

УДК [631.3:614.712].001.4

## СПОСОБИ І ЗАСОБИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД ПИЛУ В КАБІНАХ ТРАКТОРІВ

Мохнатко І. М., к.т.н., доц.

*Таврійський Державний Агротехнологічний Університет*

Тел. (06192) 42-14-38

**Анотація** - робота присвячена аналізу способів і засобів очищення вентиляційного повітря від пилу в кабінах тракторів.

**Ключові слова** – пиловіддільник повітря, пиловловлення, знепилювання вентиляційного повітря, ефективність пиловловлення.

*Постановка проблеми.* Сьогодні особливо гострою є проблема вловлення дрібнодисперсного пилу, який завдяки малій щільності легко розсіюється й пересувається. Істотне підвищення вимог до систем очищення неминуче призводить до ускладнення їх структури та різкого збільшення комплектуючих апаратів [35].

Виникло протиріччя: з одного боку - повинні бути підвищені потенційні можливості систем очищення, з іншого боку - зросли труднощі в реалізації цих можливостей у результаті експлуатаційних можливостей апаратури. Ускладнення систем пилоочищення при одночасному підвищенні вимог до ефективності їх роботи вимагає вживання певних заходів щодо розробки високоефективних апаратів пиловловлення [36].

*Аналіз останніх досліджень.* Підвищення вимог до чистоти повітря в кабінах тракторів призводить до необхідності вдосконалювання засобів та апаратів пиловловлення [6]. У світі випускаються різноманітні апарати пиловловлення, вибір яких у кожному конкретному випадку досить складне завдання, що визначається фізико-хімічними властивостями пилоповітряної суміші, необхідною продуктивністю, ефективністю пиловловлення, економічністю процесу [37, 39].

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою цієї роботи являється визначення способів і засобів очищення вентиляційного повітря від пилу в кабінах тракторів і вибір найбільш ефективного способу очищення, з метою подальших досліджень процесу знепилення вентиляційного повітря за допомогою

ротаційних протипотокових очисників повітря.

*Основна частина.* Класифікація за принципом дії пиловіддільників дається в роботах В.В.Кучерука [22], М.П. Калінушкіна [38], сфера їх застосування щодо дисперсності пилу в роботі Пирумова А.І. [16] і має певні переваги, оскільки допомагає встановити зв'язок між принципом роботи приладу та сферою застосування кожного з них.

Способи знепилювання вентиляційного повітря кабін тракторів, можна класифікувати за схемою, наведеною на рисунку 1.

Розглянемо деякі типи апаратів для очищення повітря від пилу.

*Інерційні пиловловлювачі* використовують для першого грубого очищення запилених потоків, тобто для вловлювання частинок відносно великих розмірів. Найбільш простим у конструктивному відношенні є інерційний жалюзійний пиловіддільник, основним елементом якого є решітки з пластин, які розташовані під кутом до напрямку руху потоку повітря так, щоб він розбивався на тонкі струмені.

На ефективність жалюзійного пиловіддільника великий вплив має швидкість запиленого повітря перед жалюзі, розмір і щільність матеріалу частинок, конструкція решітки і пилозбірника. Ефективність пиловловлення жалюзійного пиловіддільника не перевищує 80 % при швидкості запиленого повітря у повітрязбірнику до 20 м/с і витраті повітря на викид пилу не менше 9...10% від загальної витрати [6, 46].

Особливо знижується ефективність і надійність роботи пиловіддільника на волокнистому, вологому пилу. Нерівномірність поля швидкостей всмоктування перед пластинами та у міжлопатних каналах, утворення великих агломератів пилу належать до числа найбільш несприятливих факторів, які знижують ефективність пиловіддільника.

З пиловловлювачів відцентрової дії найбільш широке використання одержали циклони, що пояснюється простотою їх конструкції та вищою, ніж в інших пиловловлювачах, ефективністю очищення повітря від пилу.

Циліндричні циклони відрізняються високою продуктивністю, конічні - високою ефективністю очищення, але в останніх - більші втрати тиску. У конічних циклонів по мірі звуження корпусу пилогазовий потік закручується більш інтенсивно, у результаті чого сепарація частинок до стінок апарата збільшується, що призводить до збільшення ефективності їх роботи.

Залежно від вимог, які пред'являються до очищення газів, якості пилу й дисперсному складу, циклони можуть застосовуватися як апарати однієї з перших ступенів очищення, або в поєднанні з іншими

пиловловлювачами [40].

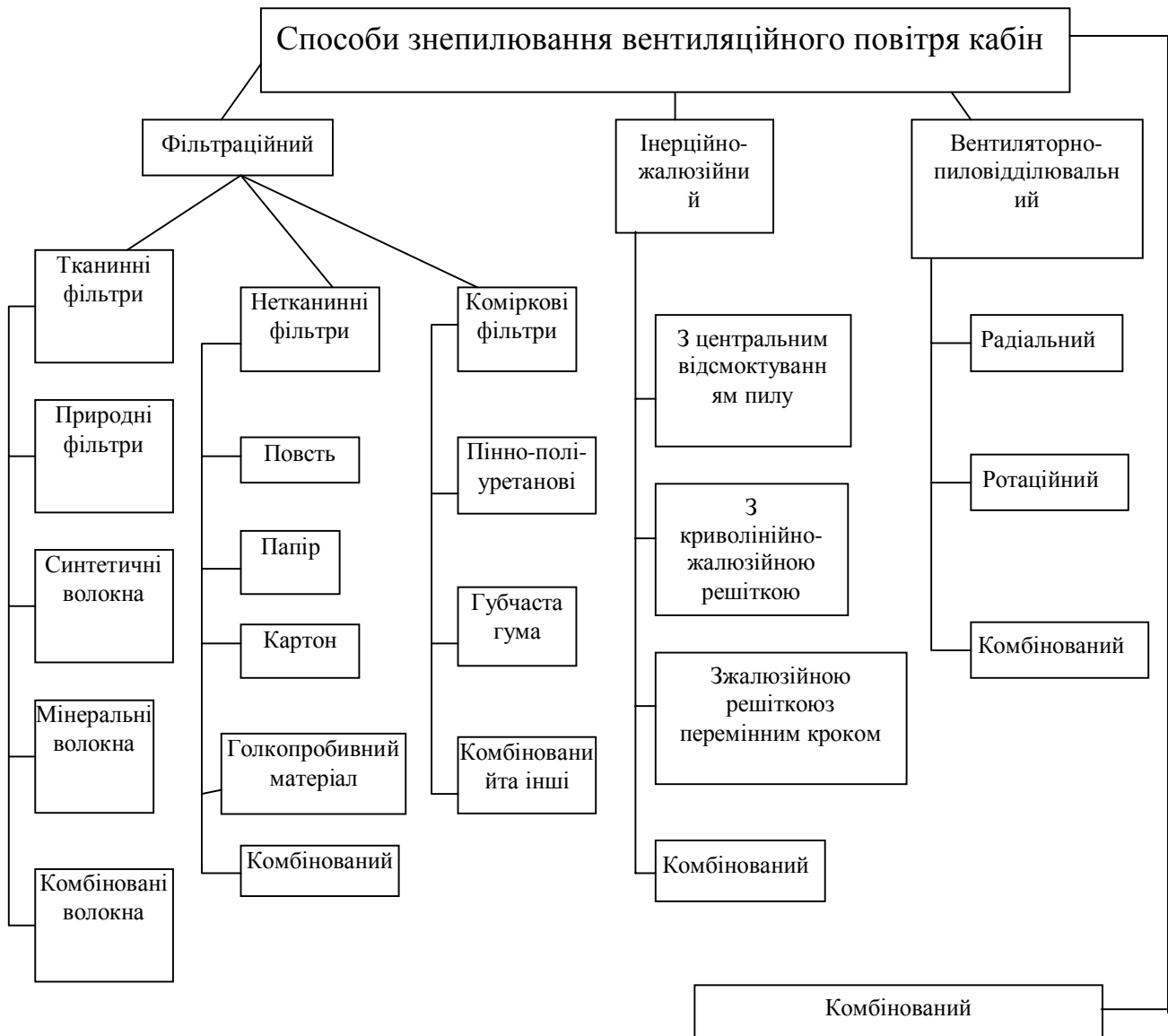


Рис. 1. Класифікація способів знепилювання вентиляційного повітря кабін тракторів

До недоліків циклонів, можна віднести недостатньо високе вловлення частинок розміром меншими за  $5 \cdot 10^{-6}$  м та неможливість використання для очищення газів від липких забруднювачів [6].

У *радіальних вентиляторно-пиловіддільниках* вловлення пилу відбувається при проходженні запиленого потоку через спіральний корпус. Вентиляторно-пиловіддільник такого типу призначений для грубого очищення повітря від пилу із середнім розміром частинок більшими за  $15 \cdot 10^{-6}$  м, а ефективність його не перевищує 75 % на кварцовому пилу з розміром частинок  $(8 \dots 20) \cdot 10^{-6}$  м.

Значно більшу зацікавленість викликають вентилятори-пиловіддільники, в яких використовуються інерційні сили

безпосередньо в міжлопатних каналах робочого колеса. На процес відділення частинок в них впливають: кут установки лопаток, їх кількість, частота обертання робочого колеса, профіль утворюючої поверхні заднього диска колеса та інші фактори [41].

Для вентиляторів із частотою обертання до 3000 об/хв ефективність відділення частинок визначається в основному дією коріолісової сили, причому, відділення частинок відбувається краще при круто загнутих вперед лопатках робочого колеса. Для того, щоб пил, який відділився на поверхню лопаток робочого колеса, знову не попадав до потоку повітря, що виходить із робочого колеса в спіральний корпус, застосовується спеціальна конструкція радіального вентилятора-пиловіддільника ВПК, встановлюваного, наприклад, на даху кабіни .

Практика експлуатації радіальних вентиляторів у системах вентиляції кабін автомобілів показує, що системи можуть бути компактними й високоефективними, якщо в них застосовуються двоконсольні радіальні вентилятори із частотою обертання 4500...5000 об/хв, що інтенсифікує всі процеси, які відбуваються в міжлопатних каналах робочого колеса та спірального корпусу [42]. Але при цьому, у складному профілі міжлопатного каналу підвищується інтенсивність вихроутворень, турбулентних пульсацій, відриву потоку, які порушують процес відділення пилу, знижують ефективність пиловідділення й збільшують внутрішні аеродинамічні втрати [43].

У ротаційних або динамічних пиловіддільниках діючі на частинки пилу відцентрові сили й сили Коріоліса виникають при обертанні робочого колеса ротора.

За даними М.П.Калінушкіна [37], В.В.Кучерука [22], Б.Н.Ужова [44], для вентиляції й знепилювання кабін тракторів широко представлено **ротаційні** пиловіддільники, які поєднують у собі функції вентилятора великої продуктивності й ефективного пиловловлювача. У процесі експлуатації характеристика ротаційного пиловіддільника залишається постійною, на його роботу не впливає зміна концентрації пилу, вологості, температури, вібрації й руху зовнішнього повітря. Ротаційні пиловіддільники ефективно відокремлюють пил, який містить двоокис кремнію, який є найнебезпечнішим для людини. Ефективність пиловловлення ротаційних пиловіддільників досягає 90...92 %, продуктивність роботи становить до 450 м<sup>3</sup>/год, а номінальна потужність не перевищує 90 Вт [45].

У роботах [6, 49] відзначається, що принциповою відмінністю ротаційних пиловіддільників від вентиляторів-пиловіддільників є наявність спеціального ротора з каналами, по яких рухається запилене повітря і на які пил осідає під дією сил інерції.

Ротаційні пиловіддільники мають ряд переваг перед іншими апаратами, а саме: мають вибірково здатність до пилу, беззупинне видалення пилу без наповнення в пиловіддільнику, постійну характеристику при будь-якій запиленості, температурі й вологості зовнішнього повітря, меншу масу, розміри і витрати енергії, вимагають менших витрат на технічне обслуговування й забезпечують високу надійність роботи.

Більшість конструкцій ротаційних пиловіддільників, описаних і проаналізованих у роботах В.В.Кучерука [22], В.Н.Ужова [44], Б.Н.Кутузова, И.Г.Михеева [54] та інших авторів, створені до промислового застосування і не можуть бути використані для кабін тракторів.

Все різноманіття конструкцій відцентрових ротаційних пиловіддільників, базуючи на вищевикладених класифікаціях і виходячи із принципу роботи, характеру руху повітря і сфери застосування можна поділити на три основні групи: радіальні, осьові й протипотокові [55].

Ефективність ротаційного пиловіддільника істотно залежить від інтенсивності закручування повітря на поверхні ротора, рівномірності розподілу швидкості по його довжині, наявності кожуха довкола нього, а також концентрації пилу на вході в ротор та ін.

Встановлено, що ефективність пиловідділення значно знижується при відсутності приладів, які вирівнюють відносну швидкість повітря по довжині ротора [6]. Нерівномірність розподілу швидкості по довжині ротора пов'язана з неоднаковим розрідженням у внутрішній порожнині ротора. Біля входу в робоче колесо розрідження буде більше, ніж на деякому віддаленні від нього, наприклад, у закритого торця ротора. Така нерівномірність розподілу швидкостей по довжині ротора приводить до того, що біля закритого торця ротора виникає зона зворотнього руху повітря (викиду), що досягає іноді 50...60% загальної площі робочої поверхні ротора [58].

Заходи з вирівнювання швидкості по довжині ротора можуть бути різними. Ротор можна виконати конусним, а отвори в ньому зробити різного діаметра й відповідно різного опору [56, 57].

При застосуванні протипотокового ротаційного пиловіддільника зі зворотньою продувкою ротора слід враховувати що при тривалій роботі внутрішня порожнина ротора покривається дрібнодисперсним пилом, що погіршує ефективність пиловіддільника, а установка лопаток у роторі дозволяє забезпечити інтенсивне закручування повітря на поверхні ротора й знизити аеродинамічний опір каналів.

До переваг протипотокових ротаційних пиловіддільників варто віднести, насамперед, відсутність попадання великодисперсного пилу в канали ротора, що підвищує зносостійкість пиловіддільника.

Істотним недоліком протипотокових ротаційних пиловіддільників є осадження дрібнодисперсного пилу у внутрішній порожнині ротора, на стінках каналів і на лопатках робочого колеса [6, 61], що викликає неврівноваженість ротора, зменшує прохідні перерізи каналів та отворів у роторі, а це, в свою чергу, призводить до зниження ефективності роботи пиловіддільника. Для видалення осадженого в роторі пилу необхідно регулярно продувати канали чистим повітрям [59, 60].

Тенденція збільшення продуктивності систем вентиляції та застосування в них компактних двоконсольних радіальних вентиляторів обумовила розробку малогабаритних високопродуктивних кабінних пиловіддільників.

Найбільші досягнення щодо відцентрового вловлення твердих частинок з газового потоку відзначено в частині апаратного оформлення (конструювання), а не наукових розробок, що пояснюється, з одного боку, нагромадженням багаторічного досвіду експлуатації промислових апаратів, а з іншого - надзвичайною складністю опису окремих явищ і характеристик гетерогенних систем. Тому теорія роботи пиловловлювачів ще недосконала та не дає можливості розрахувати апарати різних конструкцій. Наприклад, питання про найбільш вигідну їх форму вирішується дотепер тільки емпіричним і дослідним шляхом.

Відзначимо, що основний вплив на ефективність пиловідділення твердих частинок у відцентрових апаратах мають удосконалення в корпусі апарата [66, 67, 68, 69].

Значна кількість різних конструкцій пиловіддільників того самого призначення, які не мають чітких технічних характеристик, гальмує вибір правильних схем очищення при проектуванні пилоочисних приладів, а відсутність уніфікованого пилоочисного обладнання є перешкодою при вирішенні питання про організацію його промислового виробництва.

Представлений аналіз досліджень показав, що для підвищення ефективності роботи та вловлення дрібнодисперсного пилу у протипотоковому пиловіддільнику необхідно вирішувати питання рівномірного розподілу швидкостей по перерізу ротора, ліквідації вторинної циркуляції, осадження частинок пилу на роторі.

*Висновки.* В результаті проведених досліджень визначенні основні способи і засоби очищення вентиляційного повітря від пилу в кабінах тракторів і вибраний найбільш ефективний спосіб очищення повітря від пилу, з метою подальших досліджень процесу знепилення вентиляційного повітря за допомогою ротаційних протипотокових очисників повітря.

## Література:

1. Хохряков В. П. Вентиляция, отопление и обеспыливание воздуха в кабинах автомобилей / В.П. Хохряков. - М.: Машиностроение, 1987 - 151 с.
2. Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В.А. Ананьев, Л.Н. Балужева, А.Д. Гальперин [и др.] – М.: Евроклимат, Арина, 2000. – 416 с.
3. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха / А.И. Пирумов.-2-е изд. - М.: Стройиздат, 1981. -296 с.

**СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ  
В КАБИНЕ ТРАКТОРА**

Мохнатко И.М.

***Аннотация*** - работа посвящена анализу способов очистки вентиляционного воздуха от пыли в кабинах тракторов.

**METHODS AND FACILITIES FOR CLEANING OF AIR AT  
DUST IN BOOTHS OF TRACTORS**

J. Mokhnatko

***Summary***

**Work is devoted the analysis of methods and facilities of cleaning of a vent air at dust in the booths of tractors.**