

УДК 614.841.12

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИХ ФІЛЬТРІВ, ЯК ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Антошкін О.А., к.т.н., доцент, Національний університет цивільного захисту України

Існує широкий перелік технологічних процесів, хід яких супроводжується утворення пилу (переробка та зберігання зернових культур, деревообробка, текстильне виробництво, видобуток корисних копалин, металургія та ін.). Виробничий пил – це дрібнодисперсні тверді частки, які або знаходяться у повітрі у зваженому стані, або на поверхнях у осілому. Пил – поширений небезпечний та шкідливий виробничий фактор.

Небезпека пилу може бути віднесена до галузі медицини, пожежної безпеки, екології.

З точки зору медиків негативний вплив виробничого пилу на організм людини полягає в провокуванні розвитку різних захворювань – алергічних, шкіри та слизових оболонок, неспецифічних захворювань органів дихання, пневмоконіозів. До речі, пневмоконіози займають перше місце серед профпатології в усьому світі.

З точки зору пожежної безпеки завислий у повітрі пил (аерозоль), здатний утворювати вибухові суміші, а пил, який осів з повітря (аерогелі) на обладнанні або конструкції будівлі, можуть тліти і горіти.

Пил, який осідає на листях зелених насаджень, знижує доступ до них світла і призводить до посилення поглинання теплової радіації. Забруднення ґрунтів та води викликає різні ушкодження рослин. Екологічні наслідки пилових викидів на сільське господарство виражаються у зниженні ґрунтової родючості та врожайності сільськогосподарських культур, погіршенні якості продукції рослинництва, зниженні ефективності застосування добрив.

Крім того, робота будь-якого обладнання в умовах динамічних пилових потоків призводить до абразивних пошкоджень зовнішніх деталей. Експлуатація обладнання в запиленому середовищі, де циркуляція повітря слабка, веде до появи статичного шару, що перешкоджає повітряному та тепловому обміну.

Тому питання очищення повітря від пилу є актуальним питанням, вирішення якого дозволить не тільки зменшити негативний вплив на організм людини, навколишнє середовище, а й збільшити термін експлуатації обладнання.

Якщо спробувати сформулювати основні завдання, які вирішуються системами очистки повітря, то список може виглядати наступним чином:

1. Уловлювання твердих часток, які можуть бути залишками продуктів горіння, пилу, аерозолів і т.д., які після очищення повітря утилізуються.
2. Фільтрування сторонніх домішок (різні гази та пари).
3. Уловлювання твердих часток для подальшого використання.

Тобто, як можна побачити, процес очищення повітря окрім покращення умов навколишнього середовища дає можливість поповнення запасів сировини за рахунок використання завислих у повітрі твердих часток.

Для очищення повітря від пилу можуть бути використані наступні методи:

- механічний;
- вологий;

- звуковий та ультразвуковий;
- електростатичний.

Спосіб механічної фільтрації – це найбільш відомий і розповсюджений варіант очищення повітря, який людство «експлуатує» не перше століття. Зараз для реалізації механічної фільтрації на промислових об'єктах монтуються системи вентиляції та аспірації. Такий підхід потребує від власника об'єкту, або його представника, значних капіталовкладень. Крім того, мобільність механічних систем вентиляції досягається шляхом зменшення розмірів фільтрів, площі фільтруючої поверхні і, відповідно, суттєвого зниження робочої продуктивності системи.

Вологий спосіб очищення повітря полягає в тому, що завислі тверді частки контактують з дрібними краплями води, «розчиняючись» в них. Потім воду очищують від домішок і знову використовують для осадження. Ефективність роботи водяних осаджувачів тим вище, чим менше діаметр крапель і більше сумарна корисна площа їх поверхні. До основного недоліку такого способу очищення повітря, як правило, відносять те, що завислий пил, який вловлено, осідає у вигляді шламу, наявність якого тягне за собою необхідність обробки стічних вод. Відповідно процедура очищення повітря дорожчає.

Очищення повітря з використанням ультразвуку передбачає здійснення ультразвукової коагуляції, яка являє собою процес зближення і укрупнення, зважених в повітрі дрібних твердих часток, рідких крапельок і газових бульбашок під дією акустичних коливань звукових або ультразвукових частот [1]. Для прискорення процесу осадження пропонується за допомогою ультразвукового інгалятора вводити в середовище, яке необхідно очистити від пилу, рідину (наприклад, звичайну воду) у вигляді дрібного аерозолу. Це дозволить набагато швидше і ефективніше осаджувати забруднення розмірами близько мікрона і менше. Але існує обмеження на використання рідини при ультразвуковому осадженні – можливість хімічної взаємодії рідини и пилу.

Всі вище наведені недоліки існуючих способів осадження пилу можна оминати при використанні електростатичного способу осадження пилу. Цей процес очищення заснований на ударній іонізації газів у зоні коронуючого розряду, який виникає в електричному полі біля поверхонь електронів, що коронують, з малим радіусом кривизни. В результаті частки набувають електричного заряду (як правило, негативного знака), який називається коронним зарядом. При електроосадженні часткам невеликих розмірів вдається передати значний електричний заряд і завдяки цьому здійснити процес осадження дуже малих частинок, який неможливо провести під дією сили тяжіння.

Мобільність електростатичних фільтрів обмежена наявністю джерела живлення. Потужність пристрою, в числі інших факторів залежить від площі пластин. Тобто для локальних об'ємів мобільний варіант електростатичного фільтра буде технічно легко реалізувати. При цьому він буде ефективним. Поточне технічне обслуговування такого фільтра нескладне. Достатньо після кожного сеансу роботи знімати електроди і очищувати їх від накопичень осілого пилу.

Але, незважаючи на всі переваги, електростатичний фільтр має і недоліки. Головний з них це його здатність генерувати озон. У невеликих кількостях він не є небезпечним і навіть дарує приємний запах дощу. Але коли цей газ накопичується він може викликати головний біль і навіть астму. Відповідно довгострокове перебування людей в зоні роботи потужного електрофільтра не завжди є безпечним.

Зазвичай, людина відчуває перевищення озону у повітрі, але згодом він звикає до його присутності та перестає помічати. Зменшивши дію фільтра, а значить зменшивши його продуктивність, розробники можуть досягти скорочення генерації озону.

Для дослідження впливу електростатичного поля на завислий пил було розроблено експериментальну установку, схема якої наведено на рис. 1.

Як об'єкт дослідження було обрано замкнутий об'єм висотою 485 мм, шириною 460 мм та довжиною 500 мм. У цьому обсязі спалювалися аерозолеутворюючі заряди [3] E-1 різної маси, створювалася різна концентрація пилу та досліджувалася швидкість осадження пилу гравітаційним методом та електростатичним методом. Аерозолеутворюючі заряди використані як імітація джерела пилу тому, що вогнегасний аерозоль (ВА) за своїми характеристиками (дисперсність, колір) максимально схожий з реальним пилом, що може утворюватися у виробничих приміщеннях. Крім того, слід враховувати доступність пилоімітатора для багатократного проведення експериментів.

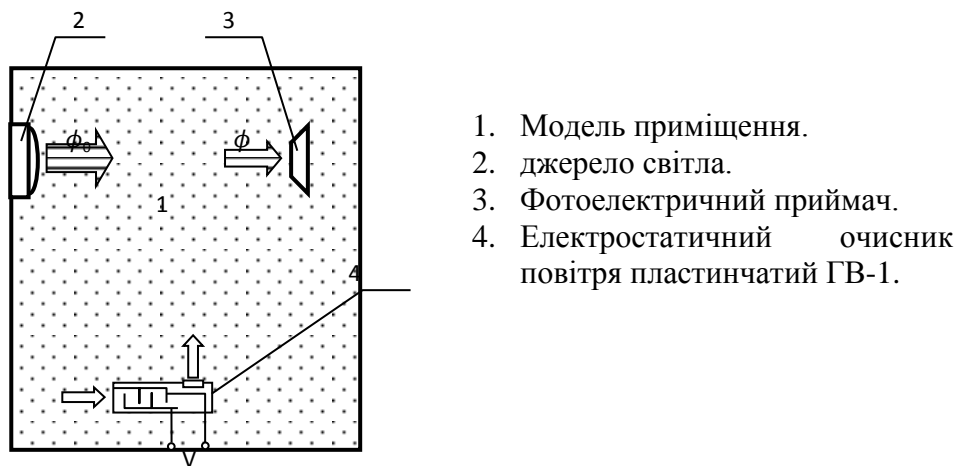


Рис. 1. Схема експериментальної установки

З результатами проведеної серії експериментів можна зробити наступні висновки. При осадженні пилу гравітаційним методом протягом 10 хвилин концентрація змінюється лінійно. Даний результат відповідає даним, отриманим іншими дослідниками [2]. При включенні електростатичного поля через 10 хвилин гравітаційного осадження (після 10-ї хвилини) швидкість осадження збільшується в (1,3-1,7) рази. Однак через 5 хвилин після включення ГВ-1 швидкість осадження пилу на пластинах зменшується, що пов'язано із забрудненням решітки вхідного отвору приладу.

Виявлено, що найінтенсивніше пил осідає на електростатичних пластинах в областях завихрень, утвореними обрешіткою на вхідному отворі (рис 2).



Рис. 2. Нерівномірний розподіл осілих твердих часток по площі пластин-електродів

Для встановлення основних закономірностей впливу електростатичного поля на швидкість осадження пилу необхідно продовжувати дослідження у обраному напрямку. При цьому, виходячи з результатів експериментальної установки потребує вдосконалення – забезпечення рівномірного пилу вздовж всієї поверхні пластин. Таке вдосконалення не потребує значних капіталовкладень та принципових змін у конструкції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрейчиков М.В. Інноваційні розробки для підвищення ефективності сухого очищення повітря за допомогою ультразвуку. Гірничий вісник. 2015. № 99. С . 65-68.
2. Zaripov T.Sh., Egorov A.G. Deposition efficiency of charged aerosol particles in cylinder array // European Aerosol Conference EAC-2012. – Granada, 2012. 1p. – Digital Abstracts Book : C-WG10S1P20.
3. Бондаренко С.Н. Применение генераторов огнетушащего аэрозоля в составе автоматических установок пожаротушения, вопросы математического моделирования/ С.Н. Бондаренко // Проблемы пожарной безопасности.– 1999. – №3.– С. 25-28. – Режим доступа: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/1512> (дата звернення: 28.07.2022).
4. Антошкин А. А., Галица В. И., Литвяк А. Н. Экспериментальное исследование влияния электростатического поля на скорость осаждения огнетушащего аэрозоля. Проблемы пожарной безопасности. 2018. № 43. С.9–13. Режим доступа: <http://repositc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/9311/1/antoshkin.pdf> (дата звернення: 28.07.2022).