

АПАРАТИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВІТРЯ ВІД ПИЛУ

Рассматриваются экспериментальные исследования аппарата нового поколения, в котором жалюзийный отделитель выполнен в виде срезанного конуса, направленного своей вершиной снизу вверх в направлении к патрубку выхода пыли, с целью определения лучшей его формы и типа, которые позволят повысить эффективность улавливания пыли, и снизить энерго- и металлоёмкость.

The experimental researches of the new generation device are studied in the article. The Venetian blind's separator is made in a form of a cut cone with its apex turned upwards in the direction of the dust outlet. The purpose is to conduct the device's comparative tests and single out its best form and type which will allow to promote the efficiency of dust catching and reduce power and metal capacities.

Постановка проблеми

Наближується до катастрофічного стану більша частина основних виробничих фондів країни, які безнадійно зношені і не мають нормального технічного обслуговування. Впливає також і те, що потенційно небезпечні об'єкти атомного, енергетичного, хімічного, металургійного, машинобудівного, оборонного і будівельного комплексів створювалися та експлуатувалися без належного врахування всіх складових екологічної та технологічної безпеки, умов і можливостей захисту людини, населення, об'єктів, території і середовища, існування від техногенних і природних аварій та катастроф. У широких масштабах використовувалися екологічно недосконалі технології в промисловості, сільському господарстві, енергетиці, на транспорті.

Примноження екологічних небезпек викликається колосальною кількістю викидів пилових частинок в усіх без винятку галузях промисловості. В Україні високий рівень забруднення атмосферного повітря. За даними Міністату України у 2008 році загальний обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря становив 6,04 млн. т причому 4,16 млн. т — від *стаціонарних* джерел забруднення, що на 8 % менше, ніж у 2007 році, та 1,88 млн. т — від автотранспорту (*нестационарних* джерел). Високий рівень забруднення повітря залишився у 9 містах України, які знаходяться переважно в Донецько-Придніпровському промисловому регіоні: Кривому Розі, Маріуполі, Донецьку, Запоріжжі, Дніпродзержинську, Дніпропетровську, Єнакієвому, Луганську, Дебальцевому. Найбільше викидів окислів азоту, діоксиду сірки та пилу дають стаціонарні джерела підприємств паливно-енергетичного комплексу — відповідно, 56, 70 і 52 %. Викидів вуглеводнів та легких органічних сполук (ЛОС) — підприємства видобувної промисловості — 74 %, а викидів оксиду вуглецю — підприємства обробної промисловості — 70 %.

Аналіз останніх досліджень свідчить, що на даний час темпи зростання ефективності роботи комплектуючих апаратів схем пилоочищення помітно відстають від

вимог до них як і з точки зору ефективності роботи, так і з точки зору енерго- і металоємності. У зв'язку з цим виникає необхідність у використанні нових принципів конструювання апаратів пилоочищення, що поєднують в одному корпусі декілька ступенів очищення, заснованих на використанні відцентрових, інерційних і сил тяжіння або зміни фізичних параметрів пилу.

Постановка завдання

В основу роботи поставлено завдання створення апарата нового покоління, у якому виконання певним чином жалюзійного відокремлювача призведе до значного підвищення ефективності його роботи та зменшення енерговитрат.

Виклад основного матеріалу дослідження

Нами запропоновано створення такого пиловловлювача, в якому підвищення ефективності пиловловлювання досягається шляхом збереження постійної швидкості руху пилоповітряної суміші в корпусі апарата вздовж жалюзійного відокремлювача від верху до низу у напрямку до пиловипускного патрубка та при проходженні його через щілини між жалюзі, що у свою чергу призводить і до зниження його гідравлічного опору, забезпечуючи таким чином сприятливий аеродинамічний режим для проведення процесу очищення.

З цією метою пропонується конструкція принципово нового пиловловлювача із зворотним конусом, загальний вигляд якого зображено на рис. 1.

Пиловловлювач працює наступним чином. Пилоповітряна суміш надходить тангенційно в корпус 1 пиловловлювача через вхідний патрубок 2. Під дією відцентрових сил частинки пилу більшої маси відкидаються до циліндричної частини корпусу апарата 1, сповзають під дією сил тяжіння вниз, спочатку вздовж циліндричної, а потім конічної частини його до патрубка виходу пилу 4 і через нього у бункер (на кресленні не показаний). Частинки пилу меншої маси, які захоплюються потоком вже очищеного

від великих фракцій повітря, рухаються до жалюзійного відокремлювача 5, за рахунок своєї інерції не встигають за потоком, стикаються з жалюзі відокремлювача і після кількох зіткнень відбиваються у зворотному напрямку до стінки корпусу апарата, де захоплюються потоком масивніших частинок пилу, і разом з ними прямують до патрубка виходу пилу 4, а через нього до бункера. Число зіткнень залежить від маси та складу частинок і швидкості руху пилогазового потоку. Таким чином вторинна очистка повітря відбувається при проходженні його через жалюзі 6 відокремлювача 5, де повітря огинає жалюзі 6, а тверді частинки пилу потрапляють до них, відбиваються і в залежності від маси, потрапляють або до стінки корпусу 1, як зазначено вище, або знову стикаються з наступними жалюзі по ходу руху повітря, і так далі до того часу, поки не потраплять у потік, який рухається до пиловипускного патрубка 4.

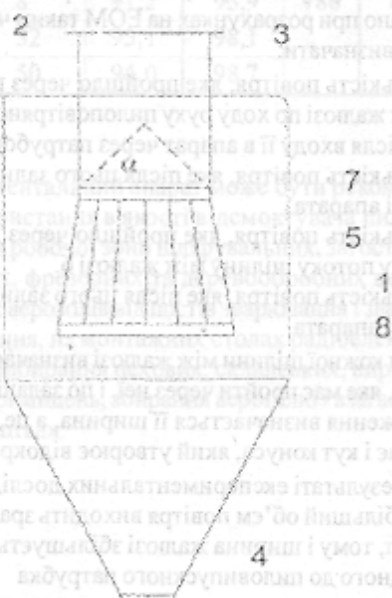


Рис. 1. Пилловловлювач (загальний вигляд зі знятою передньою стінкою).

1 — циліндричний конус; 2 — вхідний тангенційний патрубок; 3 — осьовий патрубок для виходу очищеного повітря; 4 — осьовий патрубок для виходу пилу; 5 — жалюзійний відокремлювач; 7, 8 — обічайки.

Очищене таким чином повітря омиває жалюзі з мінімальним кутом атаки, потрапляє в середину жалюзійного відокремлювача і виводиться через патрубок виходу чистого повітря.

Відтак у запропонованому пилловловлювачі відбувається двоступеневе очищення повітря від пилу: під дією відцентрових сил на рівні верхньої суцільної частини жалюзійного відокремлювача і під дією сил інерції при проходженні через жалюзі відокремлювача.

У процесі очистки повітря від пилу дуже важливе значення має питання збереження постійними швидкості обертання потоку навколо жалюзійного відокремлювача

5 і швидкості проходження його через щілини між жалюзі 6 відокремлювача, для чого жалюзійний відокремлювач 5 виконано конусним з певним кутом при вершині.

Для підтримання швидкості проходження пилогазового потоку через щілини між жалюзі відокремлювача 5 необхідно зменшити площу живого перерізу жалюзійного відокремлювача 5 у напрямку від вхідного патрубка 2 до пиловипускного патрубка 4.

З рис. 2 зрозуміло, що площа живого перерізу жалюзійного відокремлювача 5 зумовлена формою жалюзі 6, що і визначає їх кількість.



Рис. 2. Жалюзі відокремлювач, вид спереду.

Враховуючи, що до кожної наступної жалюзі 6 відокремлювача 5 надходить кількість пилогазової суміші, яка зменшена на об'єм, який вже пройшов через отвір між попередніми жалюзі 6. Ця кількість потрапляє всередину жалюзійного відокремлювача 5 і виводиться з апарата через патрубок виходу очищеного повітря 3. Отже зменшуючи ширину кожної щілини між жалюзі 6 у напрямку від вхідного патрубка 2 до пиловипускного патрубка 4 від верху донизу, за рахунок збільшення ширини кожної жалюзі, досягаємо вирівнювання швидкості проходження пилоповітряної суміші через щілини між жалюзі 6 відокремлювача 5. За таких умов швидкість обертання пилоповітряної суміші у корпусі 1 апарата навколо жалюзійного відокремлювача 5 є оптимальною для даного типу пилу. Зменшити площу живого перерізу жалюзійного відокремлювача 5 можна тільки зменшенням кроку жалюзі в ньому від верху до низу (крок жалюзі — це відстань між двома наступними жалюзі, тобто ширина щілини між ними).

Крім того, для підтримання постійної в тому ж напрямку швидкості руху пилоповітряної суміші в корпусі апарата ми зменшуємо відстань жалюзі 6 від корпусу апарата 1. За рахунок того, що при русі пилоповітряної суміші від верху до низу від вхідного патрубка 2 до пиловипускного патрубка 4 кількість повітря весь час зменшується через рівномірне проходження його значної частини через щілини між жалюзі 6 відокремлювача всередину його, ми, зменшуючи відстань між жалюзі 6 та корпусом 1, досягаємо рівномірності його швидкості обертання навколо жалюзійного відокремлювача 5, тобто і в корпусі апарата в тому ж напрямку.

Запропонований пилловловлювач відрізняється тим, що жалюзійний відокремлювач, виконаний у вигляді зріза-

ного конуса, направленою своєю вершиною від низу до верху в напрямку до патрубку виходу очищеного повітря з певним кутом α при вершині конуса, що його утворює, а ширина кожної жалюзі відокремлювача рівномірно збільшується від верху до низу по всій її довжині в напрямку до пиловипускного патрубка.

Нами проведено дослідження запропонованого апарата на експериментальному стенді НУ «Львівська політехніка» на стандартному експериментальному пилу з медіанним діаметром $(32 \text{ і } 50) \cdot 10^{-6} \text{ м}$ з різними кутами α при вершині конуса (рис. 1), який утворює жалюзійний відокремлювач 5.

Всього було досліджено одинадцять типів відокремлювачів з різним відношенням цього кута в напрямку від вхідного патрубка 2 до пиловипускного патрубка 4 при витратах повітря $3000 \text{ м}^3/\text{год}$ (табл. 1).

Таблиця 1
Визначення кута при вершині конуса, що утворює відокремлювач

Розмір пилу, 10^{-6} (м)	Кут при вершині конуса, що утворює відокремлювач, α , град.	Ефективність роботи, %
32	5	91,9
	7	92,8
	10	93,9
32	12	95,4
	14	95,8
	15	97,2
32	16	97,6
	17	95,5
	18	94,3
32	19	93,9
	20	91,8
	50	5
7		92,8
10		94,0
50	12	96,7
	14	97,2
	15	98,3
50	16	98,5
	17	95,8
	18	95,2
50	19	94,1
50	20	93,3

У результаті експериментів доведено, що оптимальним є кут при вершині конуса, що утворює відокремлювач 5, який дорівнює 12–16 градусів.

При кутах вищих за 16 градусів стінки корпусу апарата ближче притискаються до жалюзійного відокремлювача

ча 5 і частинки пилу, які вже відкинуті на цей момент відцентровою силою до зовнішньої стінки корпусу 1, мають реальну можливість захопитися потоком повітря і почати рухатися разом з ним у бік відокремлювача 5, щоб потім проскочити через щілини між його жалюзі.

При величині цього кута менше 12 градусів стінки корпусу апарата віддаляються від відокремлювача, при цьому зменшується швидкість руху потоку всередині корпусу і відцентрової сили недостатньо для пошарового розділення потоку, запилене повітря не встигає пройти через щілини відокремлювача за час обертання навколо нього, тобто не вдається досягти постійних швидкостей як проходження потоку через жалюзійний відокремлювач, так і його обертання в корпусі навколо останнього.

Величина, яка дорівнює 12–16 градусів, є оптимальною, тому що при такому варіанті досягається постійна швидкість руху пилоповітряної суміші через отвори між жалюзі відокремлювача, тобто стабільна робота апарата.

Цю зміну кута конуса, який утворює відокремлювач, враховано при розрахунках на ЕОМ таким чином, що дозволило визначити:

1. Кількість повітря, яке пройшло через першу щілину між жалюзі по ходу руху пилоповітряної суміші зразу ж після входу її в апарат через патрубок 2.
2. Кількість повітря, яке після цього залишилося в корпусі апарата.
3. Кількість повітря, яке пройшло через другу по ходу руху потоку щілину між жалюзі 6.
4. Кількість повітря, яке після цього залишилося в корпусі апарата.

Для кожної щілини між жалюзі визначається кількість повітря, яке має пройти через неї, і по заданій швидкості її проходження визначається її ширина, а це, в свою чергу, визначає і кут конуса, який утворює відокремлювач.

У результаті експериментальних досліджень доведено, що більший об'єм повітря виходить зразу після входу в апарат, тому і ширина жалюзі збільшується в напрямку від вхідного до пиловипускного патрубка

На експериментальному стенді НУ «Львівська політехніка» було проведено порівняльні дослідження пиловловлювача із відокремлювачем із зворотним конусом і циклона ЦН-11 (кращого з існуючих апаратів для очистки повітря від пилу) на стандартному пилу (табл. 2).

Експериментальні дослідження довели, що ефективність запропонованого апарата більша на 5–6 %, а гідравлічний опір менший на 100–140 Па, ніж у циклона ЦН-11, що і необхідно було досягти.

Збільшення ефективності пиловловлення у запропонованому апараті досягається підтриманням оптимальних параметрів руху пилоповітряної суміші в ньому:

- швидкість входу пилоповітряної суміші до апарата дорівнює 20–22 (м/с);
- швидкість проходження повітря через щілини між жалюзі відокремлювача є постійною і дорівнює 8–10(м/с) і є незмінною від верху до низу від вхідного патрубка до патрубка виходу пилу;
- швидкість руху потоку всередині корпусу апарата складає 15–18 м/с і є постійною від верху до низу.

