

Система управління екологічною безпекою при використанні пилопригнічувальних систем зрошення у процесі навантаження та розвантаження сипких матеріалів у портах

*Національний університет цивільного захисту України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.Жуковського "ХАІ"*

Подано обґрунтування використання системи управління екологічною безпекою. Наведено результати розроблення і експериментальних досліджень такої системи на прикладі процесу навантаження і розвантаження вугілля в конкретному торговельному порту. Проаналізовано ефективність використання запропонованої системи управління екологічною безпекою з використанням багатофазних дисперсних структур. Результати роботи є основою для створення комплексних заходів щодо покращання екологічного стану об'єктів.

Ключові слова: екологічна безпека, система управління, пилопригнічення, розпилювальний пристрій, атомайзер, водна завіса.

Постановка проблеми. Екологічна ситуація в Україні характеризується значним техногенним навантаженням на компоненти геосфери. Серед техногенних чинників формування екологічної небезпеки слід виділити пилове забруднення компонентів геосфери. Значна кількість пилу надходить в атмосферне повітря при реалізації таких технологічних процесів, як руйнування гірських порід, навантаження і розвантаження сипких пилових матеріалів. При цих роботах у повітря надходить значна кількість дрібнодисперсних (виважених) частинок пилу діаметром 2...10 мкм, що спричиняють негативні зміни в компонентах геосфери і захворювання в організмі людини. Зокрема, дуже гостро стоїть питання забезпечення екологічної безпеки в річкових і морських портах України. Це пов'язано з тим, що ці порти історично розташовані у великих містах (Одеса, Маріуполь, Бердянськ) у безпосередній близькості до житлової забудови.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш поширеними технологіями зниження екологічного навантаження на природне середовище від впливу пилу в портах є технології, при реалізації яких повністю або частково закривається робоча зона у процесі навантаження – розвантаження, або технології, в яких зрошують джерела виникнення пилу різними рідинами [1, 2]. В Україні значну частину сипких пилових матеріалів вантажать на судна портальними кранами. При цьому методи та засоби пилопригнічення, що застосовуються в цей час, виявляються малоефективними. Особливу проблему являє собою знепилення повітря в умовах технологічних процесів, при яких площа джерела пиловиділення має розміри сотні квадратних метрів, а обсяги запиленого повітря – тисячі кубічних метрів, що є характерним для портів.

Постановка задачі. Найбільш простим і водночас ефективним методом зменшення обсягів пилу, що утворюється при навантаженні та розвантаженні сипких матеріалів, є зрошення. При зрошенні відбуваються уловлювання і осадження виваженого пилу водними краплями, які утворюються і транспортуються в зону запилення тією чи іншою системою диспергування. Тому науково-прикладне завдання забезпечення екологічної безпеки при завантаженні

та розвантаженні сипких матеріалів у морських і річкових портах з використанням засобів зрошення робочої зони є актуальним.

Матеріали і результати досліджень. Для розроблення системи управління екологічною безпекою було проведено моделювання процесів утворення і транспортування диспергованих частинок технологічної рідини в зону пиловиділення при завантаженні – розвантаженні сипких матеріалів і подальшого осадження з їх допомогою виважених пилових частинок.

Фізична модель процесу формування екологічної небезпеки і управління екологічною безпекою має такий вигляд. Прийнято, що сипкий матеріал (вугілля) розміщено навалом на відкритому складському майданчику у вигляді штабеля призматичної форми. Насипання та взяття вантажу проводиться з вершини штабеля грейфером. При цьому утворюється сферична пилова хмара. Подача дрібних частинок технологічної рідини (або води) до пилової хмари для поліпшення змочування частинок вугілля здійснюється однофазним струминним або струминно-відцентровим розпилювачем.

При моделюванні розсіювання диспергованих частинок технологічної рідини в умовах відсутності вітру, а також при зустрічному і супутньому вітрі розрахункова зона охоплювала дзеркально – симетричний фрагмент простору, обмежений штабелем насипного вантажу і підпірними стінками. Зона покривалася нерівномірною розрахунковою сіткою, що включала 304330 тетраедричних комірок (рис. 1).

Межі пилової хмари моделювалися проникною сферичною поверхнею з центром, розташованим у вершині штабеля.

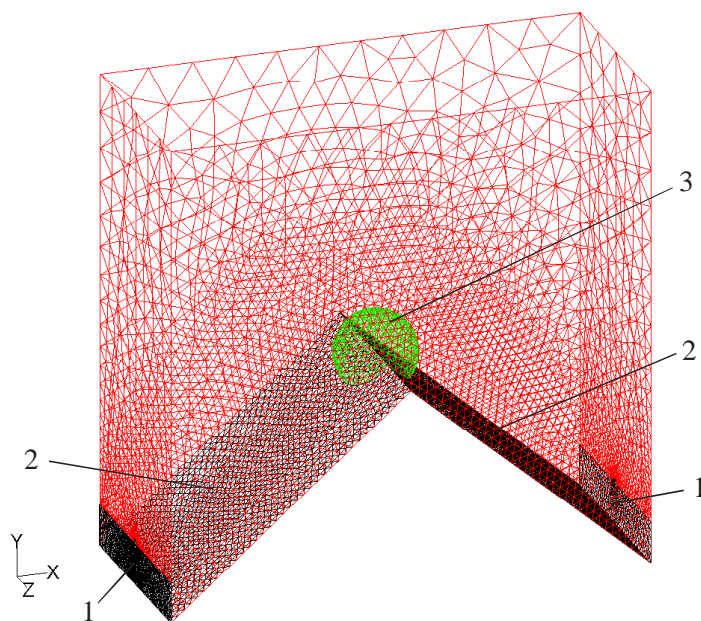


Рис. 1. Розрахункова зона пилового забруднення в умовах пиловиділення:
1 – підпірна стінка; 2 – межа штабеля вугілля; 3 – зона пилового забруднення

Теоретичне обґрунтування процесу транспортування диспергованої води до пилової хмари і її подальшого осадження можливе на основі безпосереднього застосування законів збереження маси та кількості руху до неоднорідного за фазовим складом середовища, що включає атмосферне повітря і краплі ТР (води). Математичною формою запису законів збереження для в'язкого газу є рівняння

Нав'є – Стокса, для крапель – рівняння балансу сил, які діють на краплю і зрівнюють її інерцію з рівнодіючою сили ваги і аеродинамічного опору. Система диференціальних рівнянь у частинних похідних доповнюється відповідними граничними умовами для незалежних змінних [3].

Досліджено різні варіанти зрошення пилової хмари однофазним струминним розпилювачем, які розрізнялися кутом подачі води, повним напором, швидкістю і напрямом вітру. На рис. 2 наведено приклад числового моделювання зрошення пилової хмари однофазним струминним розпилювачем при куті подачі струменя 60° , швидкості вітру – 0 м/с. З рисунка видно, що тільки частина крапель потрапляє в пилову хмару.

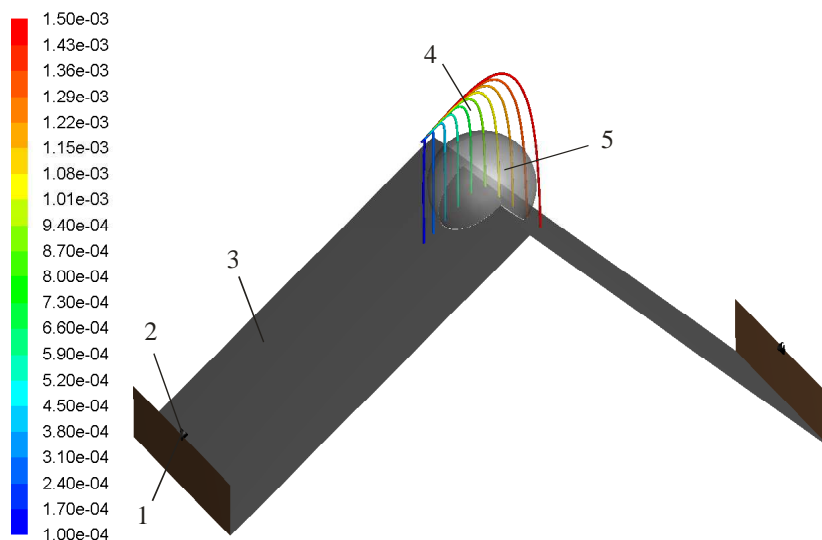


Рис. 2. Траєкторії представницьких крапель для однофазного струминного розпилювача в зоні пилового забруднення, м:

- 1 – підпірна стінка; 2 – точка встановлення розпилювача; 3 – штабель вугілля;
4 – траєкторії представницьких крапель; 5 – зона пилового забруднення

У рамках моделі тривимірної течії аеродинамічного середовища вдалося виявити найбільш ефективні способи і режими подачі ТР системами пилопригнічення за різних вітрових обставин, провести оцінювання сумарного часу перебування крапель води у пиловій хмарі, оцінити долю крапель, які не потрапили в пилову хмару, що дозволяє робити висновок про ефективність уловлювання пилу.

Аналіз результатів числового моделювання процесу транспортування дрібних крапель води у зону пилоутворення дав можливість визначити раціональні геометричні й режимні параметри однофазних розпилювальних пристроїв. На основі математичної моделі проведено числове моделювання для сопел з різними прохідними перерізами.

Одержані на основі застосування розроблених моделей результати дозволили перейти до розроблення систем пилопригнічення і проведення експериментальних досліджень з метою порівняння результатів числового моделювання з експериментом.

На конкретному об'єкті – в ДП «Маріупольський морський торговельний порт» – було здійснено використання розробленої системи управління екологічною безпекою (рис. 3) в процесі навантаження і розвантаження вугілля.

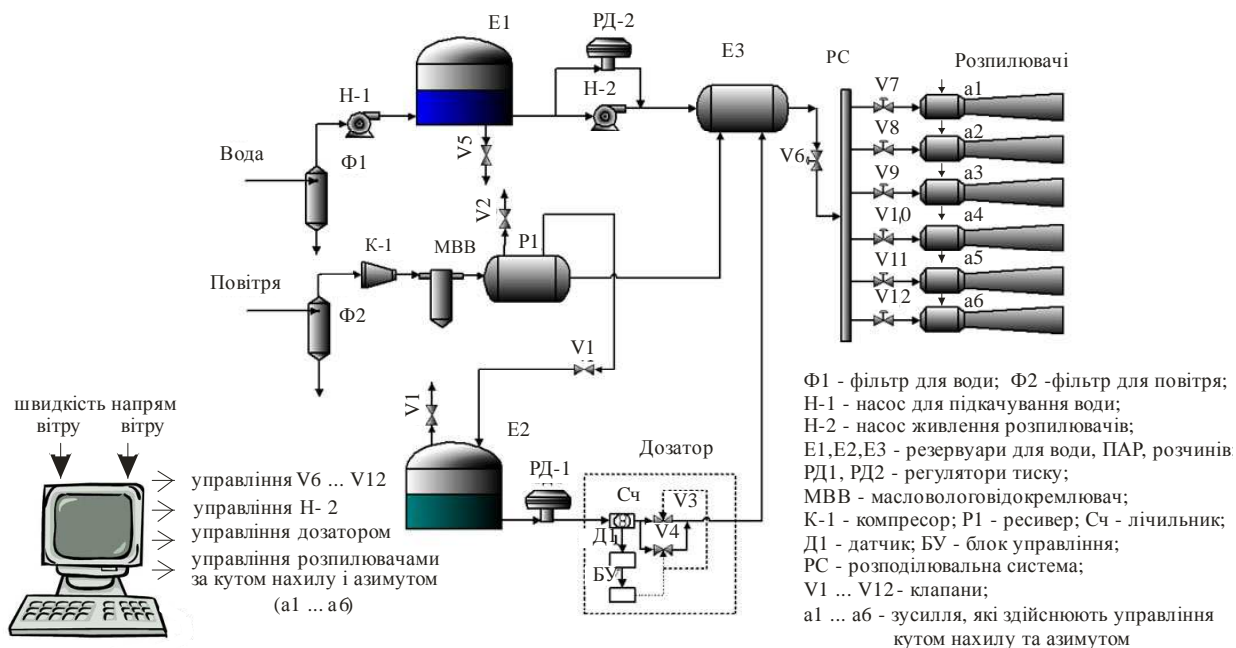


Рис 3. Схема системи управління екологічною безпекою в ДП «Маріупольський морський торговельний порт»

Для забезпечення вивантаження вугілля з вагону і перевантаження його на склад необхідно застосування двох типів розроблених нами технологій зрошування і пристроїв, що їх реалізують.

1. При заборі вугілля грейфером з вагону слід застосовувати віяловий захист (рис. 4) повітряного середовища від дрібнодисперсних частин вугілля, яка реалізується установленням розпилювача віялового типу на торець вагону. При цьому над вагоном утворюється водний захист (рис. 5), що перешкоджає вступу дрібнодисперсної фракції вугільного пилу в атмосферу.



Рис. 4. Розпилювач віялового типу



Рис. 5. Структура водного захисту

2. При вантаженні вугілля на склад і перевантаженні вугілля на судно рекомендується вживання лафетних розпилювачів, які вмонтовують на підпірні стінки складу в зоні проведення робіт (рис. 6 - 8). Живлення розпилювачів водою здійснюють від напірних трубопроводів, розташованих по периметру складу з можливістю забору води з напірного трубопроводу через певну відстань. Тиск води в мережі становить 0,4...0,6 МПа. Підведення води безпосередньо до лафетних розпилювачів здійснюють за допомогою гнучких трубопроводів. Легкознімні лафети монтують на підпірній стінці. Управління кутами повороту і нахилу розпилювача здійснює оператор у ручному режимі.

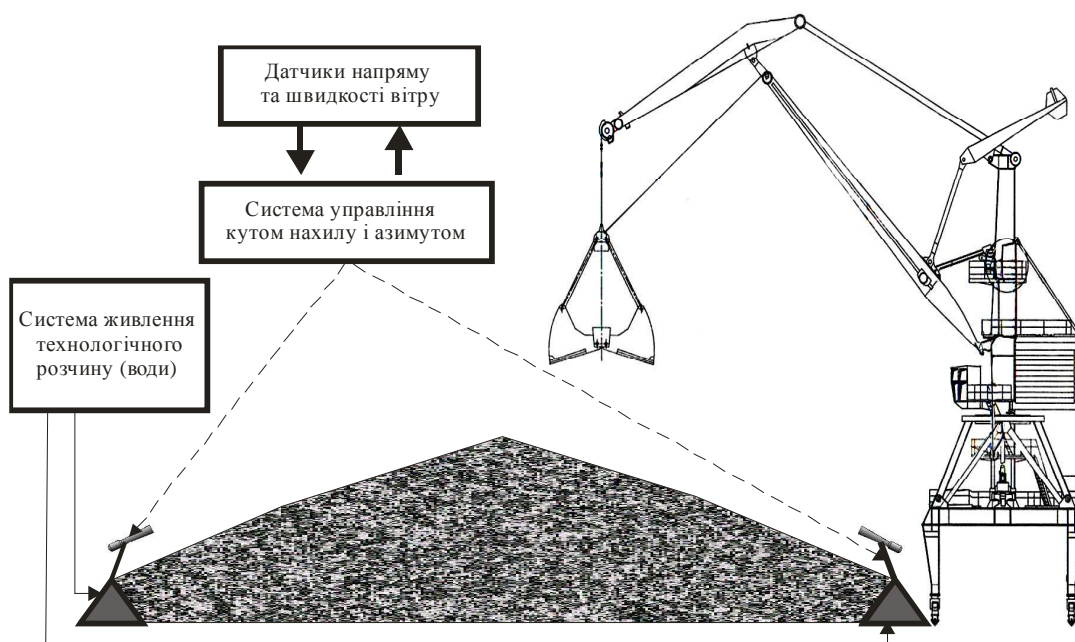


Рис. 6. Система управління екологічною безпекою



Рис.7. Кріплення лафета з розпилювачем



Рис. 8. Випробування лафетних розпилювачів

Система зрошування за допомогою двофазних розпилювачів потребує наявності джерела стислого повітря. В процесі випробувань такої системи в ДП «Маріупольський морський торговельний порт» її підключення здійснювалося з

живленням системи водою від переносної насосної станції і повітрям – від повітряного компресора. Тому для впровадження в морському порту такої системи паралельно з водною магістраллю вмонтовують повітряну магістраль. Підведення повітря до розпилювача здійснюють за допомогою гнучких шлангів високого тиску.

При створенні водної завіси, що перешкоджає поширенню дрібнодисперсних вугільних частин за допомогою атомайзера, останній встановлюють на підпірній стінці на відстані 20...30 м від зони вантаження (бажано з підвітряного боку). Живлення атомайзера водою здійснюють від напірної водної магістралі, живлення електродвигуна атомайзера – від електромережі змінного струму, розрахованої на підімкнення навантаження потужністю 10 кВт.

За результатами проведених досліджень встановлено, що кількість дрібнодисперсних вугільних частинок, що забруднюють компоненти геосфери при завантаженні та розвантаженні вугілля [4], з використанням запропонованої системи зменшується. За результатами електронно-мікроскопічних досліджень зразків пилу визначено, що кількість частинок діаметром 2...10 мкм знизилась в 2,7 раза, а частинок діаметром 10...20 мкм - в 2,5 раза. При цьому кількість частинок більш крупних фракцій (50 мкм і більше) залишилась незмінною (як і до використання пристроїв пилопригнічення).

Висновки. В результаті впровадження системи управління екологічною безпекою з використанням багатofазних дисперсних структур концентрація пилу у атмосферному повітрі на ділянці роботи портального крана знизилась в 4,64 раза і досягає нормативних значень. Проведено порівняльний аналіз витрат на забезпечення екологічної безпеки при використанні зрошувальних систем пилопригнічення. Економічний ефект від впровадження системи управління екологічною безпекою виконано відносно прибутку від зменшення втрат вугілля і згідно з розрахунками становить близько 350 тис. грн на рік.

Список літератури

1. Моделирование процесса пылеподавления при погрузке, разгрузке и транспортировке сыпучих материалов [Текст] / Н.В. Кобрина, В.Е. Костюк, В.Н. Кобрин, С.А. Вамболь // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм.ун-та "ХАИ" – Вып. 48. – Х., 2010. – С. 248 – 252

2. Физические аспекты пылеподавления и распылительные устройства для их реализации [Текст] / А.М. Ляшенко, Н.В. Нечипорук, Н.В. Кобрина, С.А. Вамболь // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац.аэрокосм.ун-та "ХАИ" – Вып. 48. – Х., 2010. – С. 234 – 239

3. Математическая модель, обеспечивающая орошение пылевого облака [Текст] / Н.В. Кобрина, В.Н. Кобрин, В.Е. Костюк, С.А. Вамболь // Проблемы створення та забезпечення життєвого циклу авіаційної техніки: тез. доп. Міжнар. наук.-практ. конф. 20-21 квітня 2010 р. – Х.; 2010. – С. 93

4. Кобрина, Н.В. Элементарный состав пыли как источника загрязнения атмосферного воздуха в Мариупольском торговом порту [Текст] / Н.В. Кобрина, С.А. Вамболь, О.А. Трухмаев // Можливості використання методів механіки для розв'язань питань безпеки в умовах надзвичайних ситуацій: тез. доп. 10-ї міжвуз. наук.-практ. конф. 9 грудня 2011 р. – Х., 2011. С. 51 – 52.

Рецензент: д.т.н., проф., М.Л. Угрюмов Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

Поступила в редакцию 01.08.12

Система управления экологической безопасностью при использовании пылеподавляющих систем орошения в процессе погрузки и разгрузки сыпучих материалов в портах

Предоставлено обоснование использования системы управления экологической безопасностью. Приведенные результаты разработки и экспериментальных исследований такой системы на примере процесса погрузки и разгрузки угля в конкретном торговом порту. Проанализирована эффективность использования предложенной системы управления экологической безопасностью с использованием многофазных дисперсных структур. Результаты работы являются основой для создания комплексных мероприятий по улучшению экологического состояния объектов.

Ключевые слова: экологическая безопасность, система управления, пылеподавление, распылительное устройство, атомайзер, водная завеса.

The ecological safety control system using dust suppression irrigation systems in the process of loading and unloading of dry substances at ports

The ground of the use of control system by ecological safety is given. Resulted results of development and experimental researches of such system on the example of process of loading and unloading of coal in concrete trade port. Efficiency of the use of offered control system by ecological safety is analysed with the use of multi phase dispersible structures. Job performances are basis for creation of complex measures on the improvement of the ecological state of objects.

Keywords: ecological safety, control system, dust suppression, disperser device, atomayzer, aquatic curtain.