

Матеріали наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019

УДК 621.941.1.

О. Лясота, канд. техн. наук, доц., Д. Лозіцький

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВОГО ТРАНСПОРТЕРА-ЗМІШУВАЧА

O. Lyasota, Ph.D., Assoc.Prof., D. Lozitsky

OPTIMIZATION OF THE MIXING SCREW CONVEYER PARAMETERS

Гвинтові транспортери використовуються у різних галузях народного господарства для транспортування різноманітних сипучих матеріалів. Крім переміщення матеріалів гвинтові транспортери в силу своїх конструктивних особливостей також можуть одночасно виконувати і суміжні функції – подрібнення або дроблення, змішування, дозування тощо. Процес змішування широко застосовується у різних галузях виробництва: у будівництві – для отримання сухих і рідких будівельних сумішей; у сільському господарстві - для отримання комбікормів і добрив; у харчовій промисловості - для утворення емульсій і суспензій, однорідних сумішей сипких матеріалів та інших суцільних середовищ, для інтенсифікації процесів тепло- і масообміну; у хімічній промисловості - при виробництві різних хімічних добавок; у фармацевтичній промисловості - при виробництві лікарських препаратів; при виробництві композиційних матеріалів. Поєднання процесу змішування з транспортуванням підвищує продуктивність виконання цих робіт.

Як окремий технічний елемент транспортери-змішувачі можна широко використовувати в конструкціях сільськогосподарських машин для внесення добрив, протруювача насіння тощо, а також в компоновальних схемах машин для перевантаження або переміщення матеріалів в зв'язку з їх простотою конструкції, технічного обслуговування і можливістю завантаження та повного, або часткового розвантаження матеріалу в будь-якому місці технологічної лінії.

Поява технологій виготовлення секційних гвинтових заготовок для робочих органів дає можливість розробляти удосконалені конструкції гвинтових транспортерів, які забезпечують одночасне транспортування та змішування матеріалів. Обґрунтування раціональних параметрів робочих органів таких транспортних механізмів, є важливим науковим завданням.

Аналіз технологічних показників процесу одночасного змішування та транспортування матеріалів показав можливість підвищення їх шляхом розробки та обґрунтування параметрів робочих органів комбінованого гвинтового транспортера-змішувача (комбінованого ГТЗ).

У змішувачах періодичної дії однорідність суміші регулюється тривалістю процесу змішування. Аналіз якісних показників роботи існуючих змішувачів свідчить про недостатню стабільність і складність процесу: компоненти подаються в бункер нерівномірно, а однорідність змішування не відповідає встановленим вимогам. Для забезпечення технологічного процесу змішування необхідний тривалий час (більше 10...15 хв.) на доведення суміші до однорідної маси, що знижує продуктивність і підвищує витрати енергії. Для усунення існуючих недоліків традиційних змішувачів пропонується вдосконалений змішувач з комбінованою схемою руху сировини багатосекційними гвинтовими робочими органами.

Процес змішування компонентів вдосконаленим транспортером-змішувачем виконується таким чином. Відповідні дози компонентів завантажуються в окремі бункери, шляхом дозування поступово вирівнюється їх подача на гвинтовий робочий орган з отворами і плоскими лопатями. Лопаті верхнього ряду з правим кутом нахилу а нижній ряд, з лівим кутом нахилу відокремлюють порцію суміші по ширині лопатей і

переміщують в радіальному, круговому і осьовому напрямку, створюючи разом з радіальними або овальними отворами велику мікро об'ємну множини суміші з дискретним вмістом часток змішуваних компонентів. При цьому частки кожного компоненту суміші потрапляють в область взаємодії складних рухів, перетинів і зіткнень та періодично переміщуються з одного потоку до іншого, що забезпечує інтенсивний масообмін і прискорює процес змішування компонентів. Інтенсивне змішування компонентів продовжується в процесі всього транспортування їх аж до подачі в сторону вивантажувального каналу в забірну ємність.

Основними критеріями, які характеризують технологічно-економічну ефективність застосування ГТЗ, є продуктивність їх роботи, споживчі енергозатрати процесу змішування і транспортування матеріалів, якість змішування, ресурс роботи тощо.

Для проведення комплексу досліджень було використано удосконалений комбінований гвинтовий транспортер-змішувач.

При оцінці якості змішування однієї випадкової величини, суміш вважають двокомпонентною. Для цього із суміші виділяють якийсь один компонент (контрольний), а всі інші об'єднують у другий, умовний. За ступенем розподілу контрольного компонента у масі судять про якість суміші.

В якості кількісної оцінки завершеності процесу змішування приймають ступінь однорідності, яка представляє собою відношення вмісту контрольного компонента в аналізованій пробі до вмісту того ж компонента в ідеальній суміші. Ступінь однорідності визначають за емпіричними формулами А.А. Лапшина:

$$\begin{aligned} \Theta &= \frac{1}{n} \sum \frac{B_1}{B_0} \text{ при } B_1 < B_0; \\ \Theta &= \frac{1}{n} \sum \frac{2B_0 - B_1}{B_0} \text{ при } B_1 > B_0, \end{aligned} \quad (1)$$

де Θ - ступінь однорідності; n - кількість проб; B_1 - доля меншого компонента у пробі; B_0 - доля меншого компонента у суміші.

Для обґрунтування раціональних параметрів комбінованого ГТЗ необхідно провести аналітично-експериментальні дослідження його продуктивності роботи, яка в загальному контексті регламентується продуктивністю роботи шнекового конвеєра, яку позначимо через Q_k .

Продуктивність шнекового конвеєра Q_k (кг/с) визначається за відомою формулою продуктивності машин неперервної дії

$$Q_k = F_v \rho_k \mu_n \psi_\alpha V_w, \quad (2)$$

де F_v – площа поперечного перерізу потоку вантажу, м²; μ_n – коефіцієнт подачі шнека (коефіцієнт продуктивності); ψ_α – коефіцієнт кута нахилу шнекового конвеєра до горизонту; V_w – середня швидкість переміщення (транспортування) вантажу в напрямку вихідної частини шнекового конвеєра, м/с.

Для підвищення ефективності змішування компонентів і усунення недоліків традиційних змішувачів запропоновано більш досконалу конструкцію комбінованого транспортера змішувача з робочим органом з гвинтової стрічки з отворами і багатосекційними плоскими лопатями. Проведені дослідження кінематичних параметрів ГТЗ, підтверджують його переваги.