

Батлук В.А., д.т.н., проф., Р.Ю. Сукач – співшукач
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
М.Я. Колісник – співшукач
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДЦЕНТРОВО-ІНЕРЦІЙНИХ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧІВ

В статье рассматриваются экспериментальные исследования центробежно-инерционного пылеуловителя с двумя срезанными жалюзийными отделителями с целью проведения их сравнительных испытаний и выделения лучшей формы корпуса и типа жалюзийного отделителя, которые позволят повысить эффективность улавливания пыли, и снизят энерго и металлоемкость.

Experimental researches of centrifugal-inertia dustcatcher with twelve types of jalousie separators with the purpose of conducting of their comparative tests and selection of the best form of corps and type of jalousie separator, which will allow to promote efficiency of catching of dust, and reduce energy and metal are examined in the article.

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 у 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 пил (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 потоків.

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, на його вартість. Геометрична форма і конструкція вихлопного патрубку 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 патрубку чистого повітря засновано:

- 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, яка поступає у вихідний патрубок, затухає дуже повільно, то для утворення аеродинамічного вентиляційного ефекту навколо вихідного патрубку чистого повітря встановлюють: конічний, спіральний, лопастний, гвинтово-лопастний розкручувач, крильчатку, гвинтову направляючу.

Для стабілізації руху пилоповітряної суміші всередині корпусу циклопа і запобігання попадання дрібнодисперсного пилу в патрубок виходу чистого повітря, в корпусі апарата співвісно встановлюють суцільні циліндричні, конічні, циліндрично-конічні, спіральні вставки.

Всі ці вдосконалення не в змозі високоефективно вловити дрібнодисперсний пил.

Метою роботи є створення відцентрово-інерційного пиловловлювача принципово нового типу здатного вирішити питання вловлення дрібнодисперсного пилу.

Виклад основного матеріалу. Для забезпечення вимог ГДК нами запропонована конструкція апарату, представленого на рис.1, в основу конструкції якого поставлене завдання створення пиловловлювача, у якого за рахунок вирівнювання швидкостей руху пилоповітряної суміші, як зверху вниз, так і при проходженні його через жалюзійний відокремлювач, збільшити ефективність пиловловлення і зменшити гідралічний опір.

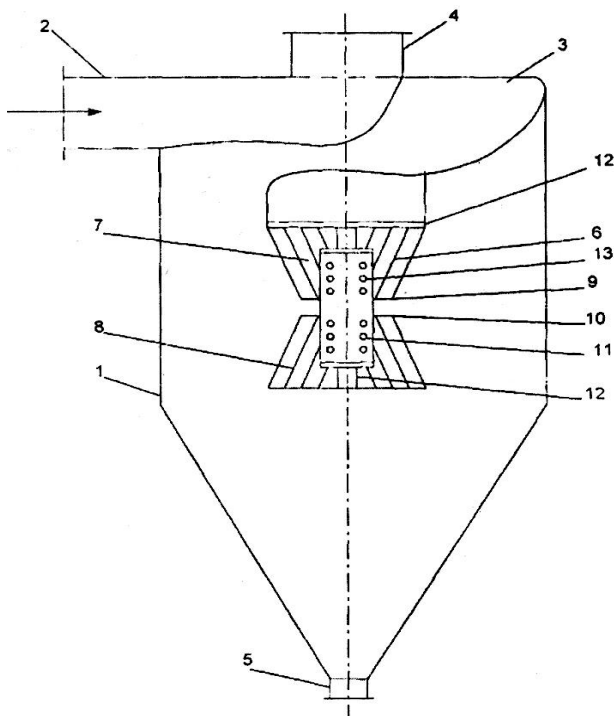


Рис. 1. Пиловловлювач.

Запилене повітря через вхідний тангенційний патрубок 2 поступає всередину корпусу 1, де здійснює гвинтоподібний рух зверху вниз: спочатку – один-два повороти навколо вихідного патрубка очищеного повітря 4, де під дією відцентрових сил відбувається первинне пошарове розділення потоку, а далі потік поступає в простір між корпусом 1 і відокремлювачем 6. Тут дрібніші частинки аерозолі захоплюються повітряним потоком до відокремлювача 6, де повітря проходить крізь щілини між жалюзі 9. При цьому повітря робить різкий поворот малого радіуса (на кут більший 90 градусів, але менший 180 градусів) в щілину

між жалюзі. Дрібні ж частинки пилу завдяки силі інерції мають більший радіус повороту, ніж повітря, пролітають мимо щілини, вдаряються в жалюзі і в результаті або відбиваються від неї, або рухаються вздовж її поверхні зверху вниз.

Кількість повітря, яке проходить через відокремлювач 7 і 8 зменшується зверху вниз, за рахунок відводу його частини через відокремлювач. Щоб зберегти швидкість проходження повітря по висоті через кожний відокремлювач постійною їх поперечний переріз зменшується по мірі наближення до середини відокремлювача 6, причому збереження швидкості проходження повітря через відокремлювач постійною до середини (по висоті) відокремлювача відбувається як за рахунок зменшення поперечного перерізу відокремлювача 7, так і за рахунок зменшення площі його живого перерізу шляхом зменшення ширини щілини між жалюзі. Поблизу середини циліндричної частини корпусу 1, де, як показали розрахунки математичної моделі процесу, все повітря вже очистилося від дисперсних частинок і де відбуваються негативні умови пилоочистки, відокремлювач 6 переривається. При цьому відокремлювачі 7 і 8 ізольовані один від одного за допомогою суцільних кілець 9 і 10, що запобігає проскоку дрібнодисперсних частинок всередину відокремлювача разом з очищеним повітрям.

Другий відокремлювач 8 служить для очистки повітря від дрібнодисперсного пилу у вторинному вихорі, який виходить з бункера (на рисунку не показаний) через пиловипускний патрубок 5 в корпус 1; спочатку – в конічну, а потім – в циліндричну його частину. Для зменшення швидкості гвинтоподібного руху вторинного вихору знизу вверх переріз жалюзійного відокремлювача зменшується також знизу вверх, щоб мати змогу знову, мінімально змінюючи швидкість його руху, добитися відокремлення чистого повітря від аерозолі, який він підняв нагору з бункера.

В процесі роботи пиловловлювача можливе порушення рівноваги статистичного тиску всередині відокремлювачів 7 і 8, що призводить до нерівномірності швидкостей проходження повітря через щілини в обох відокремлювачах, а це, в свою чергу, веде до зниження ефективності пилоочистки в цілому. Тому для запобігання порушення рівноваги статистичних тисків всередині обох відокремлювачів, внутрішні порожнини відокремлювачів 7 і 8 зв'язані між собою трубою 11 (форма перерізу її може бути різною,

наприклад, круглою, квадратною, або прямокутною), на боковій поверхні якої розташовані отвори 13. Причому, ці отвори розташовані тільки всередині відокремлювачів 7 і 8, а в площині між ними (в місці їх підходу одного до другого) їх немає, щоб виключити вплив динамічного (швидкісного) тиску, який змінюється зі зміною площі перерізу патрубків 2, 4 і 5, на швидкість проходження потоку через щілини відокремлювача 6. Торцеві поверхні труби 11 ізольовані від об'єму корпусу 1, відокремлювачів 7 і 8, патрубків 2, 4 і 5 суцільними пластинами 12.

На експериментальному стенді ми дослідили вплив зміни поперечного перерізу жалюзійного відокремлювача в широкий і вузький його частинах (для кожного з відокремлювачів окремо) на ефективність його роботи (табл.1).

Таблиця 1

Загальна площа відокремлювача, м ²	Відстань між жалюзі, мм	Довжина жалюзі, мм	Площа живого перерізу		Ефективність пиловловлення, %	
			%	м ²	Розмір пилу, $\delta_{50} \cdot 10^{-6}$ м	
					16	32
0,1	4	15	21	0,021	84	92
0,1	7	15	38	0,038	86	93,2
1	14	15	48	0,048	88	95

Таким чином, до відокремлювача 8 потік газу підходить вже на 90-95% очищеним.

Нами досліджено сім видів відокремлювачів з наступними смуговими площинами перерізу в широкий і вузький їх частині: перша – 52-28%; друга – 50-26%; третя – 48-24%; четверта – 46-22%; п'ята – 44-20%; шоста – 48-48%; сьома – 48-32%;

Перші ж експерименти довели невисоку ефективність роботи апаратів з площинами перерізів відокремлювача першого, п'ятого, сьомого виконання, тому з подальших випробувань їх вилучено і в таблиці 2 наведені результати досліджень чотирьох типів відокремлювачів.

Оптимальним є апарат з площею перерізів його відокремлювача в широкий і вузький частині 48-24 % (третя модель), що забезпечує швидкість руху в корпусі апарата – 15 м/с.

Враховуючи те, що в верхній частині на відокремлювач 7 поступає максимальна кількість пилу, ми робимо площу її живого перерізу максимально можливою – 48 %, далі по ходу руху потоку кількість газу зменшується,

тому ми і зменшуємо площу живого перерізу відокремлювача 7 до 24%.

Таблиця 2

Результати досліджень відокремлювачів

Діаметр корпусу, м	Розхід повітря, м ³ /год.	Варіант виконання відокремлювача	Ефективність пиловловлення, %	
			Розмір пилу, $\delta_{50} \cdot 10^{-6}$ м	
			32	50
0,7	3000	2	92,1	93,7
		3	92,6	94,9
		4	92,0	93,6
		6	92,1	94,2
0,65	3000	2	93,0	95,4
		3	94,6	96,4
		4	94,2	96,0
		6	93,1	95,3
0,6	3000	2	95,3	96,6
		3	96,9	98,8
		4	95,4	96,2
		6	95,8	97,9
0,5	3000	2	91,7	94,0
		3	93,0	95,1
		4	91,8	93,9
		6	92,1	94,1

Площі перерізу 48 і 24 % вибрані нами не випадково, а після проведення траєкторних досліджень на прозорій моделі апарата і створення математичної моделі процесу очистки, які підтвердили закон зміни перерізу відокремлювачів 7 і 8.

Було досліджено дві модифікації апарата, коли відокремлювач 8 знизу навпроти патрубка виходу пилу 5 закритий суцільним дном і не має дна. Залежність ефективності роботи апарата від витрат повітря представлено на рис. 2, 3; від медіанного діаметру – на рис. 4, 5; залежність гідравлічного опору від витрат повітря – на рис. 6.

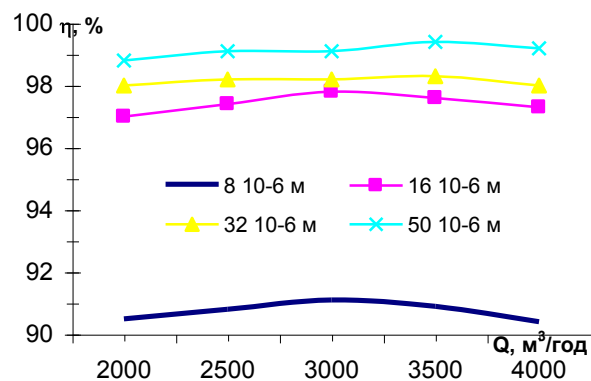


Рис. 2. Залежність ефективності роботи апарата з дном від витрат повітря.

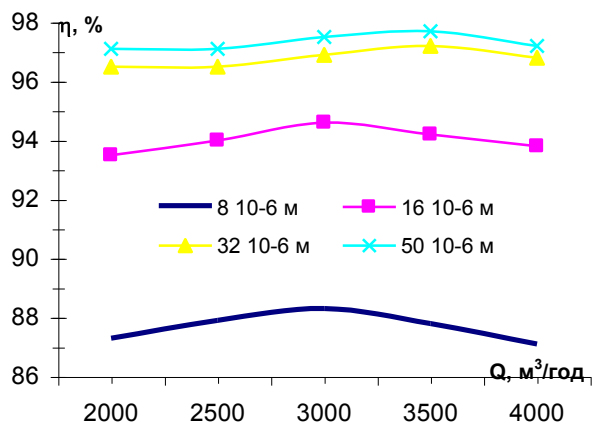


Рис. 3. Залежність ефективності роботи апарата без дна від витрат повітря.

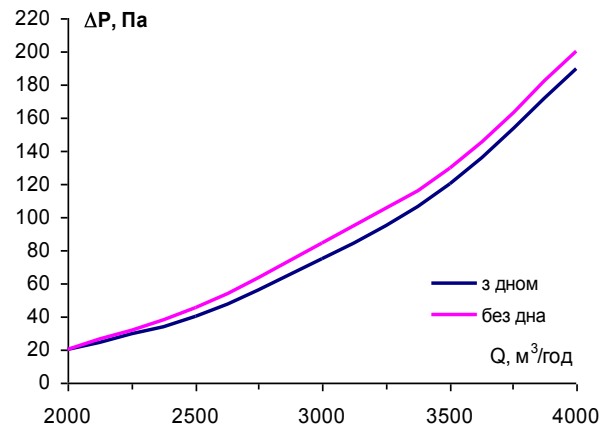


Рис. 6. Залежність гідравлічного опору від витрат повітря

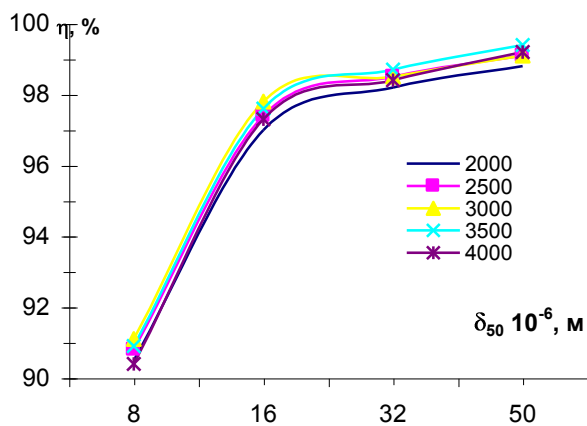


Рис. 4. Залежність ефективності роботи апарата з дном від медіанного діаметру пилу

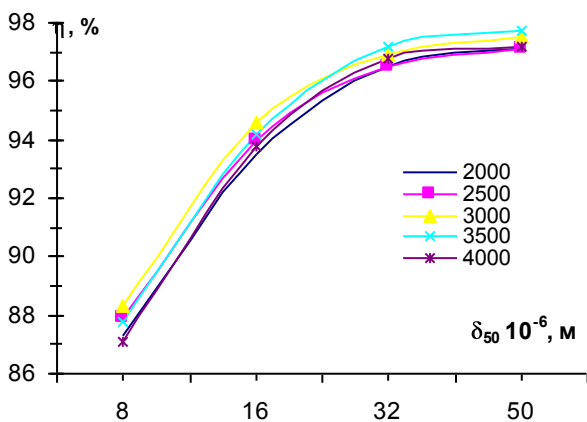


Рис. 5. Залежність ефективності роботи апарата без дна від медіанного діаметру пилу

Експериментальні дослідження реконструйованої установки дозволяють говорити про значне (до 18%) підвищення ефективності вловлення дрібнодисперсного пилу у запропонованій системі пилоочистки при тому, що вловлення дрібнодисперсного пилу зросло на 4-7%, а це відкриває широкі перспективи для впровадження запропонованої конструкції для деревообробного обладнання і дозволяє знизити промисловий негативний вплив на атмосферу і зменшити загрозу глобальних наслідків для майбутніх поколінь, шляхом проведених серйозних інженерних рішень по попередженню викидів дрібнодисперсних аерозолів деревообробної галузі

ЛІТЕРАТУРА

1. Батлук В.А., Сукач Р.Ю., Басов М.В., Макаруч М.Г. Залежність ефективності пиловловлювання відцентрово-інерційних апаратів від конструкції бункера. Всеукраїнський науково-технічний журнал "Промислова гідраліка і пневматика" №3 (25), м. Вінниця 2009 р., ст. 40 – 43.
2. Батлук В.А., Василів Р.М., Сукач Р.Ю. Математичне моделювання процесу очистки повітря від пилу у відцентрово-інерційних пиловловлювачах. Кременчуцький державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського. Науковий журнал "Екологічна безпека" № 3-4. м. Кременчук 2008 р. ст. 17-20.