

## НОВЕ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПИЛОВЛОВЛЕННЯ НА ТРАНСПОРТІ

*Батлук В.А., Басов М.В., Романцов Е.В.,*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

*У статті розглядаються експериментальні дослідження відцентрово – інерційного пиловловлювача з водяною сорочкою з метою проведення його порівняльних випробувань і виділення кращої конструкції, яка дозволить підвищити ефективність уловлювання пилу і понизити енерго- і металоємність.*

*Ключові слова: пиловловлювач, пиловиведення.*

**Постановка проблеми.** Найбільші досягнення в галузі відцентрового вловлення твердих частинок з газових та рідинних потоків треба відмітити в частині апаратурного оформлення (конструювання), а не наукових розробок, що пояснюється з одного боку накопиченням багаторічного досвіду експлуатації промислових апаратів, а з другого – великою складністю описування окремих явищ і характеристик гетерогенних систем: тверде тіло – газ, тверде тіло – рідина в відцентровому полі. Тому теорія роботи циклонів ще не вдосконалена і не дає можливості розраховувати циклони різних конструкцій. До цього часу тільки емпіричним шляхом вирішується питання про найвигідніші форми циклонів.

Всі вдосконалення, які проводяться в циклонах, можна розділити на наступні групи: при підводі запиленого потоку в апарат (вхідний патрубок), сам корпус апарата, при відводі очищеного повітря з апарата (вихідний патрубок чистого повітря) і пилу (бункер і вихідний патрубок виділеного в ньому пилу).

Ми будемо розглядати тільки варіанти вдосконалень в корпусі апарата, при цьому вихідний патрубок чистого повітря – елемент, що найчастіше піддається дослідженню. Це зв'язано з необхідністю боротьби з вторинним виносом дрібнодисперсного пилу за рахунок радіальних стоків.

**Аналіз останніх досягнень.** Всі вдосконалення в корпусі апарата проводяться з метою збільшення ефективності пиловловлення та зменшення гідравлічного опору циклонів за рахунок регулювання вторинного виносу дрібнодисперсних частинок через патрубок виходу чистого повітря. Гідравлічний опір визначає енергію, що затрачується на процес пилоочистки і, таким чином, вартість його. Геометрична форма і конструкція вихлопного патрубка вносять основний внесок в загальний гідравлічний опір апарата, який збільшується при зменшенні його діаметра та збільшенні глибини його входу в апарат. Тому більшість вдосконалень вихідного патрубка чистого повітря оснований:

- на зміні його форми (циліндрична, конічна, циліндрично-конічна, спіральна);
- на оснащенні його зубцями, направляючими спіралями, вібруючими елементами, нахиленими соплами, перфорованими отворами.

Всі ці вдосконалення приводять до незначного підвищення ефективності пиловловлення і зменшення гідравлічного опору.

У зв'язку з тим, що обертовий рух пилоповітряної суміші, що поступає у вихідний патрубок, затухає дуже повільно, то для утворення аеродинамічного вентиляційного ефекту навколо вихідного патрубка чистого повітря встановлюють конічний, спіральний, лопасний, гвинтово-лопасний розкручувач, крильчатку, гвинтову направляючу.

Для стабілізації руху пилоповітряної суміші всередині корпусу циклона і запобігання попадання дрібнодисперсного пилу в патрубок виходу чистого повітря в корпусі апарата співвісно встановлюють суцільні циліндричні, конічні, циліндрично-конічні, спіральні, перфоровані камери або стержні по осі апарата, причому перфоровані камери існують циліндричні, конічні, циліндрично-конічні.

Всі ці вдосконалення показали можливість незначного зменшення гідравлічного опору апарата, але ефективність пиловловлення при цьому або зменшується, або лишається без змін.

Для підвищення ефективності очистки повітря від пилу і для зменшення виносу з апарата дрібнодисперсних фракцій на вихлопних патрубках монтують додаткові пристрої, що являють другий ступінь пилоочистки: пилові камери, мультициклони, які дозволяють значно підвищити ефективність пиловловлення, але і збільшують при цьому гідравлічний опір.

Шляхом досліджень на стандартному експериментальному стенді в НУ «Львівська політехніка» на стандартному кварцевому піску з певним медіанним розміром ми вибрали в якості еталону найефективніший з існуючих апаратів сухого знепилення – циклон ЦН-11, з яким і будемо порівнювати параметри новостворених пиловловлювачів.

**Метою роботи** є досягнення значного підвищення ефективності пилоочистки від дрібнодисперсного пилу при зменшенні гідравлічного опору та габаритів апарата, шляхом виконання певним чином корпусу апарата.

**Виклад основного матеріалу.** Робота пиловловлювача буде зрозумілою з рисунку 1 і опису.

Пиловловлювач працює наступним чином. Пилоповітряний потік за рахунок дії відцентрових сил після його входу в апарат тангенційно через патрубок 2 розділився на два гвинтоподібних потоки: перший – вздовж стінки 7 корпусу 1, другий – навколо жалюзійного відокремлювача 5. У другому потоці частинки пилу не встигають за рухом повітря, яке круто повертає в щілини між жалюзі відокремлювача, через наявність сил інерції, які діють на них, попадають на жалюзі, відбиваються від них доти, доки не відіб'ються до стінки корпусу апарата і не підхопляться першим потоком, що рухається до пилівипускного патрубка 4. Пил, який рухається гвинтоподібно вздовж стінки 7 корпусу 1 весь час охолоджується за рахунок того, що в каналі, утвореному стінками 1 і 7 корпусу, також зверху вниз рухається охолоджена в охолоджувачі 11 вода, призначення якої не тільки охолодити виділений пил і пилогазовий потік, який рухається в просторі між стінкою 7

апарата та жалюзійним відокремлювачем 5, а ще притягнути до себе виділений в пиловловлювачі пил за рахунок утвореної біля стінки корпуса апарата різниці температур.

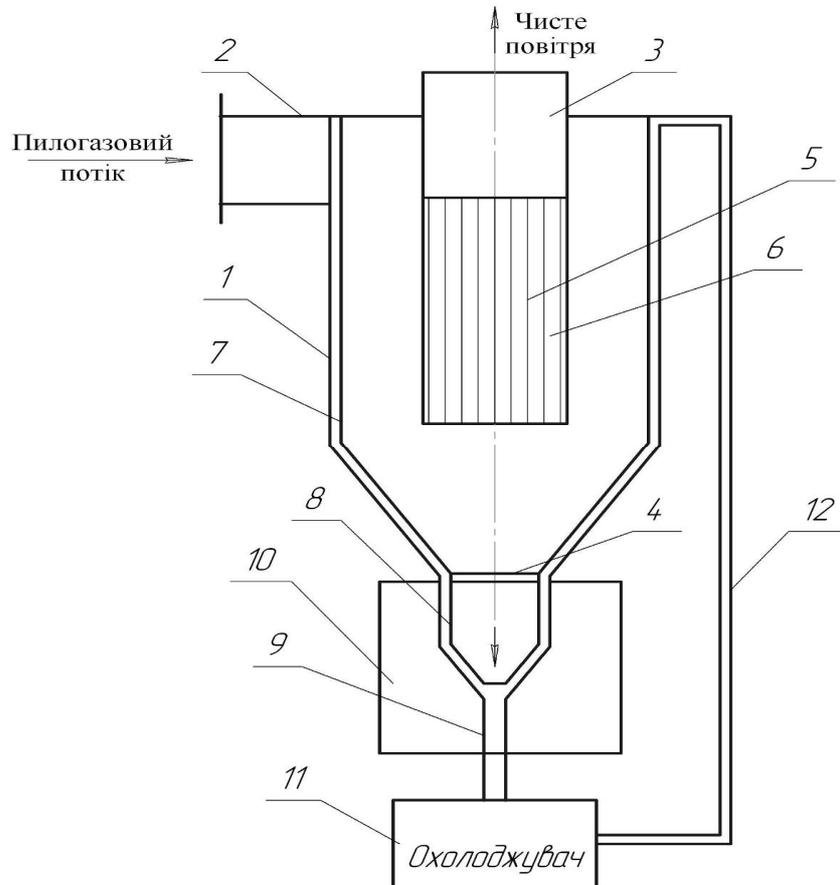


Рисунок 1 – Принцип роботи пиловловлювача

Вода, яка подається на рівні тангенційного вхідного патрубку 2 через форсунки (на кресленні не показані) в канал, утворений стінками 7 і 1 корпуса апарата, рухається в цьому каналі зверху вниз до осевого патрубку 4 виходу пилу і вже в нижній частині в бункері апарата 10 для збирання пилу через конічну воронку 8 цей канал об'єднується в один суцільний трубопровід 9, розташований по осі апарата, який іншим своїм кінцем входить в охолоджувач 11. Охолоджувач 11 оснащений трубопроводом 12, який за допомогою насоса (на кресленні не показаний) приєднує його у верхній частині апарата на рівні вхідного патрубку 2 до каналу, утвореного подвійними стінками 1 та 7 його корпуса.

Ми провели експериментальні дослідження ефективності пиловловлення в залежності від відношення висоти циліндричної частини відокремлювача до висоти його конічної частини. Дані випробувань наведені в таблиці 1 (експериментальний пил – кварцевий пісок з медіанним діаметром  $50 \cdot 10^{-6}$  м).

Як видно з таблиці 1, відношення висоти циліндричної частини до висоти конічної частини  $1,3 \div 1,6$  дає максимальну ефективність пиловловлення при різних витратах повітря.

Таблиця 1 – Експериментальні дослідження ефективності пиловловлення в залежності від відношення висоти циліндричної частини відокремлювача до висоти його конічної частини

Розхід повітря, м <sup>3</sup> /Г	Відношення висоти циліндричної частини відокремлювача до висоти його конічної частини	Ефективність пиловловлення, %	
		Запропонованого	Циклона ЦН-11
1000	0	83.1	82.3
	1	84.8	-
	1.1	85.1	-
	1.2	95.6	-
	1.3	89.1	-
	1.4	89.0	-
	1.5	89.1	-
1000	1.6	89.1	82.3
	1.7	84.9	-
	1.8	83.6	-
	2.0	82.0	-
2000	0	84.0	83.6
	1	95.0	-
	1.1	85.6	-
	1.2	86.5	-
	1.3	90.2	-
	1.4	90.0	-
	1.5	90.2	-
	1.6	90.1	-
	1.7	85.2	-
	1.8	84.4	-
	2.0	83.0	-
3000	0	84.5	85.5
	1	85.6	-
	1.1	86.1	-
	1.2	87.0	-
	1.3	91.8	-
	1.4	91.7	-
	1.5	91.8	-
	1.6	91.5	-
	1.7	87.4	-
	1.8	86.2	-
2.0	84.1	-	

Ми провели експериментальні дослідження ефективності пиловловлення в залежності від ширини каналу, утвореного стінками 1 та 7 апарата. Дані випробувань наведені в таблиці 2 (експериментальний пил –

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ, ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА  
 кварцевий пісок з медіанним діаметром (32 та 50)·10<sup>-6</sup> м. Витрати повітря –  
 1000 м<sup>3</sup>/Г.

Таблиця 2 – Визначення ширини каналу, утвореного стінками 1 та 7 апарата

Розмір пилу, 10 <sup>-6</sup> , м	Ширина каналу, утвореного стінками 1 та 7 апарата, мм	Ефективність роботи, %
32	0	81,9
	2	82,8
	4	83,9
32	5	85,1
	6	85,8
	8	86,2
32	10	87,2
	12	86,5
	14	85,3
32	16	83,9
	20	81,8
50	0	93,1
	2	82,8
	4	84,0
50	5	85,1
	6	87,2
	8	88,0
50	10	89,2
	12	87,8
	14	86,2
50	16	85,1
50	20	84,3

У результаті експериментів доведено, що оптимальною є ширина каналу, утвореного стінками 1 та 7 апарата, яка дорівнює 10 мм.

При ширині нижчій за 10 мм стінки корпусу апарата 1 та 7 ближче притискаються одна до другої і вода, по-перше, буде мати більшу швидкість протікання, і для її подачі необхідний більш потужний насос, а, по-друге, її температура буде така ж, як і при ширині каналу в 10 мм.

При збільшенні цієї ширини понад 10 мм стінки корпусу апарата 1 та 7 віддаляються одна від другої і тоді, по-перше, швидше охолоджується вода, а, по-друге, її швидкість падає, і всього цього разом недостатньо для отримання необхідного ефекту.

Величина, яка дорівнює 10 мм, є оптимальною, тому що при такому варіанті досягається постійна, стала швидкість руху води всередині каналу, утвореного стінками 1 та 7 апарата, і її температура буде достатньою для досягнення запланованого ефекту.

На експериментальному стенді національного університету «Львівська політехніка» проведені порівняльні дослідження запропонованого пиловловлювача з найбільш поширеним апаратом циклоном ЦН-11, результати яких наведені в табл. 3.

В якості експериментального пилу прийнято кварцовий пісок із медіанним діаметром  $(8,32,50) \cdot 10^{-6}$  м.

Таблиця 3 – Порівняльні дослідження пиловловлювачів

Витрата повітря, м <sup>3</sup> /год.	Медіанний діаметр пилу, 10-6 м	Ефективність роботи, %		Гідравлічний тиск, Па	
		Запропонованого	Циклона ЦН-11	Запропонованого	Циклона ЦН-11
1000	8	81,0	64,4	900	1200
2000		81,9	67,5	1100	1500
3000		82,5	68,6	1360	1600
3500		81,8	67,4	1400	1650
1000	32	87,1	71,1	900	1200
2000		89,3	72,9	1100	1500
3000		90,2	73,5	1360	1600
3500		84,6	72,8	1400	1650
1000	50	89,1	89,1	900	1200
2000		90,3	91,8	1100	1500
3000		92,5	93,7	1360	1600
3500		87,2	91,9	1400	1650

Таким чином в наведеній конструкції відбувається вирівнювання потоків усередині корпусу апарата, заспокоєння потоку, зниження швидкості турбулентних вихорів, зменшення радіусу вторинного вихору, який рухається гвинтоподібно знизу вверх назустріч руху пилогазової суміші, яка рухається зверху донизу, і виключається підсос газу в системі, а це, в свою чергу, значно підвищує ефективність роботи апарата і знижує його гідравлічний опір. Як видно з таблиці 1, нам вдалося збільшити ефективність пиловловлення в запропонованому пиловловлювачі на 2-3 % в порівнянні з прототипом, зменшивши гідравлічний опір його в 1,2-1,4 рази.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Шляхом створення цілого ряду пиловловлювачів нам вдалося досягти значного збільшення (6-8 %) ефективності вловлення дрібнодисперсного пилу  $(8 \text{ і } 16) \cdot 10^{-6}$  м у порівнянні з еталоном – циклоном ЦН-11 при зменшенні їх гідравлічного опору і витрат металу (менші габаритні розміри). Апарат першого типу, в якому вдалося досягти невеликого збільшення показників роботи, все одно на 1-2% перевищує ефективність роботи еталона.

Створивши цілий ряд апаратів пиловловлення, нам вдалося задовольнити (за вимогами дотримання норм ГДК) цілий ряд галузей промисловості, тому що в залежності від типу пилу та технологічних умов виробництва можна вибрати найбільш придатний до цих вимог тип

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ, ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА  
пиловловлювача, для якого нами створена автоматизована система (за допомогою ЕОМ) такого вибору.

В даний час йде впровадження цілого ряду запропонованих пиловловлювачів під час роботи транспорту, при обробці деревини, переробці відходів гуми, виробництві цементу.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Патент на корисну модель № 50556. Пиловловлювач із водяною сорочкою / Батлук В. А., Романцов Е. В. – Заявка № и200914006В01Д45/00 від 31.12.2009; Опубл 10.06.2010; Бюл. № 11 2010р.

2. Батлук В. А. Рівень забруднення атмосферного повітря та його вплив на стан здоров'я населення України / В. А. Батлук, Е. В. Романцов, Н. М. Параняк // Збірник наукових праць «Строительство, материаловедение, машиностроение», № 52, Серія «Безопасность жизнедеятельности». – Днепропетровск, 2010. – С. 205-210.

**Батлук В.А., Басов М.В., Романцов Е.В. НОВОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ**

*В статье рассматриваются экспериментальные исследования центробежно-инерционного пылеуловителя водяной сорочкой с целью проведения его сравнительных испытаний и выделения лучшей конструкции, которая позволит повысить эффективность улавливания пыли и снизить энерго- и металлоёмкость.*

*Ключевые слова: пылеуловитель, улавливание пыли.*

**Batluk V.A., Basov Y.V., Romantsov Y.V. NEW SOLUTION FOR THE PROBLEM OF DUST COLLECTION AT TRANSPORT**

*Experimental researches of centrifugal-inertia dust separator with water dress for conducting its comparative tests and selecting the best construction which will allow to increase efficiency of dust catching and reduce energy and steel intensity are examined in the article.*

*Key words: dust separator, dust collection*