

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, РОБОЧІ ОРГАНИ ТА МАШИНИ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ

УДК 631.636
ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЧАСТОК ГНОЄ–КОМПОСТНОЇ МАСИ

Е. Б. Алієв, к.т.н., завідувач відділу техніко-технологічного забезпечення насінництва
В. І. Харитонов, здобувач
В. Л. Кутіщев, науковий співробітник
Інститут олійних культур НААН

Дослідженнями встановлено, що ріст швидкості витання часток гноє–компостної суміші відбувається зі збільшення їх діаметра, що пояснюється більш інтенсивним зростанням об'єму, а відповідно, і сили ваги частки, порівняно з ростом поперечного перетину частки. Підвищення вологості викликає збільшення питомої ваги частки, то відповідно, збільшення швидкість витання. Так як коефіцієнти опору повітря і парусності обернено пропорційні до швидкості витання, то вони збільшуються зі зменшенням величини часток і зниженні вологості.

Ключові слова: гноє–компостна суміш, компостоготувальна машина, коефіцієнти опору повітря.

Постановка проблеми. Для дослідження процесу взаємодії робочих органів компостоготувальних машин з гноє-компостною сумішшю необхідно знати її фізико-механічні і реологічні властивості. Відомо, що фізико-механічні і реологічні властивості гноє-компостною суміші визначають не тільки конструктивно-технологічні параметри технічних засобів для компостування, а і їх конструктивні особливості [1]. Визначення конструктивних параметрів і режимів роботи при переміщенні киданням часток компостного матеріалу, які мають різноманітну форму і відповідні межі розмірів, вологості та щільності, вимагає отримання їх аеродинамічних параметрів. У зв'язку з цим слід визначити аеродинамічні характеристики часток матеріалу компостних буртів, так як використовувати відомі залежності аеродинамічного опору руху різних геометричних фігур не дозволить отримати достовірні дані.

Аналіз результатів останніх досліджень. Вивчення властивостей компостних буртів і відокремленої маси, а також їх взаємодії з лопатями фрезерного барабану розглянуто в ряді робіт [2, 3]. Деякими з них, а саме пов'язаними з фізико-механічними і технологічними властивостями як монолітів буртів, так і відокремленої маси, визначені у дослідженнях різних авторів і ними можна скористатися для наших потреб. Це в першу чергу ρ_0 і ρ — щільність буртів до і після перелопачування, ρ_v — щільність відокремленої маси, f — коефіцієнт тертя маси по лопаті. З аналітичних досліджень технологічного процесу перелопачування бурта видно, що окрім цих величин, одержані розрахункові формули, які описують взаємодію лопатей фрезерного барабану з компостним буртом: τ_c — граничне напруження сколювання у вертикальній площині; σ_c — граничне напруження розриву; φ_c — кут сколювання маси; φ_c — кут між горизонталлю і напрямом абсолютної

швидкості ріжучої кромки лопаті на початку сколювання маси бурта; аеродинамічні характеристики відокремлених часток маси.

Характеристика бурта і компостної маси визначалась згідно методик і вимог по ГОСТ 28305-89 [4], КНД-46.16.01.05-93 [5], КНД-46.16.02.08-95 [6]. При цьому відмічались: вологість і об'ємна маса, фракційний склад компостної маси при розділі часток на класи — до 0.5; 0.5–1.0; 1.0–2.0; 2.0–3.0; 3.0–5.0; 5.0–7.0 мм і більше 7.0 мм.

Мета досліджень. Дослідити аеродинамічні властивості часток гноє–компостної маси.

Основна частина. У більшості досліджень аеродинамічні властивості матеріальних визначаються отриманням швидкості витання в парусних класифікаторах або аеродинамічній трубі, тобто з використанням складного устаткування і точних вимірювально-реєструючих приладів [6].

Нами вивчення аеродинамічних характеристик, зокрема визначення коефіцієнту опору повітря k , виконується за методом, розробленим Герцелем і Франком — із використанням маятника, який задає початкову швидкість досліджуваному тілу [7]. Для цього була створена лабораторна установка (рис. 1). Вона представляє собою конструкцію маятникового типу з двоплечовим важелем, який складається з важеля 1, який має довжину r_1 і важеля 2. Важелі 1 і 2 мають маточини, які обертаються на осі 4 і сполучені між собою фрикційною муфтою 3. На важелі 2 на відстані r_2 від осі обертання 4 знаходиться тягар 5, на кінці важеля 1 закріплено тримач 6 для розміщення часток досліджуваного матеріалу. Для забезпечення вільного польоту частки із заданого положення і з заданою швидкістю, на шляху руху плеча 1 встановлені переставні упори 7.

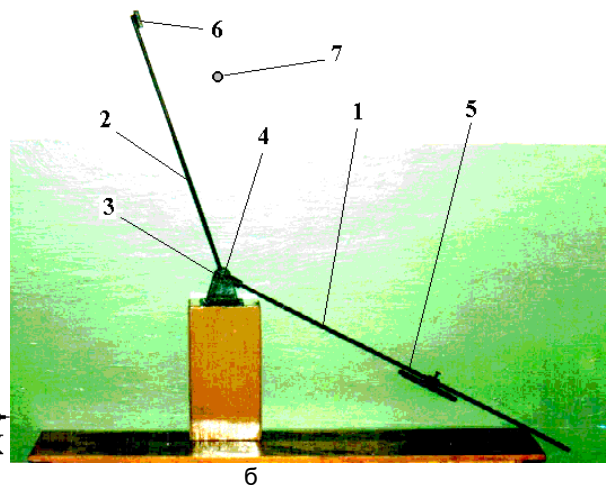
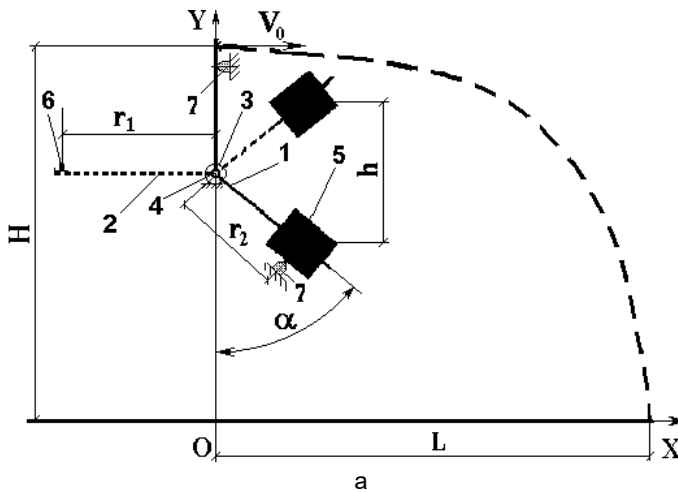


Рисунок 1 – Схема (а) і загальний вигляд (б) лабораторної установки для проведення досліджень по вивченню аеродинамічних властивостей часток гноє-компостної маси
1, 2 – плечі; 3 – фрикційна муфта; 4 – ось; 5 – тягар; 6 – чашка; 7 – упор

У залежності від початкового кута відхилення плечей маятника від вертикалі змінюється кутова швидкість при його повороті. При обертанні маятника плече 1, досягнувши упору 7 зупиняється, а плече 2 щоб запобігти динамічному навантаженню на систему продовжує рух, повертаючись на осі 4 відносно плеча 1 за допомогою фрикційної муфти 3.

Довжини плечей 1 і 2, розміщення тягара 5 і чашки 6 вибираються так, щоб при повороті важеля до крайнього положення лінійна швидкість чашки дорівнювала швидкості сходу часток з лопатей фрезерного барабану.

При обертанні важеля під дією тягара 5 частки гноє-компостної маси, покладені в тримач 6 набувають горизонтальної швидкості V_0 , розраховується виходячи з кінцевої кінетичної і початкової потенціальної енергії.

Кінцева горизонтальна швидкість, яку набуває досліджувана частка становитиме

$$V_0 = \frac{r_1}{r_2 \sin \alpha} \sqrt{\frac{2mgh}{m + J/r_2^2}}, \quad (1)$$

де r_1, r_2 – відповідно довжина плечей 1 і 2;

α – кут між плечима;

m – маса тягара;

g – прискорення земного тяжіння;

h – зміна вертикального положення тягара;

J – момент інерції рухомої системи приладу навколо осі обертання.

Момент інерції J рухомої системи приладу визначається розрахунковим методом при її розчленуванні на елементарні геометричні фігури.

Коефіцієнт опору повітря k (1/с) розраховується за виразом:

$$L = H + \frac{g}{2kV_0^2} L + \frac{g}{4k^2V_0^2} (1 - e^{-2kL}) \quad (2)$$

Далі на основі коефіцієнту опору повітря k за виразами

$$V_s = \frac{mg}{k\rho_n F} \quad (3)$$

$$k_n = \frac{g}{V_s^2} \quad (4)$$

знаходяться коефіцієнт парусності k_n і швидкість витання V_s .

Основні параметри лабораторної установки:

- відстань від осі обертання до зразка, мм 1000;
- відстань від осі обертання до тягара, мм 600;
- кут між важелями, град 125;
- кут повороту систем, град 90;
- швидкість частки в кінці обертання, м/с .62;
- висота сходу частки, м 2,5;
- кут між вектором швидкості сходу і горизонтом, град 0.

Так як при киданні частка гноє-компостної суміші обертається і через малу тривалість польоту не встигає розташуватися міделевим перетином перпендикулярно напрямку руху, за її лінійний розмір приймаємо середнє геометричне трьох вимірів — довжини l , ширини s і висоти h , яке використовується як для визначення еквівалентного діаметру d кулі та її площі F_{me} еквівалентного міделевого перетину.

Незважаючи на намагання використати активний експеримент при оцінці аеродинамічних показників часток буртів гноє-компостних сумішей не має змоги через складність відбору часток відповідності до фіксованих рівнів їх варіювання геометричних параметрів та вологості. Тому був проведений пасивний експеримент з використанням при дослідженні некерованих контрольованих факторів, який з метою запобігання появи гребеневої регресії вимагає більшої кількості числа замірів.

При лабораторних дослідженнях були прийняті межі варіювання факторів:

- максимальний еквівалентний діаметр

частки, мм 4–40;
– вологість, % 50–68.

В дослідженнях приймалися частки з відношенням висоти до ширини і ширини до довжини не більше ніж 1,2.

Використання залежності (2), дає змогу за виразом (4) знайти відповідно коефіцієнт парусності k_n і швидкість витання (критичну швидкість) V_s .

Статистична обробка даних дає змогу от-

римати рівняння регресії впливу еквівалентного діаметра d частки (мм) та її вологості w (%) на парусності k_n (1/м) та швидкості витання V_s (м/с), які представлені відповідно виразами (5)–(6), а їхнє графічне представлення подано на рис. 2.

$$k_n = 0.4486 - 0.0143d - 0.0048w + 0.0002d^2; \quad (5)$$

$$V_s = 4.5474 - 0.1777d - 0.0205w - 0.0079d^2 + 0.0133dw \quad (6)$$

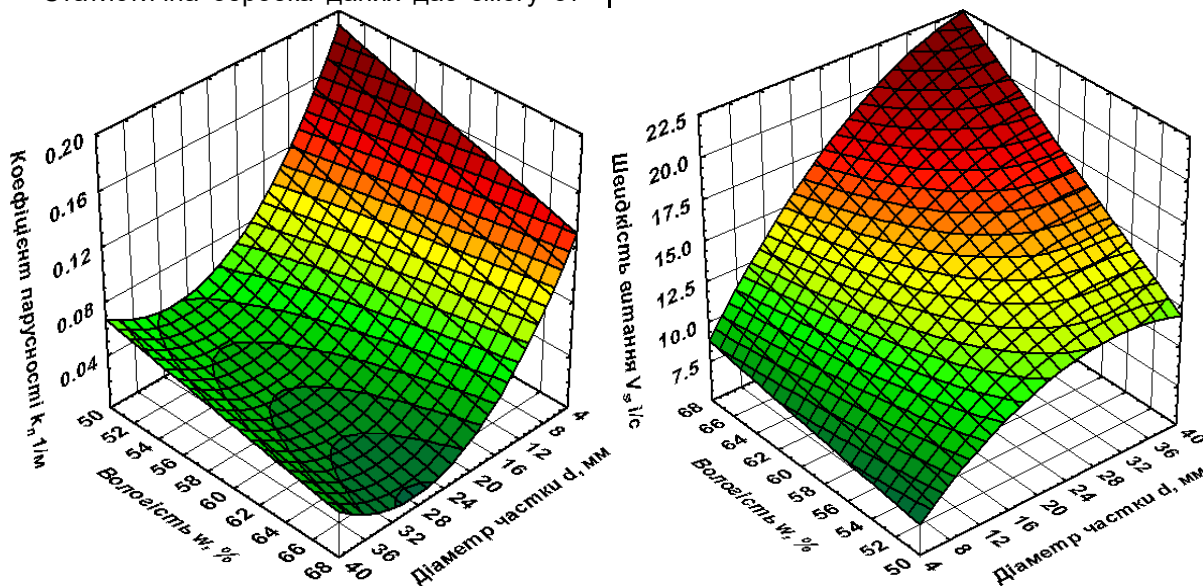


Рисунок 2 – Вплив величини еквівалентного діаметру d і вологості w на аеродинамічні властивості часток гноє-компостного бурта:
а – коефіцієнт парусності k_n ; б – швидкість витання (критичну швидкість) V_s .

У рівняннях (5) і (6) наведені лише коефіцієнти рівняння, значимі з прийнятним нами рівнем надійності, який становить 0.05.

Як видно із залежностей (5) і (6) та рис. 2 ріст швидкості витання часток гноє-компостної суміші відбувається зі збільшення їх діаметра, що пояснюється більш інтенсивним зростанням об'єму, а відповідно, і сили ваги частки, порівняно з ростом поперечного перетину частки. Підвищення вологості викликає збільшення питомої ваги частки, то відповідно, збільшення швидкості витання.

Так як коефіцієнт парусності за виразом (4) обернено пропорційний до швидкості витання, то

він збільшується зі зменшенням величини часток і зниженні вологості.

Висновки. Дослідженнями встановлено, що ріст швидкості витання часток гноє-компостної суміші відбувається зі збільшення їх діаметра, що пояснюється більш інтенсивним зростанням об'єму, а відповідно, і сили ваги частки, порівняно з ростом поперечного перетину частки. Підвищення вологості викликає збільшення питомої ваги частки, то відповідно, збільшення швидкості витання. Так як коефіцієнти опору повітря і парусності обернено пропорційні до швидкості витання, то вони збільшуються зі зменшенням величини часток і зниженні вологості.

Список використаної літератури:

1. Шевченко І.А. Результати експериментальних досліджень змішувача-аератора компостів / І.А. Шевченко, В.І. Харитонов, Е.Б. Алієв // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2011. – № 2(8). – С. 80-88. – ISSN 2075-1591.
2. Харитонов В. І. Використання змішувача-аератора з устаткуванням для зволоження при отриманні збалансованих органічних добрив / В. І. Харитонов // Зб. наук. праць ІМТ НААН “Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві”. – Вип.1(7). – Запоріжжя: ІМТ НААН, 2011 – С. 189–196.
3. Харитонов В.І. Обоснование конструктивных параметров азратора компостных смесей / В.И. Харитонов, А.С. Ковязин, Э.Б. Алиев // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 3 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2014. – Т.2. – С. 16-21.

4. ГОСТ 28305-89 Машины и тракторы сельскохозяйственные и лес-ные. Правила приемки и испытаний. Введ.01.07.1990. – М.: Госкомитет СССР по стандартам, 1989. – 5 с.

5. КНД 46.16.01.05 93 Випробування сільськогосподарської техніки. Порядок проведення та оформлення результатів випробувань техніки, що випускається для сільського господарства. Основні положення.

6. КНД 46.16.02.08-95 Техніка сільськогосподарська. Методи визначення умов випробувань.

7. Болтянский Б. В. Исследование аэродинамических свойств консервированной массы / Труды Таврической государственной агротехнической академии. Тематический научно-технический сборник. Вып. 2. Отраслевое машиностроение. Т. 4, Мелитополь, 1998. С. 93-97

Алиев Э.Б., Харитонов В.И., Кутищев В.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧАСТИЦ ГНОЕ-КОМПОСТНОЙ МАССЫ

Исследованиями установлено, что рост скорости витания долей гное-компостной смеси происходит по увеличению их диаметра, что объясняется более интенсивным ростом объема, а соответственно, и силы тяжести частицы по сравнению с ростом поперечного сечения частицы. Повышение влажности вызывает увеличение удельного веса, соответственно, увеличению скорости витания. Так как коэффициенты сопротивления воздуха и парусности обратно пропорциональны скорости витания, то они увеличиваются с уменьшением величины частиц и снижения влажности.

Ключевые слова: гное-компостная смесь, компостоприготовительная машина, коэффициент сопротивления воздуха

Aliev E., Kharitonov V., Kutischev V. STUDY THE AERODYNAMIC PROPERTIES OF PUS, THE COMPOST MASS PARTICLES

Abstract. Research has shown that the rate of growth Withania share pus-compost mixture occurs by increasing their diameter, which is explained by a more intensive growth of the volume, and accordingly, the particle of gravity compared to the growth of the cross-section of the particle. Increasing moisture content causes an increase in specific gravity, respectively, Withania increase speed. Since the air resistance coefficients, and inversely proportional to the sail Withania speed, they increase with decreasing particle size and reduce moisture.

Keywords: pus-compost mixture, compost-prepare machine, air drag coefficient

Стаття надійшла в редакцію: 07.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Подригало М.А.

УДК 631. 362

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ РЕГУЛЮВАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗДІЛЕННЯ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ РЕДИСКИ ПНЕВМАТИЧНИМ СЕПАРАТОРОМ З НАХИЛЕНИМ КАНАЛОМ

М. В. Бакум, к.т.н., професор.,

М. М. Крекот, к.т.н., доцент.,

М. М. Абдуєв, к.т.н., доцент.,

О. В. Сіняєва, асистент,

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Наведені результати лабораторних досліджень впливу регульовальних параметрів на ефективність розділення насінневої суміші редиски модернізованим пневматичним сепаратором з нахиленим каналом регульованої ширини.

Ключові слова: пневматичний сепаратор, лабораторні дослідження, регульовальні параметри, насіннева суміш, редиска, сепарація.

Постановка проблеми. Одним із основних факторів отримання овочів низької собівартості є використання високоякісного посівного матеріалу. При механізованому обмолочуванні насінників редиски в основну фракцію виділяється як повноцінне так і недозріле насіння основної культури, а також значна кількість суцвіть, часточок стебел, мінеральних домішок різного фракційного складу та насіння бур'янів. Такий матеріал має

низьку сипкість, підвищену вологість що погіршує процес розділення на сепараторах з решітними, трієрними або спеціальними (вібраційні шорсткі площини) робочими поверхнями. Крім того, підвищена вологість призводить до втрат посівних властивостей насіння при зберіганні, що потребує первинного очищення та сушіння насінневого вороху. Тому розробка конструкцій сепараторів спроможних ефективно розділяти такі суміші є