

АНОТАЦІЯ

Микитенко М. Р. Підвищення ефективності очистки аспіраційних викидів підвищеної температури в скруберах з дисковими розпилювачами. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільні інженерія». - Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, 2025.

Основний зміст дисертаційної роботи. Дисертація присвячена підвищенню ефективності очищення аспіраційних викидів з підвищеною температурою у пиловловлювачах циклонного типу з дисковими розпилювачами, які працюють із повторним використанням оборотної води, що містить механічні домішки. У роботі розглянуто проблеми знепилення повітряних викидів у виробництві будівельних матеріалів, де використання традиційних мокрих апаратів стикається з обмеженнями щодо ефективності очищення дрібнодисперсного пилу, енерговитратності та вимог до якості зрошувальної рідини.

У першому розділі дисертації представлено аналіз сучасних конструкцій пиловловлювальних апаратів та обґрунтовано доцільність застосування мокрих пиловловлювачів для очищення аспіраційних викидів. Встановлено, що такі апарати мають низку переваг: вони знижують ризик займання вибухонебезпечного пилу, усувають вторинне забруднення повітря та забезпечують одночасне видалення твердих, паро- і газоподібних домішок. Разом з тим, окреслено обмеження використання мокрих пиловловлювачів на підприємствах будівельних матеріалів, пов'язані з невисокою ефективністю уловлювання дрібнодисперсного пилу, вимогами до якості зрошувальної води та необхідністю очищення стічних вод. Проведено огляд теоретичних і експериментальних підходів до опису осадження аерозолів краплями рідини. Виявлено, що використання високорозвиненої краплинної поверхні та великої відносної швидкості між краплями і частинками може суттєво покращити ефективність очищення, однак потребує високих енерговитрат, як у випадку скруберів Вентурі. Зазначено недоліки існуючих моделей, зокрема відсутність достатньої кількості даних про вплив механічних домішок у зрошувальній рідині та відсутність адекватного математичного опису турбулентного руху в зоні взаємодії потоку з факелом розпилу, що зумовлює потребу у проведенні цілеспрямованих експериментальних досліджень. На основі проведеного аналізу сформульовано завдання дослідження, зокрема вивчення дисперсного складу крапель, впливу умов запиленості та домішок у

воді на ефективність очищення, а також гідродинамічних параметрів роботи дискових пиловловлювачів.

У другому розділі проведено теоретичне обґрунтування процесів взаємодії крапель рідини з частинками пилу та розглянуто основні закономірності диспергування рідини в розпилювачах. На основі аналізу фізичних процесів осадження аерозольних частинок встановлено, що ефективність пиловловлення значною мірою залежить від дисперсності крапель, яка, у свою чергу, визначається конструкцією та режимами роботи розпилювального пристрою, властивостями рідини та вмістом механічних домішок. Методом аналізу розмірностей виведено функціональну залежність для об'ємно-поверхневого діаметра крапель води й суспензії, яка враховує вплив концентрації твердих частинок. Одержано загальну формулу для розрахунку ефективності захоплення пилу факелом диспергованої рідини. Виявлено необхідність подальших експериментальних досліджень із використанням факторного аналізу для встановлення кількісного впливу параметрів розпилю та властивостей зрошувального середовища на ступінь очищення повітря при підвищених температурах. Результати розділу стали підґрунтям для формулювання загальної методики дослідження пиловловлення в наступних розділах та окреслення напрямів вдосконалення конструкції пиловловлюючих апаратів з дисковими розпилювачами.

У третьому розділі проведено комплексні експериментальні дослідження роботи пиловловлювача циклонного типу з дисковим розпилювачем, призначеним для диспергування зворотної води з вмістом механічних домішок. Досліджено вплив гідродинамічних параметрів, конструктивних характеристик дискового розпилювача, а також властивостей рідини на формування крапельного факела. Отримано рівняння в критеріальному вигляді для розрахунку середнього об'ємно-поверхневого діаметра крапель суспензії та водопровідної води, що дало змогу оцінити вплив механічних домішок на дисперсність. Проведені лабораторні експерименти за планом повного факторного дослідження дозволили побудувати математичну модель процесу очищення та встановити оптимальні параметри функціонування апарата. Встановлено, що підвищена вологість запиленого потоку та вміст домішок у воді до $2,5 \text{ кг/м}^3$ позитивно впливають на ступінь очищення, тоді як підвищення температури знижує ефективність процесу. Отримано залежності для визначення краплевиносу та гідравлічного опору апарата, які разом з критеріальними рівняннями для ефективності пиловловлення створюють основу для переходу до розробки промислової конструкції скрубера з дисковим розпилювачем.

У четвертому розділі представлено результати експериментального й аналітичного дослідження нового пиловловлювача циклонного типу з дисковим розпилювачем, орієнтованого на очищення аспіраційних викидів підвищеної температури. Встановлено, що введення високодиспергованої рідини в обертний пилогазовий потік у центрі апарата забезпечує інтенсивну кінематичну коагуляцію частинок пилу та дозволяє досягти високої ефективності очищення – до 98,5% – навіть при використанні зворотної води з вмістом механічних домішок до 2,5 кг/м³. Досліджено вплив домішок на дисперсність крапель та доведено, що їх наявність сприяє зменшенню об'ємно-поверхневого діаметра крапель, підвищуючи ефективність пиловловлення. Побудовано математичну модель, яка враховує основні фактори процесу, включаючи фізичні властивості рідини, дисперсність пилу, вологість і гідродинамічні умови. Одержано критеріальні залежності для визначення гідравлічного опору апарата, що разом із розробленою методикою розрахунку стали основою для практичного застосування. Результати підтверджено промисловими випробуваннями на Київському заводі скловиробів, де було досягнуто значного економічного ефекту, а також розширено впровадження розробленої конструкції на низці інших підприємств.

Обсяг дисертації складає 175 сторінок, включає 41 рисунок, 19 таблиць, 128 джерел.

Ключові слова: аспіраційні викиди, дисковий розпилювач, диспергування рідини, механічні домішки, запилені потоки, ефективність пиловловлення, осадження крапель.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Любарець О.П., Микитенко М.Р., «Аналіз складових чинників, що впливають на стан знепилення аспіраційних викидів». *Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання*, т. 46, 2023, с. 89-108. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2023.46.89-108>

Особистий внесок здобувача: проведено порівняльний аналіз конструкцій та принципів роботи основних типів мокрих пиловловлювачів із класифікацією за способом диспергування та станом рідинної фази; систематизовано їх переваги й недоліки у контексті очищення аспіраційного повітря від дрібнодисперсного пилу.

2. Микитенко М.Р., «Математичне моделювання та аналіз ефективності

руху частинок у циклонних розпилювальних апаратах». *Просторовий розвиток*, зб. 11, 2025, с. 456-463. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.11.456-463>

3. Oleksandr Liubarets, Maksym Mykytenko, «EVALUATION OF EFFICIENCY AND OPTIMISATION OF CYCLONE-TYPE DUST COLLECTORS WITH A CIRCULAR SPRAY OF REVERSIBLE SUSPENSION FOR GAS PURIFICATION UP TO 250 °C», Innovative Solutions In Modern Science № 3(67), 2025, New York “TK Meganom LLC”, p. 5-54. [https://doi.org/10.26886/2414-634X.3\(67\)2025.1](https://doi.org/10.26886/2414-634X.3(67)2025.1)

Особистий внесок здобувача: проведено експериментальні дослідження роботи пиловловлювача циклонного типу з дисковим розпилювачем рециркуляційної пило-водяної суспензії в умовах реального виробництва. Встановлено закономірності впливу швидкості газового потоку, дисперсного складу пилу, витрати рідини та концентрації зважених частинок у суспензії на ефективність очищення. Запропоновано методику оцінки ефективності роботи мокрих пиловловлювачів із урахуванням гідродинамічних і конструктивних параметрів.

4. Любарець О.П., Микитенко М.Р., «Дослідження впливу конструкції дискового розпилювача на ефективність пиловловлення в умовах високотемпературних потоків». Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, т. 52, 2025, с. 69-84. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.52.69-84>

Особистий внесок здобувача: виконано експериментальні дослідження процесу розпилення рідини дисковим водорозпилювачем у пиловловлювачі циклонного типу при високотемпературних аспіраційних викидах. Визначено вплив конструктивних параметрів дисків та режимів подачі рідини на геометрію факела, дисперсність крапель і ефективність уловлювання пилу.

5. Любарець О.П., Микитенко М.Р., «Систематизація повітро- та газоочисних пристроїв з рідинним середовищем для уловлювання пилу та абсорбції шкідливих забруднень». Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, т. 53, 2025, с. 20-32. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.53.20-32>

Особистий внесок здобувача: розроблено структурну класифікацію повітро- та газоочисних апаратів із застосуванням води та розчинів для вилучення пилу і газоподібних забруднень. Узагальнено принципи дії шести типів апаратів, систематизовано механізми взаємодії рідинної фази з газовим потоком. Виконано аналіз суднової газоочисної установки типу скруббер, проведено верифікацію ефективності роботи системи на основі даних сенсорного моніторингу, температур і тиску в реальних умовах

експлуатації.

6. Любарець О.П., Микитенко М.Р., «Аналіз складових чинників, що впливають на стан знепилення аспіраційних викидів». Міжнародна науково-практична конференція «Екологія, ресурси, енергія», Київ, 23-25 листопада 2022 р.

Особистий внесок здобувача: проведено систематизацію основних факторів, що визначають ефективність процесів знепилення, та визначено їх вплив на продуктивність аспіраційних систем у промисловості.

7. Любарець О.П., Микитенко М.Р., «Дослідження ступеня очищення аспіраційних викидів ливарних та будівельних цехів, в пиловловлювачі з дисковим розпилювачем». II Міжнародна наукова конференція «Розвиток наук в умовах нової реальності: проблеми та перспективи» м. Київ, 3 травня 2024 р.

Особистий внесок здобувача: здійснено експериментальні вимірювання ступеня очищення повітря у пиловловлювачах з дисковим розпилювачем при роботі з різними типами пилу з ливарних і будівельних виробництв.

8. Любарець О.П., Микитенко М.Р., «Аналіз впливу основних факторів на процес пиловловлення в пиловловлювачах з дисковими розпилювачами». Міжнародна науково-практична конференція «Екологія, ресурси, енергія», Київ, 27-29 листопада 2024 р.

Особистий внесок здобувача: встановлено вплив конструктивних параметрів розпилювачів та режимів подачі рідини на ефективність уловлювання дрібнодисперсного пилу, що дозволило сформулювати рекомендації для оптимізації роботи апаратів.