

РОЗДІЛ 3. СУМІЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ. РЕЖИМНА ІНТЕНСИФІКАЦІЯ

3.1 Основні технологічні функції апаратів очищення

Технологічні процеси очищення газових викидів ґрунтуються на фізичних та хімічних властивостях забруднювачів та використанні основних фізичних закономірностей, внаслідок яких відбувається пиловловлювання. Видалення пилоподібних частинок з газових потоків відбувається з використанням сухих та мокрих технологій очищення [2,3].

Удосконалення технологічних процесів та розробка нових мало- й безвідходних технологій шляхом створення безперервних замкнутих процесів, що дозволяють вловлювати й утилізувати газові відходи, базується на використанні одного або декількох механізмів осадження завислих в газах частинок.

Основними механізмами осадження завислих частинок є дія сил гравітації, інерції, дифузії, відцентрових сил та сил зачеплення [2,3].

Осадження під дією сил гравітації (седиментація) обумовлене вертикальним осіданням частинок внаслідок дії сили ваги при переміщенні їх через газоочисний апарат. Гравітаційне осадження застосовують для грубого очищення газових викидів від запилених частинок розміром 0,3...10 мм та більше.

Осадження під дією відцентрової сили відбувається при криволінійному русі аеродинамічного потоку, коли виникають відцентрові сили, під дією яких частинки пилу відкидаються на поверхню апарата. Відцентрове осадження частинок застосовують для очищення запиленого повітря з температурою до 500°C від частинок розміром більше 5 мкм при швидкості руху газів 2...5 м/с.

Інерційне осадження відбувається у випадку, коли маса частинки або швидкість руху настільки незначні, що вона вже не може рухатися разом з газом по лінії течії, що охоплює перешкоду. Намагаючись за інерцією продовжувати свій рух, частинки пилу стикаються з перешкодою і осаджуються на ній.

Інерційне осадження частинок застосовують для грубого очищення газових викидів від запилених частинок розмірами менше 25...30 мкм при швидкості руху газів 10...15 м/с.

Дифузійне осадження відбувається внаслідок того, що дрібні частинки пилу зазнають безперервної дії газів, які знаходяться в броунівському русі. В результаті цієї взаємодії відбувається осадження частинок на поверхні обтічних тіл або стінок пиловловлювача.

Осадження частинок за рахунок зачеплення спостерігається, коли відстань частинки, що рухається в газовому потоці, від обтічного тіла не перевищує її радіуса.

Крім основних механізмів осадження завислих частинок в технологічних процесах очищення газових викидів враховують термофорез,

дифузіофорез, фотофорез, вплив електричного й магнітного полів та радіометричних сил.

Термофорез – це відштовхування частинок нагрітими тілами. Відштовхування викликане силами, що діють на нерівномірно нагріті частинки аерозолів, які знаходяться в газоподібній фазі. Механізм цих сил 10 суттєво залежить від відношення розміру частинки і середньої довжини вільного пробігу газових молекул.

Дифузіофорез – це рух частинки, що обумовлений градієнтом концентрації компонентів газової суміші, який проявляється в процесах випаровування та конденсації. Градієнт концентрації пару, що виникає при випаровуванні, є причиною гідродинамічної течії парогазової суміші, що впливає на осадження частинок.

Фотофорез – це рух частинок аерозолі, що освітлені з однієї сторони. Характер цього явища визначається розподіленням температур в освітлювальній частинці, яке залежить від форми і розміру частинок, прозорості та показника заломлення матеріалу. Якщо сторона, що звернена до світла, більш гаряча, ніж зворотна, то частинка буде віддалятися від джерела світла.

У технологічному обладнанні для пиловловлювання в більшості випадків одночасно беруть участь в очищенні газового потоку декілька фізичних процесів. Але, частіше, тільки один з них є домінуючим при осадженні частинок певного типу. При проектуванні технологічних процесів і конструюванні газоочисного обладнання необхідно в першу чергу визначити тип речовини, що видаляється з газового потоку, її об'єм та параметри.

Видалення частинок пилу з газових потоків з використанням гравітаційного, інерційного, відцентрового й дифузійного осадження та за рахунок зачеплення реалізується технологічним обладнанням для сухого або мокрого пиловловлювання, класифікація якого наведена на рис. 3.1. Класифікація пиловловлювачів за їх ефективністю залежно від дисперсності пилу наведена на рис 3.2 [2,3].

Характеристика видів технічного обладнання для знепилення, область найдоцільнішого його використання залежно від дискретності пилу та опір наведені на рис. 3.3

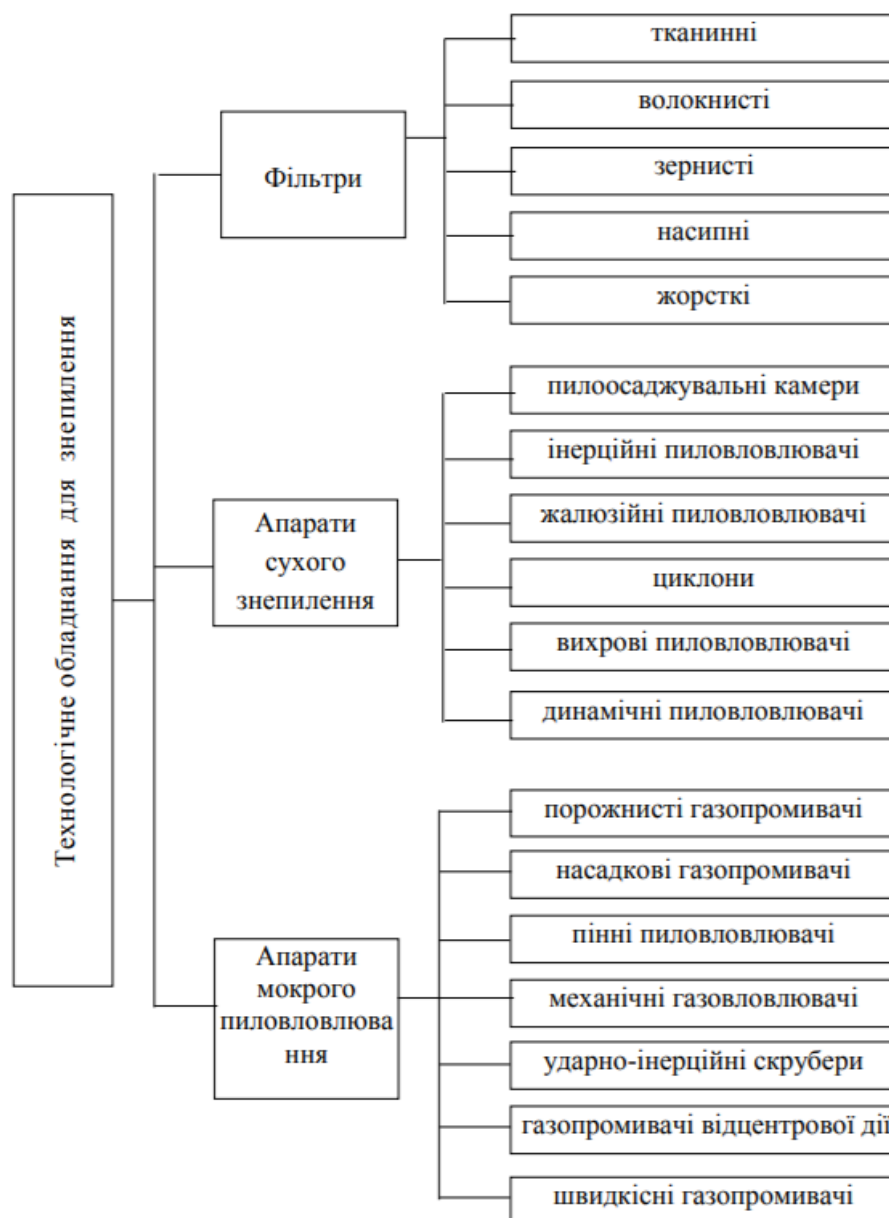


Рисунок 3.1 – Класифікація технологічного обладнання для сухого й мокрого очищення газів від пилу

Клас пиловловлювачів	Розміри частинок, що ефективно вловлюються, мкм	Нижня границя ефективності залежно від дискретності пилу	
		група дискретності пилу	ефективність, %
I	більше 0,3...0,5	V – дуже дрібнодисперсний	< 80
		IV – дрібнодисперсний	99,9...80
II	більше 2	IV – дрібнодисперсний	92...85
		III – середньодисперсний	99,9...92
III	більше 4	III – середньодисперсний	99...80
		II – великодисперсний	99,9...99
IV	більше 8	II – великодисперсний	99,9...85
		I – дуже великодисперсний	> 99,9
V	більше 9	I – дуже великодисперсний	> 99,9

Рисунок 3.2 – Класифікація пиловловлювачів за їх ефективністю

Вид пиловловлювача	Тип пиловловлювача	Клас пиловловлювача за ефективністю	Область найдоцільнішого використання за групами дисперсності пилу					Опір, кг/м ²
			I	II	III	IV	V	
Гравітаційне осадження	Пилоосаджувальні камери	V	+	+	-	-	-	20
Інерційне осадження	циклони	IV	-	+	+	-	-	200
	відцентрові скрубери	IV	-	+	+	-	-	100
	ударно-інерційні скрубери	III	-	-	+	-	-	120
	струйні ротоклони	II	-	-	+	+	-	350
	швидкісні газопромивачі Вентурі	III	-	-	+	-	-	135
		II	-	-	+	-	-	350
I	-	-	-	+	+	1000		
Фільтрація за рахунок зачеплення	тканинні фільтри	V	+	-	-	-	-	80
Інерційне й дифузійне осадження	волокнисті фільтри	III	+	+	-	-	-	60
		II	-	-	+	+	-	150
		I	-	-	-	+	+	250
Дифузійне та інерційне осадження	порожністі, насадкові та пінні пиловловлювачі	II	-	-	+	+	-	200

Рисунок 3.3 – Характеристика видів пиловловлювачів, область найдоцільнішого його використання залежно від дискретності пилу та опір

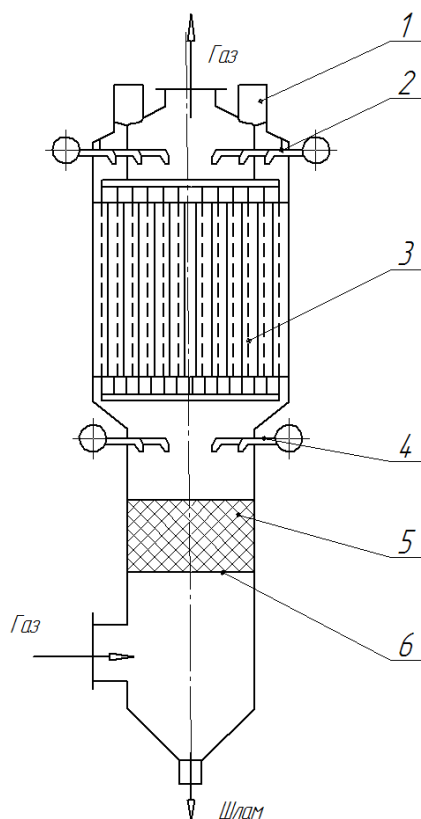
3.2 Спеціальне та нестандартизоване обладнання

Крім газоочисних апаратів загальнопромислового призначення, існують інші, конструйовані спеціально і тільки для застосування в певних специфічних умовах.

Характерним прикладом може служити електрофільтр для рудно-термічних печей електросублімації жовтого фосфору. Він працює в виключно складних умовах [1], тому його конструкція різко відрізняється від звичайних електрофільтрів.

На глиноземних заводах застосовується комбінований скруббер-електрофільтр (КМ – комбінований, мокрий). Він призначений для тонкого очищення газів, що спрямовуються у відділення карбонізації. Схема такого електрофільтра представлена на рис. 3.4.

Від попереднього він відрізняється тим, що в принципі може бути використаний в інших галузях виробництва, якщо в цьому виникне необхідність.



1 – ізоляторна коробка; 2 – змивні форсунки; 3 – система коронуючих та осаджувальних електродів; 4 – зрошувальні форсунки скруберної частини; 5 – насадка; 6 – опорні ґрати

Рисунок 3.4 – Скрубер-електрофільтр

Серед рукавних фільтрів особливе місце займає апарат ФРМ-1440, розроблений спеціально для знепилення повітря в замкнутих системах вентиляції та аспірації на азбестозбагачувальних комбінатах. Завдяки специфічним властивостям волокнистого азбестового пилу і ретельно відпрацьованим на експериментальному стенді режимам фільтрації і регенерації, фільтр дає залишкову запиленість не більше $0,5 \text{ мг/м}^3$. Цей апарат [1-3] в принципі можна використовувати і в інших галузях виробництва, проте в зв'язку з іншими властивостями пилу залишкове запилення буде на один-два порядки вище, тобто для замкнутих вентиляційно-аспіраційних систем він буде непридатний.

До спеціальних пристроїв можна віднести мокрий пиловловлювач для вагранних печей [1-3]. Він розроблений у різних конструктивних виконаннях, але спільність всіх модифікацій – його призначення для встановлення безпосередньо на верхньому обрізі шахти вагранки та інших технологічних агрегатів непридатний.

До нестандартизованого обладнання (НО) відносяться нескладні апарати, механізми, пристрої та пристрої, які відсутні в номенклатурі заводів-виготовлювачів, не передбачені загальнопромисловою нормативно-технічною документацією, однак є необхідними для застосування в даному проєкті. Креслення нестандартизованого обладнання розробляються безпосередньо під час проєктування. Виготовляється воно за індивідуальними замовленнями на підприємствах, де таке замовлення вдається розмістити, а нерідко прямо на будівельному майданчику.

Відношення до розробки НО з боку проєктувальників має визначатися такими міркуваннями:

1. Розміщення замовлень на НО завжди пов'язане з великими труднощами. Незалежно від організації виробництва на заводі-виробнику (яка постійно зазнає змін) замовлення на НО завжди є позаплановим і випадає з рамок загальної налагодженої технології. Положення посилюється тим, що це замовлення, як правило, невелике за обсягом і часто зводиться до виготовлення декількох, а іноді і єдиного виробу. Тому заводи або відмовляються від виконання замовлень на НО, або приймають їх без гарантій термінів виготовлення. В результаті, НО часто доводиться виготовляти в недостатньо обладнаних місцевих механічних цехах або ремонтних проммайданчиках. Останнє призводить до різкого зниження якості виготовлення.

При проєктуванні слід шукати всі можливості для того, щоб замість нестандартизованого застосовувати промислове обладнання, що є в номенклатурах заводів. Це потрібно робити навіть у тих випадках, коли серійне обладнання за будь-якими показниками (маса, вартість, габарити) виявляється гіршим за нестандартизоване, яке могло б бути сконструйоване. Це перевірено багаторічною практикою. Такий підхід себе виправдовує, оскільки витрати сил і часу на досягнення домовленості про виготовлення нестандартизованого обладнання зазвичай зводять нанівець економію, що досягається за рахунок його використання у проєкті.

У випадках, коли розробка НО є необхідним, замовник та автори проєкту складають двосторонній документ, у якому обґрунтовують необхідність зазначеної розробки та точно визначають шляхи її реалізації. Питання, де виготовлятиметься НО, вирішується до складання згаданого документа шляхом попередньої домовленості з підприємством-виробником (договірність фіксується документально). Допускається вирішення питання у наступному формулюванні: «Замовник проєкту бере на себе розміщення замовлення виготовлення нестандартизованого устаткування».