

СИСТЕМА HAFS ДЛЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ

Переважна більшість аерозольних часток (від 40 до 90%), що виділяються при подрібненні і класифікації матеріалів, мають розмір до 5 мкм. Саме дрібнодисперсний пил є найбільш небезпечним для людини, оскільки легко проникає у легені і має значну поверхню контакту із легеневою тканиною.

У більшості промислових систем очищення повітря застосовуються три основні підходи: сухі механічні пиловловлювачі, серед яких найбільш відомий циклон, електростатичне вловлювання пилу та механічне фільтрування за допомогою різних типів фільтрів. Кожен із них має свої переваги, але також і суттєві обмеження. Циклони ефективні для видалення крупнодисперсного пилу, однак їх ефективність різко знижується для частинок розміром менше 10 мкм. Електростатичні пиловловлювачі, навпаки, добре вловлюють дрібнодисперсний пил, проте їх ефективність знижується при високому пиловому навантаженні. Високу ефективність очистки газових викидів забезпечують промислові тканинні фільтри (рукавні, рулонні), проте мають значний аеродинамічний опір і високі експлуатаційні витрати.

Найбільш проблемною є аеродисперсна система з розміром часток <10 мкм, яка характеризується незначною масою, низькою інерційністю, підвищеною рухливістю та здатністю слідувати за потоком повітря. У традиційних багатоступеневих схемах пиловловлення, з використанням відомих пиловловлювачів, ефективність вловлювання дрібнодисперсних часток розміром до 10 мкм залишається недостатньою.

Для вирішення цієї проблеми нами запропоновано систему багатоступеневого очищення повітря HAFS (Hybrid Air Filtration System), ключовим елементом якої є обтікаємий осаджувальний блок (ООБ). На відміну від традиційних схем, система передбачає попереднє заряджання частинок в іонізаційній камері, їх часткове видалення в електроциклоні та основне очищення в ESP. Після цього повітряний потік ділиться на дві паралельні гілки, що дозволяє зменшити швидкість руху повітря та збільшити час перебування частинок у зоні осадження. Кожна гілка містить трисекційний ООБ довжиною 1400 мм, що складається з трьох камер (500, 500 та 400 мм відповідно). В середині камер розміщено масив вертикальних осаджувальних елементів шестигранної форми розміром близько 5 мм, розташованих таким чином, щоб повітряний потік обтікав їх, а не проходив крізь них. Це забезпечує збільшення довжини траєкторії руху частинок та підвищення ймовірності їх осадження. Робота ООБ базується на поєднанні кількох фізичних механізмів: інерційного осадження, електростатичного притягання, гравітаційного випадання та зниження швидкості потоку. Додатково ефективність підвищується за рахунок зміни напрямку руху повітря між камерами, що створює умови для відділення частинок, які не здатні повторювати складну траєкторію потоку.

Розрахункова оцінка показує, що поділ потоку дозволяє зменшити швидкість повітря приблизно вдвічі та збільшити час перебування до 0.8–1.0 с. Це суттєво підвищує ефективність осадження дрібнодисперсних частинок. Очікувана ефективність системи становить: для PM10 – понад 99%, для PM2.5 – до 97%, для частинок менше 1 мкм – до 94% без використання фільтрів тонкого очищення. Система (HAFS) використовує електростатичне осадження як один із етапів, однак не є класичним електрофільтром. На відміну від традиційних систем, у яких очищення відбувається в межах одного каналу, система реалізує багатоступеневу архітектуру з поділом потоку та зміною траєкторії руху повітря. Це забезпечує збільшення часу перебування частинок і підвищення ефективності їх осадження.

Таким чином, запропонована система HAFS із використанням обтікаемого осаджувального блоку дозволяє значно підвищити ефективність очищення повітря, особливо для ультрадисперсної фракції, при збереженні відносно низького аеродинамічного опору та експлуатаційних витрат