

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІ**  
**ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ДОПОМІЖНІ ПРОЦЕСИ ЗБАГАЧЕННЯ»**

Донецьк, ДНТУ  
2008 р.



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
*Кафедра "Збагачення корисних копалин"*

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ДОПОМІЖНІ ПРОЦЕСИ ЗБАГАЧЕННЯ»**

**(для студентів спеціальності "Збагачення корисних копалин"  
напряму підготовки 050303 "Переробка корисних копалин" )**

Затверджено  
навчально-видавницькою радою ДонНТУ

Протокол № 3 від 05.03.008 р

Ухвалено на засіданні  
методичної комісії спеціальності  
"Збагачення корисних копалин"

Протокол № 5 від 17.05.2008 г.

Донецьк, ДНТУ  
2008 р.

УДК 622.794

Методичні вказівки до вивчення дисципліни "Допоміжні процеси збагачення" для студентів напряму підготовки 050303 "Переробка корисних копалин" спеціальності "Збагачення корисних копалин".

Укл Папушин Ю.Л. -Донецьк: ДонНТУ, 2008 р. 16 с.

Містять програму дисципліни «Допоміжні процеси збагачення» (знепилення і пиловловлення), рекомендації до самостійного її вивчення, індивідуальні завдання, контрольні питання, список літератури, що рекомендується.

Укладач проф. Папушин Ю.Л.

## 1. ЗАГАЛЬНЕ ПОЛОЖЕННЯ

Дисципліна "Допоміжні процеси збагачення" входить в перелік дисциплін бакалаврату по напрямку 050303 "Переробка корисних копалин" спеціальності "Збагачення корисних копалини".

До допоміжних процесів збагачення корисних копалини відносяться (по класифікації інституту "Механобр") наступні процеси:

- обезводнення;
- фільтрування;
- згущування пульп;
- сушка;
- змішування;
- знепилювання і пиловловлювання;
- кускування.

У дану дисципліну включені процеси знепилювання і пиловловлювання, оскільки решта перерахованих вище процесів викладається в дисциплінах, що виділені окремо - "Зневоднення продуктів збагачення і очистка стічних вод" та "Окусування продуктів збагачення".

Процеси знепилення і пиловловлення мають велике значення в загальній проблемі збагачення корисних копалин. Значення цих процесів необхідно при будь-якому виді практичної діяльності гірського інженера-збагачувача.

Збагачувальна фабрика - це складний комплекс технологічних процесів, зв'язаних із дробленням, просіванням, збагаченням, зневоднюванням, сушінням, транспортуванням продуктів збагачення, сполучених з п'ялостворенням. Однієї з основних проблем цієї дисципліни є вивчення методів і апаратів, застосовуваних для уловлювання пилу.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

- знати значення і місце досліджуваної дисципліни в загальній проблемі збагачення корисних копалин, її роль у майбутній діяльності фахівця; теоретичні основи досліджуваних технологічних процесів.

При вивченні дисципліни студент одержує великий обсяг інформації. Тому для засвоєння матеріалу необхідно вести короткий конспект.

Основна мета складання конспекту - зібрати в жатий формі інформацію з предмета.

У конспекті варто записувати основні визначення і поняття, висновки формул, технологічні схеми, ескізи машин і апаратів, їхньої характеристики, діаграми і графічні характеристики, методики розрахунків апаратів і технологічних схем і ін. Особлива увага варто звернути на класифікацію принципів, що визначають сутність технологічних процесів, класифікацію схем, апаратів, впливів факторів і т.п.

При складанні конспекту варто керуватися програмою, методичними вказівками і контрольними питаннями. Необхідно застерегти студентів від переписування з книг великого обсягу тексту. У такому конспекті важко орієнтуватися. Необхідно пам'ятати, що мова інженера-креслення, графік, ескіз, формула і керуватися цим при складанні конспекту.

Після вивчення матеріалу кожного розділу варто здійснити самоконтроль знань, тобто відповісти на контрольні питання. Матеріал можна вважати засвоєним, якщо студент може відповісти на всі питання без допомоги конспекту і книги. Дуже важливо при цьому виявити творчий підхід до справи, що може знайти вираження в наступному:

- приводиться кілька прикладів;
- до відповіді залучається інформація з додаткових джерел, особистого досвіду й особистого творчого пошуку;
- вносяться пропозиції по поліпшенню технології, конструкції апаратів, методів контролю і керування.

Засвоєвши даний курс, студент повинний

- **знати:** місце і роль процесів пиловідділення і пиловловлення в технологічних схемах збагачення корисних копалин; теоретичні основи процесів; конструкцію і принцип дії основних апаратів; принципи регулювання і розрахунку продуктивності апаратів; методи очищення промислових викидів в атмосферу;
- **уміти:** визначити раціональну технологію пиловловлення і пиловідділення, складати і розраховувати технологічні схеми і вибирати необхідне устаткування; розраховувати ефективність і продуктивність апаратів і організацію керування процесами пиловідділення і пиловловлення.

## 2. РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ.

### 2.1 Введення

Предмет і зміст дисципліни. Призначення і роль операції знепилення і пиловловлення при збагаченні корисних копалин і в інших галузях народного господарства. Джерела запилювання промислових приміщень, очищення газів, що викидаються в атмосферу.

При вивченні курсу уяснити засоби пиловловлювання, що застосовуються на збагачувальних фабриках:

- осадження частинок під дією гравітаційних сил;
- уловлювання пилу в полі відцентрових сил;
- змочування пилу осадженням частинок;
- осадження частинок на пористій перегородці;
- уловлювання пилу в неоднорідному електричному полі.

Рек. література [1] стор. 146-148.

### Питання для самоперевірки

1. Джерела утворення пилу.
2. Яка крупність вугільного пилу вибухонебезпечна. Вибухонебезпечна концентрація вугільного пилу.
3. Активні і нейтральні пили.

4. Класифікація пилу по гранулометричному складу.
5. Гранично припустимі ПДК у робочій зоні.
6. Які способи пиловловлення застосовуються в промисловості.
7. Комплекс заходів для зниження концентрації пилу у виробничому приміщенні.
8. Пояснити поняття знепилення, пиловловлення й знешламлення.

## 2.2. Пиловідділення (знепилення)

Загальні зведення. Теоретичні основи процесів знепилення. Визначення ступеня витягу пилу і КПД процесу пиловідділення. Методи знепилення. Пристрій і принцип дії знепилювачей різних конструкцій (відцентрових, вібраційних, пневмо-вібраційних).

При вивченні цього розділу необхідно звернути увагу на фізичні основи знепилення та його ефективність.

Рек. література [1] стор. 148-155.

### Питання для самоперевірки.

1. Що таке швидкість витання і як вона визначається.
2. Як визначається швидкість падіння часток у стиснутих умовах для крупності (0,1-12,5) мм.
3. У якій залежності знаходиться кількість повітря минаючого через камеру від її перетину і швидкості газу (повітря).
4. Що таке ступінь знепилювання і як вона визначається.
5. Як визначається КПД знепилювання.
6. Різновиди схем знепилювання.
7. Відцентровий знепилювач. Принцип дії, застосування, основні показники.
8. Вібраційний знепилювач. Основні показники.
9. Пневмо-вібраційні установки. Принцип дії.

## 2.3. Пиловловлення.

Оцінка ефективності роботи пиловловлюючих апаратів. Камерні й інерційні пиловловлювачі. Теоретичні основи руху часток у газах. Пиловловлення під дією сил ваги в камерних пиловловлювачах. Інерційні пиловловлювачі (прямоточні і жалюзійні).

Пиловловлення у відцентрових апаратах. Пиловловлення в циклонах. Теоретичні основи пиловловлення у відцентровому полі сил. Розрахунок циклонів. Вибір циклонів. Область застосування циклонів. Батарейні циклони (конструкції, типи, показники роботи). Вибір батарейних циклонів (розрахунок). Область застосування батарейних циклонів.

Мокрі пиловловлювачі. Загальні зведення. Плівкові і зрошувані пиловловлювачі. Комбіновані мокрі пиловловлювачі: відцентрові скрубери, прямоточний мокрий пиловловлювач із ґратами і трубою Вентурі (МПР), барботажні і пінні пиловловлювачі. Область застосування мокрих пиловловлювачів. Розрахунок пиловловлювачів.

Уловлювання пилу фільтруванням. Загальні зведення. Класифікація, принцип дії фільтрів. Теоретичні основи фільтрації через пористу перегородку. Тканеві фільтри. Фільтрувальні тканини. Продуктивність рукавних фільтрів. Зернисті фільтри. Область застосування фільтрів.

Електричне очищення газів. Електрофільтри. Принцип дії, продуктивність і область застосування. Переваги і недоліки. Класифікація електрофільтрів.

При вивченні наданої головної теми необхідно уявити фізичні основи дії наведених апаратів, їх схеми та розрахунок, область використання на збагачувальних фабриках. У цьому розділі є уся інформація, що необхідна для виконання контрольних робіт.

Рек. література [1] стор. 155-213.

### Питання для самоперевірки

1. Які умови необхідні для ефективної роботи гравітаційних пиловловлювачів.
2. Визначення розміру часток, що уловлюються в відсаджувальній камері.
3. Схеми пиловідсаджувальних камер.
4. Схеми, та принцип дії циклонів.
5. Крупність часток, що уловлюються в циклонах. Ефективність роботи циклона.
6. Що таке фактор поділу.
7. Основні конструкції циклонів, їхня відмінність.
8. Розрахунок циклона, основні положення.
9. Як оцінюється ефективність роботи пиловловлюючих апаратів.
10. Принцип дії батарейних циклонів, їхня ефективність.
11. Вибір циклонів.
12. Інерційні пиловловлювачі. Принцип роботи, застосування.
13. Прямоточний пиловловлювач, принцип дії. Ефективність. Застосування.
14. Сутність мокрого пиловловлення. Способи мокрого пиловловлення.
15. Класифікація мокрих пиловловлювачів за принципом дії.
16. Плівковий мокрий пиловловлювач з вертикальними насадками. Принцип дії.
17. Відцентрові скрубери. Принцип дії. Застосування. Ефективність.
18. Мокрий пиловловлювач із ґратами (МПР). Принцип дії. Ефективність. Застосування.
19. Прямоточний мокрий пиловловлювач (АМП). Принцип дії. Ефективність. Застосування.
20. Барботажні пиловловлювачі. Принцип дії.
21. Пінні фільтри. Принцип дії. Ефективність. Застосування.
22. Уловлювання пилу фільтруванням. Типи фільтрів.
23. Стадії фільтрації в пористих фільтрах і яких ефектах спостерігаються в цьому процесі.
24. Ткані фільтри. Принцип роботи. Ефективність. Застосування.
25. Зернисті фільтри. Принцип роботи. Ефективність. Застосування.
26. Розрахунок рукавних фільтрів.
27. Гравійні фільтри зі зрошенням. Принцип дії. Застосування.
28. Електрофільтри. Принцип роботи. Ефективність. Застосування.
29. Опишіть конструкцію електрофільтру типу УВП.



## 2.4. Пиловловлюючі установки. Промислові викиди газів і пилу.

Сучасні схеми пиловловлення на виробництві. Боротьба з пилостворенням на збагачувальних фабриках. Укриття і герметизація устаткування.

Влив шкідливих газів і пилу на навколишнє середовище. Загальні зведення і ПДК і ПДВ. Способи зниження гранично припустимих викидів.

Розрахунок висоти труб з метою зниження гранично припустимих концентрацій. Очищення газів від шкідливих домішок.

Рек. література [1] стор. 213-229.

### Питання для самоперевірки.

1. Які основні конструкції пиловловлюючих апаратів застосовуються на збагачувальних фабриках і на яких процесах.
2. Які міри застосовуються на збагачувальних фабриках для забезпечення ПДК.
3. Як нейтралізується сірчистий ангідрид.

### 3. Контрольні завдання.

По дисципліні виконується контрольна робота, що складається з трьох завдань (№ 1, № 2 та № 3).

Завдання № 1. Привести схему циклону та розрахувати циклон по наступним вихідним даним (таблиця 1).

Таблиця 1

Варіант	$Q_r$ , м <sup>3</sup> /Год	$V_{вх}$ , м/с	$V_{вих}$ , м/с	$\delta_r$ , кг/м <sup>3</sup>	$\delta_{ч}$ , кг/м <sup>3</sup>	$d_{ч}$ , мкм	$D_4$ , м
1	10000	25,0	8,0	1,23	1500	11	0,20
2	15000	23,0	7,0	1,24	1600	12	0,25
3	20000	24,0	9,0	1,20	1400	10	0,30
4	25000	22,0	6,0	1,26	2500	14	0,20
5	30000	21,0	5,0	1,27	2000	13	0,25
6	35000	20,0	6,0	1,26	1900	10	0,30
7	40000	19,0	7,0	1,23	1800	11	0,35
8	45000	18,0	6,0	1,26	1700	12	0,35
9	50000	18,0	7,0	1,23	1600	13	0,30
10	55000	20,0	5,0	1,20	1500	15	0,30
11	60000	21,0	6,0	1,25	1700	10	0,35
12	65000	20,0	5,0	1,24	1800	14	0,40
13	12000	25,0	8,0	1,23	1600	10	0,20
14	17000	23,0	7,0	1,22	1500	13	0,25
15	23000	22,0	9,0	1,24	1400	10	0,20

У таблиці 1:

- $V_{\Gamma}$  - продуктивність циклона, м<sup>3</sup>/год;
- $V_{\text{вх}}$  - швидкість газу на вході циклона, м/с;
- $V_{\text{вих}}$  - швидкість газу на виході з циклона, м/с;
- $\delta_{\Gamma}$  - щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>;
- $\delta_{\text{ч}}$  - щільність часток пилу, кг/м<sup>3</sup>;
- $d_{\text{ч}}$  - розмір граничного зерна, мкм;
- $\mu$  - кінематична в'язкість повітря, м<sup>2</sup>/с,
- $\mu = 14,4 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с;
- $D_4$  - діаметр пилового насадку, м.

Во всех вариантах принимать  $P_{\text{бар}} = 102$ кПа;  $P_{\text{ц}} = 40$ кПа;  $C = 50$  г/м<sup>3</sup>;  $T = 140^{\circ}\text{C}$

Рек. література [2] стор. 240-244.

Завдання № 2. Привести схему рукавного фільтру та вибрати рукавний фільтр по наступним вихідним даним (таблиця 2).

Таблиця 2

Варіант	$V_{\Gamma}$ , м <sup>3</sup> /год	$T$ , °C	$P_{\text{бар}}$ , кПа	$P_{\text{над}}$ , Па
1	63000	120	101	30
2	60000	110	102	10
3	57000	135	103	20
4	52000	140	104	15
5	50000	150	105	25
6	47000	145	106	35
7	42000	155	101	40
8	40000	125	102	10
9	37000	115	103	15
10	33000	120	104	20
11	30000	140	105	30
12	27000	150	106	35
13	23000	145	101	25
14	20000	150	102	40
15	65000	135	101	45

У таблиці 2:

- $V_{\Gamma}$  - продуктивність по газі, м<sup>3</sup>/год;
- $T$  - температура газу, °C;
- $P_{\text{бар}}$  - барометричний тиск, кПа ;
- $P_{\text{над}}$  - надлишковий тиск перед фільтром, Па.

Рек. література [1] стор. 196-198.

## Пояснення

### Вибір циклонів

У практиці роботи на підприємствах по заданих величинах витрати газів  $Q_r$  (м<sup>3</sup>/ч); щільності газів  $\delta_r$  (кг/м<sup>3</sup>); температура газів  $T$  (°C); барометричного тиску  $P_{\text{бар}}$  (кПа); тиски або розрядження в циклоні  $P_{\text{ц}}$  (кПа); концентрації пилу в живленні циклона  $C_{\text{п}}$  (г/м<sup>3</sup>); щільності пилу  $\delta_r$  (кг/м<sup>3</sup>) вибирають тип циклона, що випускається промисловістю.

Послідовність вибору циклона:

1. Знаходять щільність газу ( $\delta$ )<sub>гр</sub> при робочих умовах:

$$\delta_{\bar{a}\bar{d}} = \delta_{\bar{a}} \frac{273(D_{\bar{a}\bar{d}} \pm D_{\bar{d}})}{(273 + D_{\bar{d}})P_{\bar{a}\bar{d}}}, \text{ кг/м}^3$$

2. Визначають витрата газу ( $Q$ )<sub>гр</sub> при робочих умовах

$$Q_{\bar{a}\bar{d}} = \frac{Q_{\bar{a}} \delta_{\bar{a}}}{\delta_{\bar{a}\bar{d}} 3600}, \text{ м}^3/\text{з}$$

3. Приймають тип циклона й задаються оптимальною швидкістю руху газу  $V_{\text{опт}}$ , що перебуває в межах від 1,7 до 4,5 м/с залежно від типу циклона, що становить: 3,5 м/с — для ЦН-11, ЦН-15, ЦН-15В; 4,5 м/с - для ЦН-24; 2 м/с - для СДК-ЦН-33 й 1,7 м/с - для СК-ЦН-34.

4. Розраховують діаметр циклона  $D_{\text{ц}}$ :

$$D_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{Q_{\bar{a}\bar{d}}}{0,785V_{\bar{d}}}}, \text{ м}$$

5. Приймають найближчий стандартний діаметр циклона й визначають дійсну швидкість  $V_{\bar{d}}$  руху газів у циклоні.

$$V_{\bar{a}} = \frac{Q_{\bar{a}\bar{d}}}{0,785D_{\bar{d}}^2} \cdot \text{м/с}$$

Дійсна швидкість не повинна відрізнятись від оптимальної більш ніж на 15%. Якщо ця умова не витримана повторюють вибір циклона.

6. Розраховують коефіцієнт опору прийнятого до установки циклона:

$$\xi = \hat{e}_1 \hat{e}_2 \xi_{500}$$

де  $\hat{e}_1$  – поправочний коефіцієнт визначається по діаметрі й типу циклона (по таблиці);

$\hat{e}_2$  – поправочний коефіцієнт обумовлений по концентрації пилу, газу (г/м<sup>3</sup>) і типу циклона (по таблиці).

? - коефіцієнт опору циклона діаметром 500 мм, залежить від типу циклона (приймаються по таблиці).

Таблиця Значення коефіцієнта  $K_1$ 

Тип циклонів	Діаметр циклона, мм				
	150	... 200	300	450	500
ЦН-11	0,94	0,95	0,96	0,99	1
ЦН-15, ЦН-15В, ЦН-24	0,85	0,9	0,9	1 1	1
СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34	1	1	3 1		1

Таблиця Значення коефіцієнта  $K_2$ 

Тип циклона	Запилювання						
	0	10	20	40	80	120	150
ЦН-11	1	0,96	0,94	0,92	0,9	0,87	0,85
ЦН-15	1	0,93	0,92	0,91	0,9	0,87	0,68
ЦН-15В	1	0,93	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
ЦН-24	1	0,95	0,93	0,92	0,9	0,87	0,86
СДК-ЦН-33	1	0,81	0,785	0,78	0,77	0,76	0,745
СК-ЦН-34	1	0,98	0,947	0,93	0,915	0,91	0,9

Таблиця Коефіцієнт опору циклонів ( $D=500$  мм,  $V_{ц}=3$  м/с)

Тип циклона	Особливості конструкції циклона		
	без додаткових пристроїв	с кільцевим дифузоров	с тангенціальним уведенням
ЦН-11	245/250	207/215	255
ЦН-15	155/163	132/140	150
ЦН-15В	165/170	140/148	158
ЦН-24	75/80	64/70	73
СДК-ЦН-33	520/600	-	500
СК-ЦН-34	1050/1150	-	-

Примітка. У чисельнику наведені значення коефіцієнтів опору при роботі циклона в мережі, у знаменнику - при його роботі на вихлоп.

7. Визначають гідравлічний опір циклона ??:

$$\Delta D = \frac{\xi V_a^2 \delta_{ад}}{2}, \text{ Па}$$

**ПРИКЛАД.**

**Дано:**

$Q_r = 6500$  м<sup>3</sup>/ч;  $\delta_r = 1,32$  кг/м<sup>3</sup>;  $T = 140$ °С;  $P_{бар} = 102$ кПа;  $P_{ц} = 40$ кПа;  $z = 50$ г/м<sup>3</sup>;  
 $\delta_{п} = 1500$  кг/м<sup>3</sup>;

Розрахунок:

$$\delta_{a\delta} = \delta_a \frac{273(D_{a\delta} \pm D_{\delta})}{(273 + \delta)D_{a\delta}} = 1,32 \frac{273(102 - 40)}{(273 + 140)102} = 0,53 \text{ } \delta_a / \text{ } \delta^3;$$

$$Q_{a\delta} = Q_a \frac{\delta_a}{\delta_{a\delta} 3600} = 6500 \frac{1,32}{0,53 * 3600} = 4,52 \text{ } \delta^3 / \text{ } \delta$$

$$D_{\delta} = \sqrt{\frac{Q_{a\delta}}{V_{\delta} 0,785}} = \sqrt{\frac{4,52}{4,5 * 0,785}} = 1,13 \text{ } \delta; \quad V_{\delta} = 4,5 \text{ м/з}$$

Приймаємо НЦ 15 з діаметром 1000 мм

$$V_a = \frac{Q_{a\delta}}{0,785 D^2} = \frac{4,5}{0,785 * 1,0^2} = 5,7 \text{ м/с.}$$

Розбіжність між  $V_a$  та  $V_{\delta}$  > 15%

Приймаємо  $D_{\text{ц}} = 1,2$  м:  $V_a = \frac{4,5}{0,785 * 1,2^2} = 3,99 \text{ м/с}$

$$\xi = \kappa_1 \kappa_2 \xi = 1 * 0,91 * 150 = 136,5$$

$$\Delta P = \xi \frac{V_a^2}{2} \delta_{a\delta} = 136,5 * \frac{3,99^2}{2} * 0,53 = 576 \text{ Па}$$

**Розрахунок рукавних фільтрів**

При виборі тихорецького фільтра враховують наступні вимоги до фільтрів: гідравлічний опір, що допускає; значення вхідної й вихідної концентрації пилу; капітальні й експлуатаційні витрати. Беруть до уваги характеристики й властивості пилу: дисперсний і хімічний склад; схильність до злипання; цінність; можливість повернення у виробництво; гранично припустиму концентрацію в очищених газах або повітрі.

Загальну площу фільтрування  $F$  (м<sup>2</sup>) розраховують по формулі:

$$F = F_p + F_{p2} = (V_3 + V_n) / \omega + F_{p2}$$

де  $F_p$  — площа фільтрування працюючих секцій, м<sup>2</sup>;

$F_{p2}$  — площа фільтрувальної тканини в регенерируємої секції, м<sup>2</sup>;

$V_3$  — обсяг запилених газів з урахуванням підсмоктувань повітря, м<sup>3</sup>;

$V_n$  — обсяг продувних газів або повітря, м<sup>3</sup>;

$\omega$  — швидкість фільтрування, м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>хв).

Задавшись типом фільтра й знаючи його фільтруючу поверхню, визначають, скільки варто встановити фільтрів:

$$n = F / F_{\phi}$$

де  $F_{\phi}$  — поверхня фільтрування фільтра, прийнятого до установки, м<sup>2</sup>.

Швидкість фільтрування залежить від типу фільтрувальної тканини, способу її регенерації, состава й дисперсності пилу. Оптимальна швидкість фільтрування для бавовняних або вовняних тканин становить 0,6—1 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>хв), а для тканин зі скловолокна 0,3—0,9 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>хв). При очищенні тканини, що видаляє легко з поверхні, пилу й при її концентрації в запиленому газі менш 1 г/м<sup>3</sup> швидкість фільтрування може бути збільшена до 1,3 - 1,5 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>хв) для вовняних тканин. Залишкова

концентрація пилу в очищають газах, що, становить 10-30 мг/м<sup>3</sup> при вихідній концентрації 5-50г/м<sup>3</sup>. При використанні високоефективних фільтрувальних матеріалів концентрація пилу в очищеному газі може знижуватися до 1 мг/м<sup>3</sup>.

Витрата повітря або газу на зворотну продувку залежить від способу регенерації. Швидкість подачі повітря у фільтрах зі зворотною продувкою повинна перевищувати на 20-40 % швидкість фільтрування запилених газів. У фільтрах з імпульсною продувкою обсяг стисненого повітря становить 0,1-0,2 % обсягу повітря, що очищає, а у фільтрах зі струминною продувкою - 2 - 8%.

Гідравлічний опір рукавного фільтра  $\Delta P_{\phi}$  визначається опором корпусу  $\Delta P_K$  й опором фільтрувальної перегородки  $\Delta P_{\phi.п}$ :

$$\Delta P_{\phi} = \Delta P_K + \Delta P_{\phi.п}$$

Гідравлічний опір корпусу характеризують коефіцієнтом опору:

$$\xi_{до} = 2\Delta P_K / (V_{вх}^2 \rho_{г})$$

де  $\xi_{до}$  — коефіцієнт опору;

$V_{вх}$  — швидкість руху газів у вхідному патрубку, м/с;

$\rho_{г}$  — щільність газів, кг/м<sup>3</sup>.

Коефіцієнт гідравлічного опору рукавних фільтрів звичайно становить 1,5-2.

Гідравлічний опір фільтрувальної перегородки дорівнює сумі опору тканини  $\Delta P_T$  й опору шаруючи пилу  $\Delta P_{п}$ :

$$\Delta P_{\phi.п} = \Delta P_T + \Delta P_{п}$$

Опір тканини:

$$\Delta P_T = K_{\phi} \mu_{г} g$$

де  $K_{\phi}$  — коефіцієнт, м<sup>-1</sup>;  $\mu_{г}$  — в'язкість газу, З;

$g$  — питома подача, м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с).

Коефіцієнт  $K_{\phi}$  залежить від розміру пор фільтротканини й діаметра часток і коливається від  $1 \cdot 10^9$  до  $3,5 \cdot 10^9$ , м<sup>-1</sup>.

Опір шаруючи пилу  $\Delta P_{п}$  для часток діаметром менш 10 мкм приймають у межах 500—800 Па, а для більшого й волокнистого пилу — 250—400 Па.

Таблиця Технічна характеристика рукавних фільтрів

Тип фільтра	Площа фільтрування, м <sup>2</sup>	Число секцій	Діаметр рукава, м	Висота рукава, м	Гідравліч опір, кПа
РФГ-1-112	112	4	0,22"	3,1	
РФГ-1-168	168	6	0,22	3,1	—
РФГ-1-224	224	8	0,22	3,1	—
РФГ-1-280	280	10	0,22	3,1	—
РФГ-2-224	224	8	0,22	3,1	—
РФГ-2-336	336	12	0,22	3,1	—
РФГ-2-448	448	16	0,22	3,1	—
РФГ-2-560	560	20	0,22	3,1	—
ФРУ	2,5—50	1—4	0,125	0,9; 1; 2,5; 1,5; 2;	—
ФРВ-20	20	2	0,13	1,63	—
ФРН-30	30	2	0,13	1,63	—
ФРО-2400-1	2400	12	0,2	8	2—3

Продовження табл..

ФРО-6000-2	6000	12	0,2	10	2—3
ФРО-2000-3	20000	10	0,3	10	2—3
УРФМ-11М	2300	20	0,22	4,1	0,7—1,5
УРФМ-Ш	1610	14 ,	0,22	4,1	0,7—1,5
ФР-250	281	4	0,135	2,3	—
ФР-518	518	6	0,127	3	—
ФР-5000	5000	8	0,127	3,09	—

Загальний гідравлічний опір рукавних фільтрів  $\Delta P_{\phi}$  не повинне перевищувати 2000—3000 Па для дрібних пилов й 800 -1200 Па для волокнистого й великого пилу. У промислових умовах гідравлічний опір рукавних фільтрів становить 900 - 2000 Па.

#### ПРИКЛАД.

Вибрати рукавний фільтр із тканини оксалон для очищення димових газів при наступних умовах: подача газів на фільтр  $V_{\Gamma} = 65000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; температура газів  $T_{\Gamma} = 140^{\circ}\text{C}$ ; барометричний тиск  $P_{\text{бар}} = 102 \text{ кПа}$ , надлишковий тиск перед фільтром  $P_{\text{и}} = 35 \text{ Па}$ .

1. Визначаємо подачу з урахуванням присоса повітря - 15 %.

$$V = \frac{V_a * 1,15}{3600} = \frac{65000 * 1,15}{3600} = 20,8 \text{ м}^3 / \text{хв}$$

2. Визначаємо обсяг газу, що надходить у фільтр при робочих умовах.

$$V_{\text{ад}} = V \frac{(273 + \theta_a) D_{\text{ад}}}{273(D_{\text{ад}} + \theta)} = 20,8 \frac{(273 + 140) 102}{273(102 + 0,035)} = 31,46 \text{ м}^3 / \text{сік}$$

3. Приймаємо швидкість фільтрації  $0,9 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \text{ хв})$  або  $0,015 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \text{ с})$ . Тоді необхідна площа фільтруючої поверхні складе.

$$F = \frac{V_{\text{ад}}}{g} = \frac{31,46}{0,015} = 2097,3 \text{ м}^2$$

4. Приймаємо до установки 20-секційний фільтр УРФМ із площею фільтрації  $2300 \text{ м}^2$ . Одна секція фільтра площею  $115 \text{ м}^2$  перебуває на регенерації. Активна площа складе

$$2300 - 115 = 2185 \text{ м}^2$$

5. Фактична швидкість фільтрації складе

$$g_{\phi} = \frac{V_{\text{ад}}}{F} = \frac{31,46}{2185} = 0,0144 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \text{ хв})$$

Різниця між фактичною й прийнятою швидкістю фільтрації становить 4 %, що не перевищує 15 %, отже, фільтр прийнятий правильно.

## Завдання 3 - Індивідуальні завдання реферативного плану

Варіант	Питання	Завдання
1	1	Джерела утворення пилу на ЗФ
	2	Схеми повітряного знепилення
2	1	Вибухонебезпечність повітряних сумішей. Умови.
	2	Батарейні циклони. Призначення, схеми, робота
3	1	Класифікація пилу.
	2	Вібраційні знепилювачі. Призначення, схеми, робота
4	1	Поняття ПДК і ПДВ.
	2	Відцентрові знепилювачі. Призначення, схеми, робота
5	1	Поняття знепилення, пиловловлення, рутшламлювання.
	2	Циклони. Призначення, схеми, робота
6	1	Можливі заходи щодо зниження концентрації пилу у виробничих приміщеннях.
	2	Відцентрові скрубери. Призначення, схеми, робота
7	1	Швидкість витання часток пилу. Її роль при роботі осаджувальних знепилювачів.
	2	Пиловловлювачі із трубою Вентурі. Призначення, схеми, робота
8	1	Способи пиловловлення. Характеристика.
	2	Сутність процесу електричного очищення газів. Схема.
9	1	Мокре пиловловлення. Фізико-хімічні основи
	2	Промислові щаблі пиловловлення. Призначення, схеми, робота
10	1	Уловлювання пилу фільтруванням. Фізичні основи.
	2	Борботажні й пінні пиловловлювачі. Призначення, схеми, робота
11	1	Фільтрувальні тканини. Способи регенерації.
	2	Зернисті фільтри. Призначення, схеми, робота
12	1	Вплив пилу й газів на безпеку й охорону праці
	2	Схеми вкриття встаткування, що виділяє пил.
13	1	Види промислової вентиляції. Характеристика
	2	Уловлювання пилу на барабанній сушильній установці
14	1	Основи роботи рукавних фільтрів.
	2	Уловлювання пилу на установки із трубою-сушаркою
15	1	Теоретичні основи вловлювання пилу під дією гравітаційних сил
	2	Промислові електрофільтри. Призначення, схеми, робота
	2	Відцентрові знепилювачі. Призначення, схеми, робота

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Г.Г. Чуянов, Зневоднювання, пиловловлення й охорона навколишнього середовища. М.: Надра. 1987.
2. К.Г. Руденко, М.М. Шемаханов. Зневоднювання й пиловловлення. М.: Надра. 1981.
3. К.Г. Руденко, А.В. Калмиків. Зневоднювання й пиловловлення при переробці корисних копалин. М.: Надра. 1988.
4. Папушин Ю.Л., Смирнов О.І.. Допоміжні процеси збагачення. Конспект лекцій. ДонНТУ. 2008. -71с.