

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

80-а студентська науково-технічна конференція
«ТИЖДЕНЬ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКИ»

21 – 25 квітня



ЗБІРНИК ПРАЦЬ

Дніпро
2025

Тиждень студентської науки - 2025: Матеріали вісімдесятої студентської науково-технічної конференції (Дніпро, 21-25 квітня 2025 року). – Д.: НТУ «ДП», 2025 – 1002 с.

До збірника увійшли кращі доповіді на студентській науково-технічній конференції 2025 р.

Редакційна колегія:
А.В. ПАВЛИЧЕНКО (голова)
І.С. НІКІТЕНКО
Т.М. ЛУБЕНЕЦЬ
Б.М. МАНІН

© НТУ «ДП», 2025

Матеріали в збірнику друкуються мовою оригіналу в редакції авторів

МОДЕЛЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У АПАРАТІ ЦИКЛОННОМУ

ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка»

Подобний Антон Дмитрович, група 183-22-1
Науковий керівник: канд. техн. наук, доц. Максимова Н. М.

Поширена практика впровадження багатоступеневої системи пилогазоочищення на промислових підприємствах. Модернізація існуючих аспіраційних систем, встановлення нового пилогазоочисного устаткування та їх техніко-економічне обґрунтування і врахування сучасних екологічних вимог щодо нормування викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел викиду завжди відносяться до переліку актуальних завдань. Тому пошук підходів удосконалення проєктування аспіраційних систем, зменшення витрат часу на підбір конструктивних параметрів газоочисного устаткування (ГОУ) також не втрачає доцільності з плином часу.

Наприклад, циклонні апарати є одним із найбільш поширених та економічно вигідних технічних рішень для первинного очищення газів від сухого пилу, що не злипається, в багатьох галузях промисловості, таких як металургія, енергетика, хімічна, деревообробна промисловість та виробництво будівельних матеріалів.

Принцип роботи такого типу ГОУ базується на використанні відцентрових сил. Запилений газ подається тангенціально через вхідний патрубок, що створює інтенсивний обертовий (вихровий) рух потоку всередині апарату. Частинки пилу, маючи більшу інерцію, відкидаються до стінок циклону, втрачають швидкість і під дією сили тяжіння та вторинних потоків опускаються в конічну частину та далі в пилосбірний бункер. Очищений газ піднімається по внутрішньому вихору і виходить через вихлопну трубу.

Ефективність пиловловлення циклону залежить від комплексу чинників:

- геометричні параметри циклону: діаметр, висота, пропорції циліндричної та конічної частин, розміри та форма вхідного та вихідного патрубків;
- параметри потоку: швидкість газу на вході, витрата газу;
- властивості газу: густина, в'язкість;
- властивості пилу: дисперсний склад, густина частинок, форма, абразивність, здатність до злипання;
- концентрація пилу на вході.

Для оцінки ефективності циклону було застосовано комбінований підхід, який зазначено нижче.

1. Розрахунково, за математичним алгоритмом описаним в [1-3], визначені параметри, зокрема втрати тиску і загальну ефективність пиловловлення, та потім підібрано типорозмір ГОУ, а саме ЦН-15-1200П, за умови заданих вхідних параметрів: витрата газу 14000 м³/год та запиленість на вході 3 г/м³ [4].

2. Комп'ютерне моделювання процесу пиловловлення з використанням програмного пакету SolidWorks Simulation. CFD моделювання дозволяє, на підставі рішення рівняння Нав'є-Стокса, визначити поля швидкостей та тиску

газового потоку всередині циклону і оперативно візуалізувати модель дисперсної фази (Discrete Phase Model – DPM), простежити траєкторії руху частинок пилу під дією аеродинамічних сил, сили тяжіння та відцентрової сили (рис. 1–3).

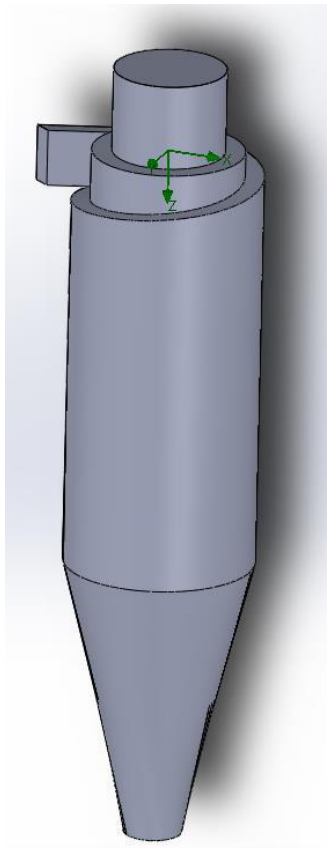


Рис. 1 Модель 3D циклону

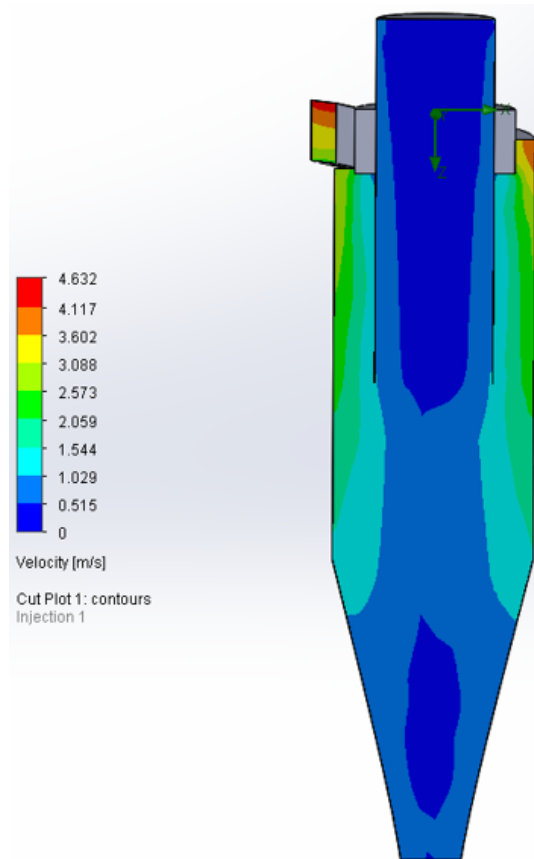


Рис. 2 Просторовий розподіл швидкості руху потоку в перерізі циклону

Співставлення отриманих результатів, як розрахунково, так і шляхом моделювання в програмному забезпеченні SolidWorks Simulation, показало добру збіжність:

- розрахунково отримана загальна ефективність уловлювання пилу 92,6 % та втрати тиску ≈ 1524 Па без врахування диференціації по фракціям;
- за даними CFD моделювання співвідношення вловлених суспендованих твердих частинок в бункері до їх початкової кількості на вході ГОУ склала 96,5 %.

Можна зробити висновок, що одним з важливих аспектів CFD моделювання є вибір адекватної моделі турбулентності потоку, коректне задання граничних умов та властивостей газу та частинок пилу.

Водночас, слід враховувати обмеження циклонів типу ЦН, такі як знижена ефективність уловлювання дрібних фракцій пилу (< 5 мкм) та значний гідравлічний опір, що часто зумовлює їх використання як першої ступені очищення.

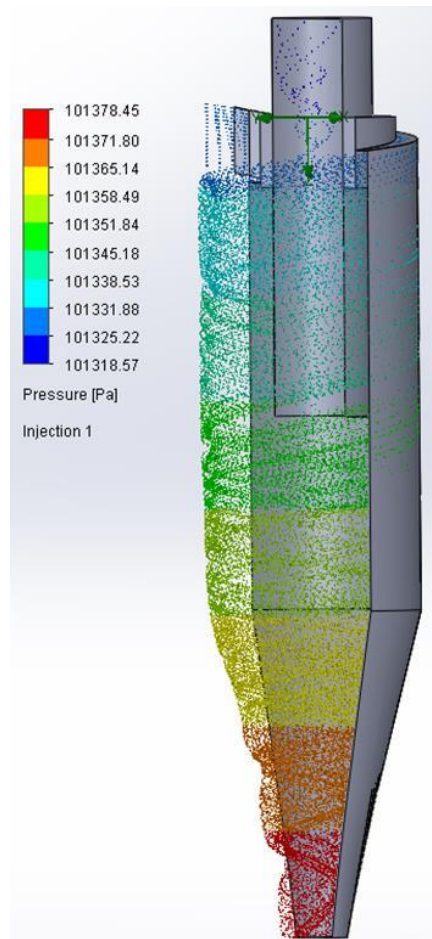


Рис. 3 Траєкторії руху повітря та розподіл тиску в перерізі циклону

Візуалізація процесу уловлювання суспендованих твердих частинок в газоочисному устаткуванні та оцінка його ефективності за використанням спеціалізованого програмного забезпечення сприяє пришвидшенню підбору конструктивних параметрів та перевірки раціональності підбраної моделі ГОУ.

Перелік посилань

1. Куц В. П. Науково-практичні основи створення високоефективного пилоочисного обладнання комбінованої дії: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.08 / Куц Віктор Петрович; Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів, 2015. 40 с.
2. Технологія та обладнання захисту атмосфери : Методичні вказівки до виконання курсових проектів / Укл. О. І. Іваненко. К.: ТОВ „Інфодрук”, 2012. 107 с.
3. Природоохоронні технології. Частина 1. Захист атмосфери: навчальний посібник / Л. І. Северин, В. Г. Петрук, І. І. Безвозюк, І. В. Васильківський. Вінниця : ВНТУ, 2012. 388 с.
4. Подобний А. Д. Визначення основних параметрів циклону та перевірка ефективності очистки. 48-ма Науково-технічна конференція молоді з нагоди 91-річчя ПАТ «Запоріжсталь» : Збірник тез і анотацій наукових доповідей. ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка», ПАТ «Запорізький металургійний комбінат «Запоріжсталь», м. Запоріжжя. Одеса: Олді +, 2024. С. 42-44.

| | |
|---|-----|
| Красільщиків О.А., Ковров О.С. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВІД АВТОТРАНСПОРТУ | 344 |
| Крисіна С.М., Рудченко А.Г. ЯДЕРНА ЗБРОЯ В СУЧАСНОМУ СВІТІ | 346 |
| Маліченко В.В., Ковров О.С. ТЕХНОЛОГІЇ КОМПОСТУВАННЯ ВІДХОДІВ ТА СПОСОБИ ВИГОТОВЛЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ДОБРИВА | 349 |
| Неісало І.В., Накемпій О.К. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ | 351 |
| Немченко Д.С., Ковров О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ВІД ЗОЛОВІДВАЛІВ ТЕС МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ | 354 |
| Подобний А.Д., Максимова Н. М. МОДЕЛЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У АПАРАТІ ЦИКЛОННОМУ | 356 |
| Романів В.І., Чабаненко О.Ю. ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ ТА ЗДАТНІСТЬ ГРИБІВ ПОГЛИНАТИ ТОКСИЧНІ РЕЧОВИНИ В РЕГІОНАХ АКТИВНИХ БОЙОВИХ ДІЙ | 359 |
| Романцов О.О., Колесник В.Є. СТАН ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕГАЗАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО- МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ | 361 |
| Самойленко С.Г., Березняк О.О. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ ВІД ДІОКСИДУ СІРКИ | 364 |
| Sydorchuk P., Voronkova Y. USE OF ELISA METHOD FOR DETERMINATION OF MYCOTOXINS IN FOOD PRODUCTS | 367 |
| Струк Є.О., Бучавий Ю.В. ОНОВЛЕННЯ ДАНИХ АНАЛІЗУ СТАНУ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ І ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЇХ АСОРТИМЕНТУ ДЛЯ М. ДНІПРО | 370 |
| Тубольцев В.В., Грунтова В.Ю. АНАЛІЗ ЗВІТНОСТІ ЩОДО ВИТРАТ НА ОХОРОНУ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ВИДАМИ ПРИРОДООХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ | 373 |
| Тур В.М., Рудченко А.Г. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО- МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ | 376 |