

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЗМЕНШЕННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПИЛУ У МОРСЬКИХ ПОРТАХ

С. М. Юрасов, канд. техн. наук, доцент

М. В. Балаклеїнко, аспірант

Кафедра екології та охорони довкілля

urasen54@gmail.com

Лінії зв'язку на морі залишаються основним засобом транспортування вантажів. Наразі у світі є близько 4000 портів в 170 країнах. Не всі з них призначені для операцій з сипучими вантажами, але водночас світові торгові та судноплавні компанії експлуатують близько 13000 вантажних судна. Серед сипучих вантажів найпоширенішими є зерно, вугілля, цемент та залізна руда. Ці товари відносяться до категорії сухих сипучих вантажів, які становлять понад 50% усіх завантажених товарів [1].

Кожна операція з вантажем вимагає його переміщення між місцем зберігання на березі та судном. Незалежно від типу обладнання, що використовується при цієї операції, завжди утворюється пил навколо зони завантаження (або розвантаження) сипучого вантажу. При несприятливих метеоумовах кількість пилу у повітрі може бути небезпечною для людини.

Переривання вантажних операцій не є рентабельним, оскільки це стосується торгівлі, яка вимагає економічної ефективності в кожному процесі, включаючи операції з вантажами в морських портах. Єдиний вихід – це прийняття заходів щодо зниження кількості пилу у повітрі робочої зони. Судноплавні компанії віддаватимуть перевагу рішенням, які вимагають мінімальних витрат, щоб пропонувати конкурентоспроможні ціни на свої товари.

Підхід до зменшення кількості пилу у повітрі починається з розуміння того, що у всьому світі вже існують багато портів зі своєю інфраструктурою та обладнанням. Торгові та судноплавні потоки не зупиняються і, будь-яке переривання процесу перевантаження вантажів матиме суттєвий вплив на ціни та ланцюги поставок. Тут можна сформулювати два основні напрямки запобігання розповсюдження пилу: по-перше, модернізувати існуючу інфраструктуру, обладнання та процедури поводження з вантажами; по-друге, створити нові вимоги для майбутніх проєктів, які слід впроваджувати на стадії будівництва.

Перша частина реалізовується легше, оскільки використовується вже існуюче обладнання і його модернізація пов'язана з меншими витратами коштів і часу. Наприклад, розпилення крапель рідини водяними гарматами навколо зони завантаження є ефективним способом боротьби із запиленням, відносно простим і швидким в установці. Дослідження Д. Простанського [2] про контроль пилу в вугільних шахтах показує, що за його методом можливе зменшення концентрації вугільного пилу на 87%.

Вартість цього способу наступна. За даними Міністерства фінансів України, в Одеській області для суб'єктів господарювання ціна на воду становить $1 \text{ м}^3 = 14,244 \text{ грн}$, а на електроенергію – $1 \text{ МВт} = 686,23 \text{ грн}$. При довжині зони завантаження 100 м, і для покриття цієї зони потрібно дві водяні гармати типу DB-45 Surge. За даними виробничої компанії BossTek, середнє споживання води однією водяною гарматою становить $12 \text{ м}^3/\text{год}$ і $0,015 \text{ МВт}$ електроенергії. Одна година завантаження під розпиленням води коштує

$$2 \cdot (12 \cdot 14,244 + 0,015 \cdot 686,23) = 181,22 \text{ грн.}$$

За даними Адміністрації морських портів України, у 2021 році через Морський торговельний порт Одеса було перевантажено 12,84 мільйона тон сипучих вантажів. Продуктивність порталного крана становить до 500 тон/год. Для перевантаження 12,84 мільйона тон за допомогою двох порталних кранів потрібно

$$12\,840\,000 / (2 \cdot 500) = 12\,840 \text{ (год.)}.$$

Таким чином, сумарна вартість використання двох водяних гармат для придушення пилу протягом року складе

$$181,22 \cdot 12840 = 2\,326\,864,8 \text{ (грн./рік)} \approx 2,33 \text{ (млн. грн./рік)}.$$

Отримана вартість не є постійною і має тенденцію до зростання. Тут також треба додати заробітну плату додаткового персоналу для обслуговування обладнання. Цей результат може бути використаний для розрахунку доцільності встановлення нового обладнання, створеного для зменшення кількості пилу.

Для зменшення розповсюдження пилу вітром також використовуються огорожі для зменшення його швидкості. Однак, це рішення є короткостроковим, оскільки огорожі мають обмежені розміри і не можуть бути встановлені всюди, так як перевантажувальне обладнання потребує свободи рухів.

Використання додаткового обладнання (водяних гармат, огорож тощо) в існуючих портах спрямоване на боротьбу з наслідками, а не з причинами. Причиною ж є те, що більшість частин інфраструктури та обладнання не створені для зменшення поширення пилу. Наприклад, під час роботи конвеєрних систем відкритого типу, різних типів кранів, екскаваторів та фронтальних навантажувачів з різними видами ковшів або захоплюючих пристроїв і шнекових конвеєрів у повітря виділяється значна кількість пилу. Дане устаткування використовується, у тому числі, при розвантажуванні залізничних вагонів, якими транспортується зерно.

Відповідно до дослідження [3] під час приймання зерна із залізничного транспорту концентрація пилу у повітрі, що відходить від устаткування складає $1,3 \text{ мг/дм}^3$. Під вплив пилу такої концентрації потрапляють всі, хто знаходяться на майданчику розвантаження, а також поблизу нього, в залежності від погодних умов.

За даними Адміністрації морських портів України, у 2021 році через Морський торговельний порт Одеса було перевантажено 6,491 млн тон зерна. На перевантаження зерна було витрачено робочого часу

$$6\,491\,000/(2*500)=6\,491 \text{ (год.)}.$$

Тобто, обслуговуючий персонал протягом 6 491 години, залежно від місця знаходження перебував у зоні підвищеної концентрації пилу. Це, у свою чергу, веде до додаткових виплат працівникам, пов'язаних із роботою із підвищеною небезпекою. Крім того, дослідження [4] говорить про вплив зернового пилу на здоров'я легень, що збільшує витрати портових підприємств (або ж державних коштів) на лікування працівників від захворювань, спричинених пилом. Тобто, відсутність боротьби із розповсюдженням пилу в портах може спричиняти довготривалі та дороговартісні наслідки.

Другий напрямок діяльності по зменшенню кількості пилу в повітрі на стадії проектування розрахований на довгострокову перспективу. У такому випадку при будівництві нового порту, об'єктів і обладнання можливо створити безпечне середовище для працівників і мешканців. Одним з способів підвищення ефективності реалізації цього напрямку є розробка відповідного методичного забезпечення розрахунків поширення пилу у повітрі.

Перелік посилань

1. Grote M., Mazurek N., Gräbsch C., Zeilinger J., Le Floch S., Wahrendorf D.-S., Höfer T. Dry bulk cargo shipping – An overlooked threat to the marine environment? *Marine Pollution Bulletin*. 2016. № 110(1). P. 511 – 519. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.066>
2. Prostański D. Use of Air-and-Water Spraying Systems for Improving Dust Control in Mines. *Sustainable Mining*. 2013. № 12(2). P. 29 – 34.
3. Зацеркляний М.М. Утворення пилу на підприємствах галузі хлібопродуктів і зменшення пиловиділення. *Техногенно-екологічна безпека*. 2018. № 3(1). С. 16 – 20.
4. Margaret R., Becklake M.D. Grain dust and lung health: Not just a nuisance dust. *Can Respir J*. 2007. № 14 (7). P. 423 – 425. <https://doi.org/10.1155/2007/931094>