

УДК 621.928.9

В. В. Батлук, В. А. Батлук, М. В. Басов*Національний університет «Львівська політехніка»***СТВОРЕННЯ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧІВ ДЛЯ ПОЛІДИСПЕРСНОГО ПИЛУ**

Наведено результати експериментальних досліджень вискооефективних апаратів для очищення повітря від пилу, принциповою відмінністю яких є можливість автоматичного регулювання кута повороту жалюзі залежно від типу, якості і розміру пилу, а також режимів роботи установки.

Пиловловлювачі, полідисперсний пил, апарат, очищення, повітря.

Екологічний стан у багатьох регіонах України викликає неабияке занепокоєння громадськості. У численних публікаціях показано, що тут спостерігається стійка тенденція до багаторазового перевищення вмісту в атмосфері окислів вуглецю, азоту, пилу, токсичних сполук металів, амінів та інших шкідливих речовин. Існують серйозні проблеми з меліорацією земель, безконтрольним застосуванням у сільському господарстві мінеральних добрив, пестицидів, гербіцидів. Забруднюються стічними водами промислових і комунальних підприємств великі і малі ріки, озера, прибережні морські води. Через постійне забруднення атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунтів, рослинності відбуваються деградація екосистем і скорочення продуктивних можливостей біосфери. Забруднення навколишнього середовища шкідливо впливає на здоров'я населення, приносить значні збитки народному господарству. Останнім часом ситуація погіршилася настільки, що багато місцевостей оголошено районами екологічного лиха. Загальні викиди двоокису азоту становлять $6,5 \cdot 10^8$, сірки — $2,4 \cdot 10^8$, а інших відходів — $5,2 \cdot 10^7$ за рік. Викиди вуглекислого газу і сірчаних сполук в атмосферу приводять до виникнення парникового ефекту і пов'язаного з ним потепління клімату. За оцінками вчених, протягом ХХІ століття глобальне потепління без вживання заходів до скорочення викидів парникових газів складе від 2 до 5°C.

Основним засобом запобігання всім цим явищам є створення безвідходних виробництв, при яких відходи зводяться до мінімуму або повністю переробляються у вторинні матеріальні ресурси. При безвідходному виробництві застосовуються збалансовані за основними компонентами технологічні схеми із закритими матеріальними і енергетичними потоками.

Поняття «безвідходне виробництво» в деякій мірі умовне, тому що насправді неможливо повністю утилізувати відходи. Проте цей термін дуже зручний через орієнтацію розробників процесів на підвищення екологічної ефективності. Технологічні цикли у безвідходних виробництвах організовані таким чином, що всі повітряні і газові потоки, котрі містять забруднення, ізольовані від навколишнього середовища і знаходяться в замкнутих контурах, при виході з яких потрібно пройти через спеціальні очисні пристрої.

Операції очистки від забруднення — допоміжні і здійснюються за основними виробничими операціями, але у безвідходних технологічних схемах невідривно пов'язані з ними. При цьому відходи частіше переробляються в продукцію, необхідну для задоволення потреб підприємства. Допоміжні процеси очистки і переробки відходів організаційно являють собою продовження основного виробничого циклу, а прилади та установки для їх виконання інтегруються в особливу специфічну частину виробничого комплексу — комплексне використання сировини: уловлювання продуктів, які викидаються, і переробка у цільові продукти або напівфабрикати; повернення їх в основне виробництво або продаж іншим, зацікавленим, підприємствам.

Коли комплекс проведених заходів не знижує концентрацію шкідливих речовин до гранично допустимих норм, то викиди необхідно піддавати очищенню. Сьогодні очистка забрудненого повітря і газів від шкідливих домішок є основним способом охорони навколишнього середовища, якщо застосування активних методів знищення виділених речовин у самому технологічному процесі поки що неможливе або економічно недоцільне.

Існуючі методи очистки повітря від пилу дають добрі результати при уловлюванні великодисперсних частинок. Дрібнодисперсні ж частинки аерозолі вивести з пилоповітряного потоку неможливо. Зважаючи на це, нині важливою проблемою є створення пиловловлювачів, які здатні високоефективно вловлювати дрібнодисперсний пил. У даний час створено цілу серію двоступеневих апаратів відцентрово-інерційної дії, які в одному корпусі поєднують ефект відцентрового виділення великодисперсних частинок аерозолі та інерційного розділення при проходженні через жалюзі відокремлювача певної конструкції, встановленого коаксіально до корпусу апарата.

Удосконаленню апаратів такого типу присвячена наша робота. Ставиться завдання підвищити ефективність роботи і зменшити енергоємність і металомісткість відцентрово-інерційних пиловловлювачів, досягти можливості найліпшого вловлювання пилу різних фізичних, хімічних і морфометричних якостей.

Недоліком відцентрово-інерційних пиловловлювачів з жалюзійним відокремлювачем є неможливість регулювання кута повороту жалюзі залежно від типу, розміру та якостей пилу, технологічних режимів роботи установки (зокрема, витрат і швидкості руху повітря). Ми пропонуємо пиловловлювач полідисперсного пилу, в якому підвищення ефективності роботи досягається автоматичним самовстановленням жалюзі, що забезпечує для пилу даного типу створення мінімального кута атаки (кут між напрямком руху потоку і площиною кожної жалюзі); кут повороту жалюзі встановлюється механічним шляхом (рис. 1)

Жалюзі відокремлювача, що повертаються навколо вертикальної осі на певний кут за рахунок руху патрубка для виходу чистого повітря, жорстко з'єднаного з регулюючим кільцем, дають можливість змінювати кут атаки залежно від типу, розміру та якостей пилу, режиму роботи установки

пилоочищення. Зі зміною цих параметрів змінюється і взаємне розташування жалюзі, тобто кут між напрямком руху потоку і площиною кожної з пластин жалюзі. Чим більший кут атаки, тим гостріший кут, під яким пилоповітряна суміш попадає в щілини між жалюзі відокремлювача, тим більше частинки пилу відстають від потоку, тим ближче до зовнішньої кромки жалюзі (в бік корпусу апарата) вони стикаються з жалюзі і тим більша ймовірність їх відбиття в бік зовнішньої стінки корпусу, де рухається грубодисперсний пил, тобто все це сприяє поліпшенню очистки. Крім того, можливість автоматичного регулювання кута атаки забезпечує встановлення за допомогою ЕОМ певного кута повороту жалюзі залежно від типу, якостей і розміру пилу, режимів роботи установки, тобто підбір для них оптимального кута атаки, регулюючи тим самим процес пилоочищення. Знаючи наперед характеристики пилу, який треба вловити, за допомогою ЕОМ і системи автоматики слід повернути патрубок для виходу чистого повітря, а з ним і регулююче кільце так, щоб жалюзі відокремлювача обернулися навколо вертикальної осі, аби створити оптимальний кут атаки для пилу цього типу і забезпечити найоптимальніші умови уловлювання.

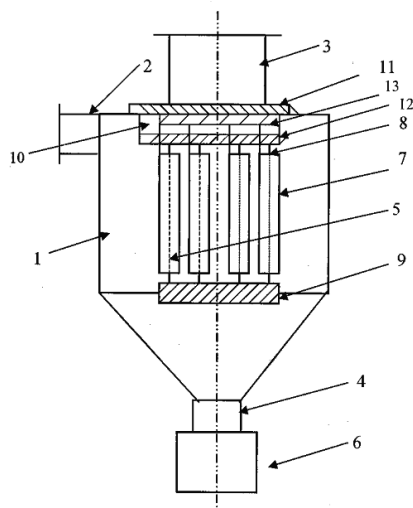


Рис. 1. Схема пиловловлювача для полідисперсного пилу

На рис. 2 зображено частину інерційного відокремлювача запропонованого пиловловлювача (вид спереду), а на рис. 3 — жалюзі (вид зверху).

Пиловловлювач складається з корпусу 1, тангенційного вхідного патрубка 2, осьових — патрубка для виходу очищеного повітря 3 і пилу 4, жалюзійного відокремлювача 5, бункера 6. Складовими частинами жалюзійного відокремлювача 5 є жалюзі 7 з міцно закріпленою віссю 8, що спирається на дно 9 і утримується у вертикальному положенні кільцем 10, приєднаним до корпусу 1. Патрубок для виходу чистого повітря 3 утримується у вертикальному положенні за допомогою сальника 11. Жалюзі відокремлювача 7 мають напрямний штир 12, який входить у радіальний паз регулюючого кільця 13.

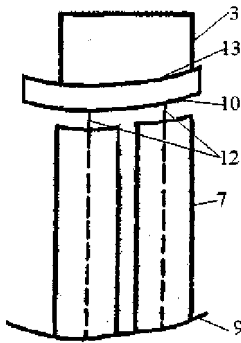


Рис. 2. Частина інерційного відокремлювача (вид спереду)

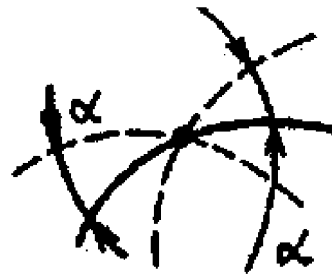


Рис. 3. Жалюзі (вид зверху)

Пилоловлювач працює наступним чином. Через тангенційний патрубок пилоповітряна суміш попадає в корпус апарата, де гвинтоподібно обертається навколо патрубка для виходу очищеного повітря. Тут на потік діє відцентрова сила, яка відкидає грубодисперсні частинки пилу до стінки корпусу. Таким чином здійснюється первинна очистка повітря від грубодисперсного пилу і в результаті найбільш забруднене повітря рухається вздовж стінки корпусу. Частинки пилу, що залишилися з повітрям, захоплюються потоком, який рухається вздовж жалюзійного відокремлювача, і внаслідок своєї інерції не встигають за повітряним потоком, котрий переміщається вздовж корпусу, який і транспортує їх до пилівипускного патрубка, а через нього — у бункер, або рухаються вздовж жалюзійного відокремлювача вниз у напрямку патрубка для виходу пилу і бункера. Отже, при проходженні через жалюзійний відокремлювач відбувається вторинна очистка потоку від дрібнодисперсного пилу. Обертаючи патрубок для виходу чистого повітря навколо своєї осі (вручну або автоматично), ми створюємо зусилля, яке через регулююче кільце і напрямний штир повертає жалюзі на кут від 0 до 60 градусів. У результаті змінюється кут атаки (кут між напрямом руху потоку і площиною кожної з пластин жалюзі), який визначає оптимальні умови уловлювання кожної складової полідисперсного пилу або пилу кожного конкретного виду.

Визначивши оптимальні кути атаки для цілого ряду пилу і внісши ці дані в ЕОМ, зможемо в подальшому автоматично або вручну запропонованим вище способом встановлювати їх залежно від умов кожного конкретного виробництва.

При потребі уловлювання великодисперсного пилу або для створення режиму зі значною витратою повітря жалюзі повертаються таким чином, щоб створити мінімально можливий кут атаки, що дозволяє збільшити дію сил інерції на тверді частинки пилу, їх відбивання від жалюзі і приблизити місце стикання з жалюзі до зовнішньої її частини (у напрямку корпусу апарата). У результаті це приведе до підвищення ефективності роботи апарата.

Зі зменшенням розмірів і маси частинок пилу (дрібнодисперсний пил) у створенні режиму роботи установки з невеликими витратами повітря збільшується кут нахилу жалюзі відносно траєкторій обертового руху потоку навколо жалюзійного відокремлювача так, щоб забезпечити максимально можливе відбиття частинок пилу від жалюзі і не допустити їх проникнення в середину відокремлювача, тобто поліпшити очистку. При цьому жалюзі повинні мати певні межі повороту в горизонтальній площині (див.рис.3), тому що при дуже великому повороті частинки пилу можуть зовсім не зіткнутися з жалюзі, а легко проникнути в середину відокремлювача або потрапити на ту частину жалюзі, яка відіб'є їх у середину відокремлювача.

Для вивчення пиловловлювачів у Національному університеті «Львівська політехніка» змонтовано експериментальний стенд (рис.4), який відповідає всім вимогам, прийнятним для аналогічних випробувань згідно з єдиною методикою порівняльного дослідження пиловловлювачів.

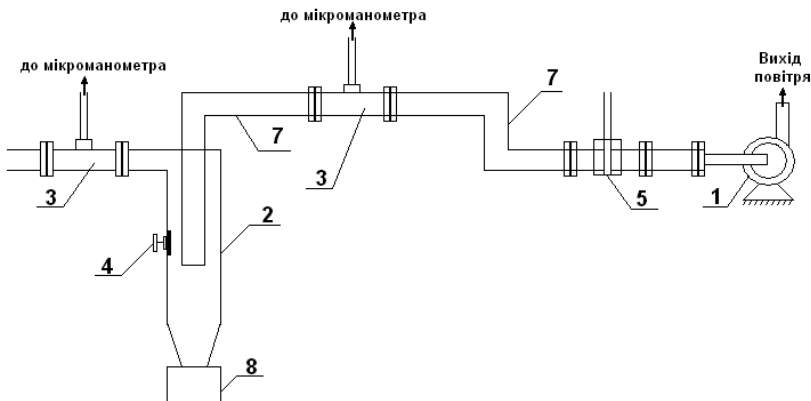


Рис. 4. Схема експериментального стенда:

1 — вентилятор; 2 — пиловловлювач; 3 — вузли заміру повного і статичного тисків; 4 — аеродинамічний зонд; 5 — шибер; 7 — газоходи; 8 — бункер

Для апаратів такого типу ефективність пиловловлювання залежить від: кута атаки (кута між напрямком руху газопилоповітряного потоку і площиною жалюзі);

співвідношення швидкостей відбиття від жалюзі $V_{\text{від}}$ і проходження в отвори між жалюзі $V_{\text{прох}}$, що визначається швидкістю руху пилогазового потоку;

швидкості всмоктування (проходження через відокремлювач), зумовленої площею живого перерізу жалюзійного відокремлювача. Залежно від діаметра частинок ця оптимальна швидкість різна: для менших частинок вища, тому що визначається силою тиску повітря на жалюзі, на яку впливають насамперед розміри частинок пилу в потоці.

Результати проведених досліджень на розробленому стенді наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Залежність ефективності уловлювання від витрат повітря в стенді, швидкості входу пилоповітряної суміші в апараті і медіанного діаметра пилу

Показник	Ефективність уловлювання пилу, %								
	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Витрати повітря в стенді, м ³ /год	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Швидкість входу в апарат, V _{вх} , м/с	87,6	88,3	89,1	91,0	91,3	91,2	89,8	89,2	88,3
Медіанний діаметр пилу, δ ₅₀ =8·10 ⁻⁶ м	89,1	89,7	91,2	93,0	93,6	93,4	92,8	92,2	91,3
δ ₅₀ =16·10 ⁻⁶ м	92,3	92,5	93,1	93,8	95,1	94,8	93,9	93,5	92,8
δ ₅₀ =32·10 ⁻⁶ м	93,2	94,1	94,9	96,0	97,8	98,1	97,3	96,9	95,2
δ ₅₀ =50·10 ⁻⁶ м									

Оптимальними умовами проведення процесу пилоуловлювання є витрати повітря в стенді від 2000 до 3000 м³/год і швидкість проходження газового потоку через щілини між жалюзі 20–30 м/с.

Досліджувалися апарати трьох типів з використанням стандартно приготовленого нами пилу (кварцового піску): перший — апарат зі самовстановленими жалюзі, другий — запропонований, третій — циклон ЦН-11 (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняльні результати дослідження пиловловлювачів

Витрати повітря, Q, м ³ /год	Ефективність уловлювання пилу, η, %											
	I апарат				II апарат				III апарат			
	Розмір пилу, δ ₅₀ , 10 ⁻⁶ м											
	8	16	32	50	8	16	32	50	8	16	32	50
1000	87	88,9	91,4	92,6	87,6	89,1	92,3	93,2	81,2	84,3	88,5	90,6
1500	87,6	89,1	91,8	93,0	88,3	89,7	92,5	94,1	82,3	84,7	89,1	91,5
2000	88,4	89,8	92,7	93,8	89,1	91,2	93,1	94,9	82,7	85,1	91,2	92,8
2500	89,5	91,2	93,4	94,7	91,0	93,0	93,8	96,0	83,8	85,8	92,3	93,9
3000	90,2	93,3	94,2	96,1	91,3	93,6	95,1	97,8	84,1	86,0	93,0	94,6
3500	90,3	93,1	93,8	95,3	91,2	93,4	94,8	98,1	84,0	85,9	93,0	94,5
4000	89,0	92,4	93,2	95,1	89,8	92,8	93,9	97,3	83,1	85,3	92,7	94,3
4500	87,3	91,0	91,9	94,3	89,2	92,2	93,5	96,9	81,0	84,1	92,4	93,8
5000	86,4	89,7	90,0	93,2	88,3	91,3	92,8	95,2	80,3	82,0	91,9	92,3

Пиловловлювач першого варіанту забезпечував підвищення ефективності порівняно з циклоном ЦН-11 на 2–4% — завдяки встановленню в корпусі апарата жалюзійного відокремлювача, жалюзі якого самовстановлюються залежно

від витрат повітря і розміру пилу. Це особливо потрібно у виробництвах, де часто ці параметри змінюються і немає можливості миттєво реагувати на ці зміни. Найвищої ефективності уловлювання пилу досягли в пиловловлювачі другого варіанту, де залежно від зміни параметрів пилоповітряного потоку і пилу можна автоматично (за допомогою ЕОМ) змінити кут повороту жалюзі за градуйованим і введеним у пам'ять машини графіком.

Отже, запропоновані нами апарати знайдуть широке застосування в будь-якій галузі господарства, де необхідне вловлювання дрібнодисперсного пилу, що утворюється при обробці різних за фізико-хімічним і морфометричним складом матеріалів.

1. Батлук В. А. Визначення оптимальних конструктивних розмірів відцентрово-інерційних пиловловлювачів: тез. доп. 1X Міжнар. конф. АС ПГЧ «Промислова гідравліка і пневматика» / В. А. Батлук, В. В. Батлук, О. В. Мельников. — К., 2008. — С. 44–45. 2. Батлук В. А. Один из путей решения проблем устранения промышленной опасности, создаваемой мелкодисперсной пылью: юбил. науч. чтения «Белые ночи-2008» // Материалы Междунар. науч. чтений Междунар. академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности / В. А. Батлук, В. В. Батлук, А. В. Мельников. Ч. 2. — СПб:Изд-во МАНЭБ. — С. 327–332. 3. Batluk W. A. The Problem of Highly Effective Cleaning of air from dust / W. A. Batluk, W. W. Batluk, W. I. Makarczuk // Motrol motoryzacja i energetyka rolnictwa motorization and power in Agriculture. Lublin, 2009. — № 11. P. 26–31. 4. Батлук В. А. Профілактика професійних захворювань при виробництві будівельних матеріалів: матер. Міжнар. наук. конф. «Охрана праці та соціальний захист працівників» / В. А. Батлук, В. В. Батлук, М. В. Басов, Р. М. Сукач. — К., 2008. — С. 19–22.

СОЗДАНИЕ ПЫЛЕУЛАВЛИВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛИДЕСПЕРСНОЙ ПЫЛИ

Приводятся результаты экспериментальных исследований высокоэффективных аппаратов для очистки воздуха от пыли, принципиальным отличием которых является возможность автоматического регулирования угла поворота жалюзии в зависимости от типа, качества и размера пыли, а также режимов работы установки.

PYLEULAVLIVATELEY POLIDESPERSNOY FOR CREATING DUST

The article deals with the results of experimental researches of highly effective devices for air cleaning of a dust which basic difference is the opportunity of automatic control of an 'jalousie' angle of rotation depending on type, qualities and the size of a dust and operating modes of installation.

Стаття надійшла 01.12.09