

УДК631.363.001.5

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМИ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ КАМЕРИ ДОЗАТОРА - ЗМІШУВАЧА

Гвоздєв В.О., к.т.н.,

Гвоздєв О.В., к.т.н.,

Калиниченко О.О., магістрант

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-13-06

Анотація – робота присвячена теоретичному обґрунтуванню форми робочої поверхні завантажувальної камери дозатора – змішувача, в якій пропонується бічні стінки завантажувального пристрою виконати дотичними.

Ключові слова – дозатор – змішувач, сипучий матеріал, завантажувальна камера, робоча поверхня, надшнекова зона.

Постановка проблеми. У цей час на різних підприємствах харчового виробництва працюють десятки дозаторів - змішувачів шнекового типу. Їхнє застосування дозволяє підвищити техніко-економічні показники всієї системи транспортування. Однак проведені експериментальні дослідження дозволили встановити, що фактична продуктивність дозатора - змішувача значно нижче теоретичної [1, 2, 3].

Аналіз конструкції й досвід експлуатації показують, що однією з стримуючих причин підвищення продуктивності шнекового дозатора - змішувача є завантажувальна камера й процеси, що здійснюються у ній [3].

Під завантажувальною камерою розуміється прийомний патрубок, частина шнека й корпус, розташованого під ним.

Аналіз останніх досліджень. Можна припустити, що основною причиною низької продуктивності є те, що при роботі дозаторів - змішувачів із-за високих обертів шнека (до 1500 об/хв) виникають значні інерційні сили. Розрахунки показують, що величина сил інерції, діюча на частку, що перебуває у завантажувальній камері, порівнянна із силою ваги й може перевищувати її [4, 5].

Якщо врахувати, що рух матеріалу в дозаторі - змішувачі забезпечується у результаті силового впливу не тільки вищевказаних сил ваги й інерції при обертовому русі, але й силі тертя о перо шнека й корпус, сил взаємодії між частками матеріалу, а також сил інерції при

поступальному русі матеріалу, то картина представляється досить складною. Спроби теоретичного опису руху матеріалу в міжлопастевому просторі шнека неодноразово вживались багатьма авторами [1, 3, 5]. Однак результати розрахунку, особливо для шнеків, що швидко обертаються, ще й ускладнених рухом повітряних потоків (для живильників), істотно відрізняються від дійсності.

Над рішенням поставленої проблеми займаються давно. Так у роботі [6] пропонується для підвищення продуктивності шнекового дозатора - змішувача збільшення довжини завантажувального вікна. А в роботі [7] запропоновано знизити пульсацію сипучих компонентів, що надходять на змішування, за рахунок зменшення кроку шнеку і застосування багатосекційного бункера. Однак, у першому випадку рішення досягається за рахунок ускладнення конструкції, а в другому випадку можливе застосування бункера тільки для тихохідного шнеку. Є спроби вирішення проблеми шляхом зниження пульсацій надходженням сипучих компонентів у камеру змішування за рахунок дугоподібного з'єднання трубопроводом дозувально-змішувальної камери з вивантаженням [8]. Даний змішувач хоча і вирішує проблему, але конструкція його дуже складна.

Частково вирішена проблема згладжування пульсацій у швидкохідному дозаторі - змішувачі в роботі [9] за рахунок утворення надгвинтового простору з піднятою напівкруглою кришкою кожуха. Однак і в даній конструкції необхідно вирішити питання про узгодження потоків сипучих компонентів: обертального в кожусі і витікання з бункера.

Постановка завдання. Метою даної статті є спроба на основі спрощеної фізичної моделі запропонувати такі зміни в конструкції завантажувальної камери, які б викликали збільшення продуктивності дозатора - змішувача. При цьому зміни будуть стосуватися геометрії завантажувального патрубку й форми робочої поверхні кожуха дозатора - змішувача, а також сукупності їхнього впливу на продуктивність.

Основна частина. Навіть спрощений аналіз діючих на частку сил (рис. 1) дає підставу стверджувати, що взаємне розташування векторів сил інерції P_u й сил ваги mg у різних секторах поперечного перерізу дозатора – змішувача неоднакове. Сумарна складова сил ваги й сил інерції у певних ділянках завантажувальної камери сприяє (у секторі IV), а в інших перешкоджає (у секторі I) захопленню й подальшому просуванню матеріалу в змішувальну камеру.

Щоб зменшити негативний вплив сил інерції в секторі II, що виштовхують матеріал у прийомний патрубок, пропонується бічні стінки завантажувального пристрою виконати дотичними, як показано на рис. 2, а також зробити надшнекову зону.

Передбачається, що це поліпшить умови завантаження й приведе до збільшення продуктивності дозатора – змішувача.

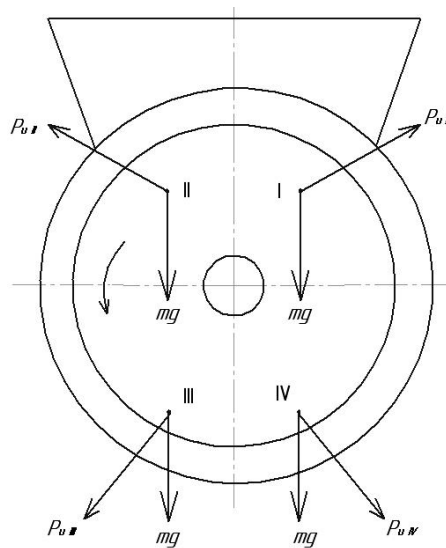


Рис. 1. Схема сил, що діють на частку в поперечному перерізі дозатора - змішувача.

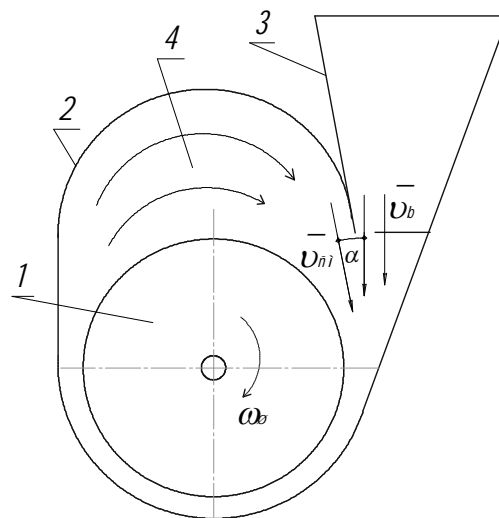


Рис. 2. Схема спільної роботи шнекового дозатора - змішувача й завантажувального пристрою:

1 – шнек, 2 – кожух, 3 – завантажувальний пристрій, 4 – надшнекова зона.

У даній конструкції передбачена надшнекова зона 4 швидкохідного шнекового дозатора - змішувача, яка забезпечує створення псевдозріджених шарів сипучих компонентів і їхній швидкохідний рух зі швидкістю v_{cm} у зоні надходження тонкого шару суміші із завантажувального пристрою 3 зі швидкістю v_b . Головна

умова рівномірного введення дозувальної суміші в шар, що рухається, – це створення якомога меншого кута α_v між напрямком швидкостей v_b і v_{cm} . А це можливо при спрямованому русі суміші після сходу її з витків шнеку. Наприклад, щоб вектор швидкості v_{cm} був спрямований під кутом β до горизонту (рис.3), тобто як би сковзав бічною поверхнею завантажувального пристрою.

При цьому швидкість v_{cm} повинна бути набагато більше v_b ($v_{cm} \gg v_b$).

Відомо, що у швидкохідних шнекових дозаторах - змішувачах сипучий матеріал, який швидко обертається, розподіляється циліндричним шаром, що щільно прилягає до кожуха по всьому його колу [2, 3]. Тоді в точці А (рис.3) швидкість суміші v_{cm} м/с сипучого матеріалу в зоні завантажувального пристрою можна визначити за формулою

$$v_{cm} = K_v \frac{\pi R_k n}{30}, \quad (1)$$

де $R_k = R + \Delta$ – радіус кожуху, м;

Δ – зазор між шнеком і кожухом, м.

Для визначення форми робочої поверхні кожуха дозатора - змішувача в зоні завантаження (рис. 3) розглянемо рух часток сипучої суміші при сході із робочої поверхні шнеку у точці А.

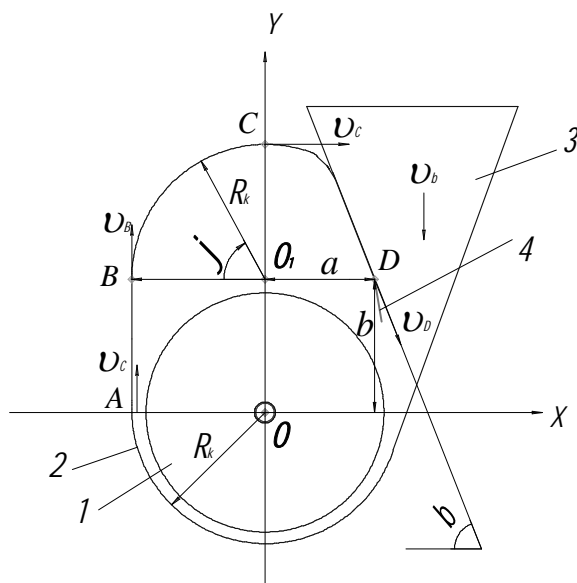


Рис. 3. Схема визначення форми робочої поверхні кожуха дозатора - змішувача в зоні завантаження:

1 – шнек; 2 – кожух; 3 – завантажувальний пристрій; 4 – заслінка.

Рух часток після сходу із поверхні шнека на ділянці AB буде прямим зі швидкістю v_{cm} (формула 1).

Після диференціювання рівняння (1) і перетворення визначимо швидкість часток суміші в точці B .

$$v_B = \sqrt{v_{cm}^2 - 2gR_k}, \quad (2)$$

причому $AB = R_k$.

Далі розглянемо рух часток суміші на ділянці BC , де відбувається не тільки зниження швидкості часток за величиною, але й зміна кута вектора швидкостей.

Для визначення швидкості часток у точці C скористаємося полярною системою координат із центром у точці O_1 , розташованій на відстані AB від точки O .

Зміна кута φ , $0 \leq \varphi \leq 90$.

Очевидно, рух буде дузою кола й опишеться рівнянням

$$x^2 + y^2 = R_k^2. \quad (3)$$

Після рішення рівняння (3) для нашого випадку маємо $v_C = v_B$ й

$$v_C = \sqrt{v_{cm}^2 - 2gR_k}. \quad (4)$$

На ділянці CD рух часток суміші буде відбуватися деякою кривою. З огляду на те, що цей рух буде відбуватися, в основному, при вільному падінні часток, то траєкторією буде швидше за все парабола, симетрична вісі OY .

$$Y = 2R_k - \lambda x^2, \quad (5)$$

де λ – коефіцієнт, враховуючий, що парабола проходить через задану точку D з координатами $X = a$ і $Y = b$.

Після перетворень з оглядом на те, що $a = R_k \sin \beta$; $b = R_k \cos \beta$

$$Y = \frac{2R_k - R_k \cos \beta}{R_k^2 \sin^2 \beta} X^2 \quad (6)$$

маємо рівняння параболи.

З метою зменшення кута α_D (рис. 2) між швидкостями v_{cm} та v_B у точці D (рис. 3) пропонується встановити регулюючу заслінку 4. Змінюючи положення заслінки, можна домогтись мінімального кута

$\alpha_v \rightarrow 0$. Тоді частки будуть ніби проникати тонкими шарами під обертові шари суміші, що перебувають у зоні завантаження дозатора - змішувача. Причому такий тонкошаровий рух буде сприяти витіканню сипучих компонентів через випускний отвір бункера-дозатора без утворення склепінь, чим буде досягтися більш рівномірне й дозоване перемішування компонентів суміші вже в зоні завантаження шнекового дозатора - змішувача.

Для визначення координат точки D встановлення заслінки, яка повинна знаходитися нижче центру мас обертання суміші у надгвинтовому просторі дозатора - змішувача [10], проведено геометричне моделювання для різних типорозмірів змішувачів за допомогою програмного забезпечення Maple та виявлено рівняння центру мас

$$y = -x^2 + R_k (1 + \sin \beta). \quad (7)$$

Дане рівняння дозволяє визначати координати $x = a$ і $y = b$ місця розташування вісі кріплення заслінки для змішувачів з різним діаметром (радіусом R_k) кожуха.

Висновки. Для обґрунтування форми робочої поверхні завантажувальної камери дозатора - змішувача необхідно знати окружну швидкість суміші в дозаторі - змішувачі v_{cm} і швидкість витікання дозувальної суміші з завантажувального пристрою v_b . Взаєморозташування завантажувального пристрою бункера-дозатора і кожуха змішувача повинне бути таким, щоб вектор швидкості v_{cm} з вектором швидкості v_b утворив гострий кут. Така конструкція прийомної камери змішувача дозволить йому працювати без пульсацій і без примусової подачі дозувальної суміші, що спрощує конструкцію й характеризується порівняно меншим питомим енергоспоживанням.

Література:

1. *Макаров Ю.И.* Основы расчета процессов смешения сыпучих материалов, исследование и разработка смесительных аппаратов: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. техн. наук./ Ю.И. Макаров. – М, 1975. – 42 с.

2. *Обертышев А.И.* О движении сыпучего материала в винтовом транспортере при больших оборотах винта / А.И. Обертышев, С.К. Янчин // Труды АЧИМСХ. – М. : Россельхозиздат, 1968. – Вып. 19. – С. 119 – 121.

3. *Гвоздєв В.О.* Обґрунтування технологічного процесу та конструктивних параметрів швидкохідного гвинтового змішувача комбікормів./ В.О. Гвоздєв. – Глеваха, 2009. – 20 с.

4. Григорьев А. М. Винтовые конвейеры. / А.М. Григорьев - М.: Машиностроение, 1972. - 180 с.

5. Лямкин Е.С. Обоснование параметров шнековых питателей пневмотранспортных установок: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук./ Е.С. Лямкин. – Барнаул, 2002. – 20 с.

6. Обертышев А.И. Влияние длины загрузочного окна шнекового транспортера на требуемую мощность / А.И. Обертышев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1966. – №9. – С.40 – 41.

7. Дмитрів Д.В. Розробка конструкції та обґрунтування параметрів малогабаритних кормозмішувачів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. / Д.В. Дмитрів. – Тернопіль, 2001. – 20 с.

8. Гурик О.Я. Обґрунтування параметрів транспортерів-змішувачів сипких матеріалів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. / О.Я. Гурик. – Тернопіль, 2003. – 17 с.

9. Эшдавлатов Э.У. Обоснование параметров и режимов работы смесителя непрерывного действия с тепловой обработкой кормов : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук./ Э.У. Эшдавлатов. – Балашиха, 1990. – 17 с.

10. Пат. 21392 Україна, МПК (2006) В65G 33/00 А01К 5/00. Спосіб змішування сипучих компонентів / Гвоздев В.О., Ялпачик Ф.Ю.; ТДАТА. – № у 2006 10098 ; заяв. 21.09.06 ; опублік. 15.03.07, Бюл. №3.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗАГРУЗОЧНОЙ КАМЕРЫ ДОЗАТОРА - СМЕСИТЕЛЯ

Гвоздев В.А., Гвоздев А.В., Калиниченко А.А.

Аннотация – Работа посвящена теоретическому обоснованию формы рабочей поверхности загрузочной камеры дозатора – смесителя, в которой предлагается боковые стенки загрузочного устройства выполнить по касательной.

THEORETICAL DEFINITION OF THE FORM WORKING SURFACE OF THE LOADING CHAMBER THE BATCHER - THE MIXER

A. Gvozdev, V. Gvozdev, A. Kalinichenko

Summary

Work is devoted to theoretical justification of a form of a working surface of the loading chamber of the batcher – the mixer in which it is offered to execute lateral walls of the loading device on a tangent.