, на стінки димарів.

У проектному варіанті пропонується заміна мокрого газоочищення на сухе у рукавному фільтрі типа ФРІР – 5700 (рис. 9.2). Кінцева запиленість газу після такої схеми очищення складає $0,02 \text{ г/м}^3$ [22].

Запропонована схема має такі переваги:

- 1) здобуття пилу в готовому вигляді для повернення у виробництво;
- 2) відсутність шламового господарства.



1 – піч; 2 – портална камера; 3 – патрубок допалювання газів; 4 – витяжний зонт; 5 – камера охолодження; 6 – газохід забрудненого газу; 7 – рукавний фільтр ФРІР; 8 - газохід очищеного газу; 9 -

вентилятор; 10— димар

Рисунок 9.2 —Схема очищення газів електросталеплавильних печей у рукавному фільтрі

Виробництво на ділянці очищення газів планується виходячи з технічної норми продуктивності очисної установки в одиницю часу річного фонду фактичного часу роботи установки (табл. 9.4).

З таблиці 9.4 видно, що в проектному варіанті коефіцієнт використання газоочисної установки в часі на 0,015 вище, ніж в базовому варіанті завдяки зменшенню простоїв на капітальний і поточний ремонт основного устаткування. Отже проектний варіант ефективніший.

Річна виробнича потужність газоочисної установки, якщо технічна норма продуктивності газоочисної установки в одиницю часу $H_m \times N_{об} = 383000 \text{ м}^3 / \text{год}$:

Базовий варіант: $P_{б} = 383000 \cdot 8280 = 3171,24 \cdot 10^6$
 $\text{м}^3/\text{рік}$;

Проектний варіант: $P_n = 383000 \cdot 8400 = 3217,2 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{рік}$.

Виробнича потужність газоочисної установки по базовому і проектному варіантах не повинна відрізнятися більш ніж на 10 %:

$$\Delta = \frac{P_n - P_{б.}}{P_n} \cdot 100\% = \frac{3217,2 \cdot 10^6 - 3171,24 \cdot 10^6}{3217,2 \cdot 10^6} \cdot 100 = 2,8\% \quad 10 \%$$

Таблиця 9.4 - Баланс робочого часу очисної установки

№ п/п	Показники	Одиниця виміру	Варіант	
			Базовий	Проектний
1.	Режим роботи очисної установки	-	безперервний	безперервний
2.	Календарний фонд часу, T_k	дні	365	365
		години	$365 \times 24 = 8760$	$365 \times 24 = 8760$
3.	Простої на планово-попереджувальні ремонти $T_{ппр}$ (капітальний і поточний)	дні	20	15
		години	$20 \times 24 = 480$	$15 \times 24 = 360$
4.	Ефективний фонд часу роботи очисної споруди T_{ef}	дні	$365 - 20 = 345$	$365 - 15 = 350$
		години	$8760 - 480 = 8280$	$8760 - 360 = 8400$
5.	Коефіцієнт використання очисної установки впродовж часу K_{ey}	-	$\frac{345}{365} = 0,945$	$\frac{350}{365} = 0,96$

Кількість уловленого пилу з очищеного газу в базовому і проектному варіанті визначається по формулі (9.6). Оскільки в базовому варіанті застосовується мокре газоочищення, то кількість пилу, який переходить у шлам складе:

$$K^{\delta}_{п.шл} = \frac{(2 - 0,08) \cdot 3171,24 \cdot 10^6}{10^6} = 6089 \text{ т/рік.}$$

У проектному варіанті очищення газів що відходять від електросталеплавильної печі, виконується сухим способом. Тоді кількість уловленого пилу в сухому вигляді для проектного варіанту складе:

$$K^n_{п.сух} = \frac{(2 - 0,02) \cdot 3217,2 \cdot 10^6}{10^6} = 6370 \text{ т/рік.}$$

У базовому варіанті утилізація пилу не виконується, тому розрахунок кількості продукту, що утилізується, виконаємо лише для проектного варіанту:

$$K^n_{ym} = 0,9 \cdot 6370 = 5733 \text{ т.}$$

Для визначення витрат води на газоочищення для базового варіанту по формулі (9.9), необхідно розрахувати витрату газу при робочих умовах по формулі (9.10):

$$Q_G = 383000 \frac{(273+130)}{273} \frac{101,323}{(99-2,5)} = 593638 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Отже витрата води на газоочищення для базового варіанту, якщо питоме зрошування для скрубера - $m = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^3$ [19, 20, 23].

$$Q_{ж}^6 = 593638 \cdot 0,001 \cdot 8280 \approx 4\,915\,323 \approx 4915,3 \text{ тис м}^3/\text{рік.}$$

Вартість води технічної:

$$B_B = Q_{ж}^6 \cdot C_{в.т.}, \quad (9.11)$$

де $C_{в.т.}$ - ціна за 1000м^3 технічної води, грн/1000м³; $C_{в.т.} = 447,6 \text{ грн}/1000\text{м}^3$.

$$B_B = 4915,3 \cdot 447,6 = 2\,200\,088,28 \text{ грн.}$$

Витрати на експлуатацію газоочисної системи по проектному варіанту включають витрати на експлуатацію рукавного фільтру: витрати на використання стислого повітря та витрати на заміну тканини.

Витрати на використання стисненого повітря:

$$B_{ст.п.} = B^{м.х.}_{ст.п.} T_{ef} C_{ст.п.}, \quad (9.12)$$

де $B^{m.x.}_{ст.н}$ - витрата стислого повітря згідно технічної характеристики рукавного фільтру, м³/год; для рукавного фільтру ФРІР-5700 - $B^{m.x.}_{ст.н}=350\text{м}^3/\text{год}$ [22];

$T_{еф}$ – річний фонд фактичного часу роботи установки, год;

$Ц_{ст.н}$ - ціна за 1 м³ стислого повітря, грн, $Ц_{ст.н} = 0,4$ грн.

$$B_{ст.н.} = 350 \cdot 8400 \cdot 0,4 = 1176000 \text{ грн.}$$

Витрати на тканину визначаються залежно від вартості 1 м² вживаної для виготовлення рукавів тканини, грн.:

$$B_{тк.} = (S_{тк} \cdot n_z) \cdot Ц_{тк} \quad (9.13)$$

де $S_{тк}$ – площа фільтрувальної тканини (площа фільтрації фільтру) [22], м²;

n_z – кратність замін тканини за рік;

$Ц_{тк}$ - ціна за 1 м² тканини, яка використовується в якості фільтрувального матеріалу, грн.

Як матеріал для виготовлення фільтрувального рукава використано поліефірне іглопробівне полотно з каркасом із філаментних ниток, вартість якої $Ц_{тк} = 250$ грн. за 1 м². Тканина для рукавів підлягає заміні 1 раз в 2-а роки, тоді річні витрати на тканину:

$$B_{тк.} = (5700 / 2) \cdot 250 = 712500 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків зведені в таблицю 9.5.

Таблиця 9.5 - Виробнича програма ділянки очищення
пилогазових викидів дугової сталеплавильної печі

Показники	Одиниці виміру	Варіант	
		базовий	проектний
Річна продуктивність газоочисної установки, P	м³/рік	3171,24 · 10 ⁶	3217,2 · 10 ⁶
Технічна норма продуктивності основного агрегату очищення, H_m	тис. м³/год	383,0	383,0
Вміст пилу в газі: - до очищення - після очищення	г/м³	2 0,08	2 0,02
Кількість уловленого продукту: - у сухому вигляді - у вигляді шламу	т	- 6089	6370 -
Кількість продукту, що утилізується: - у сухому вигляді - у вигляді шламу	т	- -	5733 -
Витрати експлуатаційні:	тис. грн./рік	2 200,1	1 888,5
- технічна вода	тис. м³/рік	4915,3	-
	грн./рік	2 200 088,28	-
- стиснене повітря	м³/год	-	350
	грн./рік	-	1 176 000
- фільтрувальна тканина	м²	-	5700/2=2850
	грн./рік	-	712 500

Висновок: використання проектного варіанту для очищення газів що відходять від дугових печей дозволяє додатково вловити пил в кількості 281т/рік, а також перевагою проектного варіанту очищення газів є утилізація 5733 т вловленого продукту. До того ж в проектному варіанті весь вловлений пил знаходиться в сухому вигляді, що робить його коштовніше, оскільки шлам вимагає додаткових витрат на утилізацію. Також перевагою проектного варіанту є те, що застосовується суха система очищення, яка не

вимагає витрат зв'язаних з використанням води для газоочищення. Експлуатаційні витрати базового варіанту газоочищення на 311,6 тис.грн. більші ніж експлуатаційні витрати проектного варіанту.