

Дніпродзержинський державний технічний університет

АНАЛІЗ УМОВ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗНАПІРНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ МАТЕРІАЛІВ, ЩО УТВОРЮЮТЬ ПИЛ

Вступ. Одним із джерел запиленості на робочих місцях є відкрите транспортування сипких матеріалів (піску, цементу та інших пилоподібних матеріалів) за допомогою транспортерів та конвеєрів, а також різних перевантажувальних пристроїв та жолобів. Від застосовуваного раніше закритого безнапірного засобу внаслідок появи частих пробок при транспортуванні матеріалів виробництво відмовилося. Це відбулося внаслідок того, що до теперішнього часу використання безнапірного транспортування сипких матеріалів залишається до кінця не дослідженим.

Узагальнення і аналіз робіт [1, 2], які стосуються досліджень впливу параметрів траси переміщення сипких матеріалів на транспортуючу здатність, показують, що транспортування останніх по жолобах, каналах або транспортерах незалежно від виду транспорту, який використовується, супроводжується запиленістю повітря, що набагато перевищує вимоги санітарних норм.

Вібраційний транспорт широко застосовується в різних галузях народного господарства (будівництво, металургія, гірництво). Цей вид транспорту супроводжується підвищеним шумом (до 105 дБА) та вібраціями, вимагає великих витрат, а конструкції його транспортних ліній складні та недовговічні.

Переміщення сипких матеріалів за допомогою пневмотранспорту потребує наявності потужних компресорів, а на виході – обов'язкового очищення повітря за допомогою циклонів, пилоосаджувальних камер або різних видів фільтрів, що також є енергоємним та потребує великих витрат.

Найбільш надійними, простими у виготовленні та не потребуючими великих витрат є безнапірні гідравлічний та гравітаційний види транспорту для переміщення матеріалів в сухому стані. При виборі оптимальних значень кутів нахилу жолоба, швидкостей потоку, параметрів трас та інших факторів можливе зниження запиленості на робочих місцях при транспортуванні сипких матеріалів за їх допомогою [3].

В роботі [1] відмічається, що безнапірний гідравлічний транспорт має недоліки, які полягають у тому, що при незамкнутій системі необхідне очищення транспортуючої рідини (води). Але даний недолік можна виключити, якщо зробити систему замкнутою. В цьому випадку транспортуюча рідина буде використовуватися багатократно. Відокремлення твердих часток від рідини також ускладнює використання даного виду транспорту, однак в теперішній час розроблено ефективні грохоти, а також відстійники з механічним розвантаженням сипкого матеріалу. Тому і цей недолік майже не стримує розвиток безнапірного гідравлічного транспорту.

Постановка задачі. Метою роботи є аналіз відомих теоретичних та експериментальних досліджень можливості використання безнапірних гідравлічного та гравітаційного транспортів для переміщення сипких матеріалів, а також методів розрахунку основних їх параметрів.

Результати роботи. В ході аналізу експериментальних досліджень зміни транспортуючої здатності потоку Q_T від кута нахилу траси жолоба α (або i), наведених в [3, 4], побудовано при незмінних інших параметрах залежність $Q_T = f(\alpha)$, зображену на рис.1.

Умовно дану криву можна розділити на чотири області, кожна з яких характеризується своїми закономірностями.

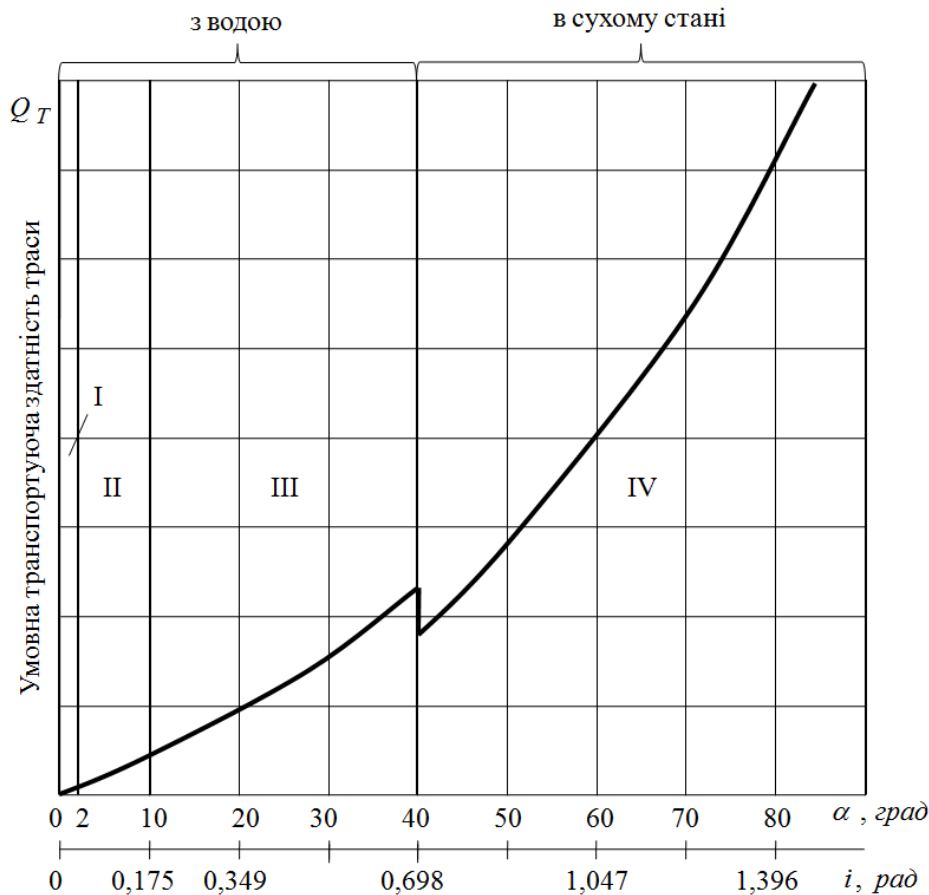


Рисунок 1 – Експериментальна залежність транспортуючої здатності потоку Q_T від кута нахилу траси жолоба α (або i)

Перша область з граничними кутами нахилу жолоба $0^\circ < \alpha \leq 2^\circ$ характеризується відсутністю будь-яких переміщень під дією сил гравітації, тобто гідравлічний транспорт або неможливий, або економічно недоцільний.

В області II з кутами нахилу $2^\circ < \alpha \leq 10^\circ$ має місце початок транспортування сипких матеріалів за рахунок безнапірного гідравлічного транспорту.

В третій області ($10^\circ < \alpha \leq 40^\circ$) проявляються ознаки гідравлічного транспорту, але транспортування можливе лише при наявності транспортуючої рідини в міжчасткових порах.

На промислових підприємствах в процесі уловлювання пилу утворюється суміш води та дрібних твердих часток, яка, як правило, видаляється за межі цехів по жолобах, що мають відносно великий кут нахилу до горизонту. При цьому вихідне співвідношення твердої та рідкої фаз пульпи є великим, їх відносне переміщення відсутнє, а рух всього потоку в цілому прискорений. Рідина, що знаходиться всередині просторової решітки з твердих часток, переміщується з тією ж швидкістю, тобто прискорено. В переміщенні часток перестає грати роль сила гідродинамічного тиску. Єдиною причиною, що визиває рух, є сила тяжіння, тобто переміщення пульпи аналогічно гравітаційному транспортуванню сухого сипкого матеріалу, а рідина виконує функцію змащення, що зменшує тертя між частками та об тверді границі потоку, де має місце також дія сили Архімеда. У порівнянні з потоком сухого сипкого матеріалу цей потік більш рухомий, оскільки при своєму русі він має менший опір.

Таким чином, даному переміщенню в тій чи іншій мірі властиві характерні особливості як гідравлічного, так і гравітаційного видів транспорту. Переміщення сипких

матеріалів в суміші із водою по жолобах, які нахилені під великими кутами до горизонту, часто відносять до гідравлічного транспорту.

Четверта область ($40^\circ < \alpha < 90^\circ$) відрізняється від інших можливістю використання гравітаційного самопливного транспорту сипких матеріалів по жолобах або каналах. Для деяких сипких матеріалів ця зона починається і при значно менших кутах.

Як правило, при проектуванні безнапірних гідравлічного та гравітаційного транспортів відома лише величина нахилу траси, а інші параметри, наприклад, обрис перетину жолобів, місця розташування гасителів швидкості для різних видів сипких матеріалів до теперішнього часу обираються інтуїтивно, без будь-яких наукових обґрунтувань.

Відмітимо, що залежність $Q_T = f(\alpha)$ на границях III та IV областей (рис.1) характеризується стрибком, який пояснюється тим, що різні сипкі матеріали мають свою величину коефіцієнта тертя по твердих границях, відносно яких відбувається їх переміщення. Вказаний стрибок може бути пояснений також відсутністю транспортуючої рідини, що призводить до різкого зменшення транспортуючої здатності сипкого матеріалу, що переміщується.

Таким чином, використання безнапірних гідравлічного та гравітаційного транспортів можливе лише за великих кутів нахилу траси жолоба, більших $\alpha = 10^\circ$ (або $i = 0,175$ рад).

Результати теоретичних та експериментальних досліджень переміщення матеріалів за допомогою безнапірного гідравлічного транспорту розглядалися в багатьох роботах, наприклад, Джолієна і Смарт, Б.Є.Фрідмана, В.С.Мучніка, В.В.Івакіна, В.С.Кнорова, В.В.Трайніса та ін.

М.А.Веліканов та В.М.Маккавєєв запропонували гравітаційну та дифузійну теорії руху сипких матеріалів [3].

В теоретичних викладках М.А.Веліканова не враховані деякі показники, що не дозволяють в повній мірі використовувати їх на практиці:

- зміна швидкості потоку в залежності від зміни живого перетину траси;
- зміна коефіцієнта Шезі в залежності від гідравлічного радіуса;
- величина Архімедової сили, що діє на тверді частинки в залежності від швидкості потоку;
- площа контакту рідкої та твердої фаз в потоці.

В.М.Маккавєєв використовував принцип зважування та переносу твердих часток потоком атмосферного повітря стосовно до квіткового пилку та насіння рослин. Він склав рівняння для розподілу концентрації часток по перетину потоку, в яке входили наступні параметри: насичення потоку твердими частками поблизу дна, глибина потоку, питома вага пульпи, координати точок, що розглядаються, та коефіцієнт турбулентної в'язкості.

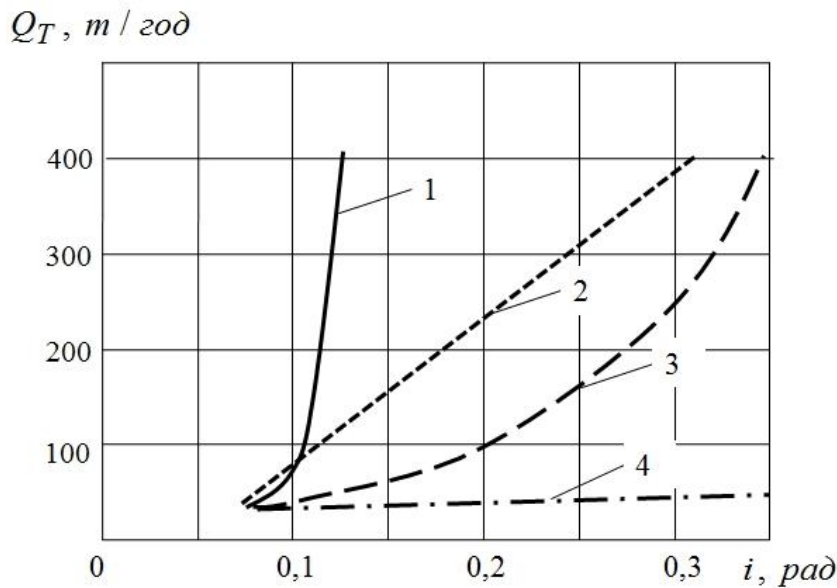
Аналіз даної теорії показав, що, якщо для квіткового пилку та насіння, які переносяться повітрям, дифузійна теорія має задовільну збіжність з експериментами, то для умов гідравлічного транспорту, особливо транспортування матеріалів з великими кусками та матеріалів, що мають більшу, ніж вода, щільність, вона не може використовуватися.

Результати найбільш фундаментальних досліджень впливу нахилу жолоба в межах $0,08 < i < 0,135$ на транспортуючу здатність потоку отримані в роботах С.С.Шавловського, Г.А.Карпова [3], О.І.Купріна [5, 6] та ін.

На основі їх теоретичних розробок побудовано графіки залежності транспортуючої здатності потоку Q_T від величини нахилу жолоба i (рис.2).

Отже, як випливає з наведених графіків, результати досліджень вищевказаних авторів мають значний розкид, а застосування їх методик, особливо при великих значеннях нахилу i , не рекомендується.

Аналіз результатів С.С.Шавловського показує сильно виражену залежність у вигляді кубічної параболи (рис.2, крива 1) транспортуючої здатності від нахилу жолоба: навіть при незначному прирості параметра i величина Q_T різко збільшується, що суперечить дослідам.



1 – методика С.С.Шавловського [3]; 2 – методика Г.А.Карпова [3] та ін; 3– методика О.І.Купріна [5]; 4 – методика, наведена в [6]

Рисунок 2 – Графіки залежності транспортуючої здатності потоку Q_T від величини нахилу жолоба i (ширина жолоба по низу – 400 мм; витрата води – 230 м³/год; питома вага піщаника – 2,55 т/м³)

неєва (рис.2, крива 2), займає середнє положення, виражається прямо пропорційним законом та аналогічна експериментальному графіку рис.1. Запропонована ними методика визначення параметрів безнапірного гідравлічного транспорту може бути використана для транспортування кускового матеріалу за умови, якщо його розміри порівнянні з глибиною потоку і тільки при повному зануренні часток в рідину, тобто при максимальному використанні Архімедової сили.

Останній графік, побудований за методом [6] (рис.2, крива 4), виражається прямолінійним законом $Q_T = f(i)$, не враховує вплив коефіцієнта тертя на транспортуючу здатність потоку, а, отже, не враховує властивості транспортуючого матеріалу, тому не рекомендується для використання.

Висновки. Отже, проведений аналіз показує:

- використання безнапірних гідравлічного та гравітаційного транспортів для переміщення сипких матеріалів знижує запиленість на робочих місцях за умов оптимального вибору параметрів транспортування;
- існування цих видів транспорту можливе за великих значень кутів нахилу жолоба α (або i);
- теорія переміщення сипких матеріалів в потоці рідини до теперішнього часу відсутня;
- відомі теорії (гравітаційна та дифузійна) не дозволяють проводити інженерні розрахунки параметрів безнапірних гідравлічного та гравітаційного транспортів;
- відомі інженерні методи розрахунку можуть бути використані лише в кожному окремому випадку (певний нахил, форма та матеріал жолоба, швидкість переміщення потоку, розміри сипкого матеріалу та інші) або зовсім не придатні для використання;
- вибір характеристик траси, умов транспортування, місць розташування гасителів швидкості та інших параметрів не мають наукового обґрунтування.

Графік залежності Q_T від i за даними О.І.Купріна (рис.2, крива 3) також виражається параболічним законом, однак гілка параболі вигадає більш монотонно. Як показують розрахунки, вплив нахилу жолоба на транспортуючу здатність потоку є незначним. Даний метод придатний для певного інтервалу i та не може взагалі бути використаним для визначення параметрів гідравлічного транспорту.

Крива, побудована за даними Г.А.Карпова та колективу Всеросійського науково-дослідного інституту гідротехніки (ВНДІГ) ім. Б.Є.Веденєва

Таким чином, питання подальших досліджень та розробки методів розрахунку параметрів безнапірних гідравлічного та гравітаційного транспортів для переміщення сипких матеріалів з метою зниження запиленості на робочих місцях підприємств є актуальними і потребують вирішення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Куприн А.И. Гидротранспорт стружки / А.И.Куприн, А.М.Тихонцов. – М.: Машиностроение, 1978. – 80с.
2. Огурцов А.П. Исследование параметров транспорта сыпучих материалов в открытом потоке жидкости / А.П.Огурцов, Л.М.Мамаев, А.И.Куприн. – К.: ИСИ МО, 1995. – 505с.
3. Гасило Ю.А. Разработка комплекса мероприятий и средств для создания комфортных условий труда на рабочих местах с повышенным выделением пыли: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / Гасило Юрий Анатольевич. – Днепропетровск, 1998. – 224с.
4. Гасило Ю.А. Исследование закономерностей перемещения сыпучих материалов по желобам, уложенным с различными уклонами / Ю.А.Гасило // Придніпровський науковий вісник. – 1997. – №44 (45). – С.38-43.
5. Куприн А.И. Зависимость удельной транспортирующей способности от удельной энергии живого сечения потока пульпы / А.И.Куприн // Изв. ВУЗов. Горный журнал. – 1987. – №8. – С.57-61.
6. Куприн А.И. Исследование параметров транспортирующего потока пульпы / А.И.Куприн // Изв. ВУЗов Горный журнал. – 1989. – №3. – С.24-29.

Надійшла до редколегії 18.01.2016.

УДК 331.46

ЛЕВЧУК К.О., к.е.н., доцент
КОПИЛ О.В., студентка

Дніпродзержинський державний технічний університет

ВИРОБНИЧИЙ ТРАВМАТИЗМ В УКРАЇНІ: ПРИЧИНИ ТА ШЛЯХИ ЗАПОБІГАННЯ

Вступ. Рівні виробничого травматизму і професійної захворюваності є основними показниками стану охорони праці в тій чи іншій сфері економічної діяльності, регіоні і в цілому в державі. Нинішній його стан в державі профспілки оцінюють як критичний. Не дивлячись на щорічну оптимістичну динаміку зниження кількості нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, за даними Держгірпромнагляду рівень травматизму на виробництві в Україні залишається високим, тому необхідним є дослідження причин виробничого травматизму в Україні та прийняття заходів щодо попередження випадків травматизму на підприємствах держави.

Постановка задачі. Сьогодні виробничий травматизм виступає однією з основних проблем, з якою стикаються підприємства, тому необхідним є виявлення основних причин травматизму та дослідження динаміки травматизму за галузевою ознакою та по регіонах України. Для вироблення оптимального рішення проблеми профілактики виробничого травматизму необхідне розуміння природи нещасних випадків на виробництві. Однак розуміння проблем без розуміння їх причин не може дати повного уявлення про проблеми травматизму на виробництві.