

УДК 631.333.92

Г.А. Голуб, проф., д-р техн. наук, С.І. Павленко, доц., канд. техн. наук, ст. наук.сп.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.Київ, Україна
E-mail: life-is-life.08@mail.ru

Моделювання процесу руху компосту по лопаті барабана під час розпушування буртів

Одним із важливих елементів технологічного процесу виробництва компостів є розпушування буртів. Тому, формалізація процесу механічного розпушування буртів є важливим фактором як при експлуатації існуючих машин, так і при проектуванні нових. Наведено методику визначення початкового кута метання та абсолютної швидкості вильоту частинок компосту з лопаті робочого органу під час розпушування буртів.

компост, бурт, барабан, лопать, кінематичний показник

Г.А. Голуб, проф., д-р техн. наук, С.И. Павленко, доц., канд. техн. наук, ст. научн. сотр.

Национальный университет биоресурсов и природоиспользования Украины, г. Киев, Украина

Моделирование процесса движения компоста по лопасти барабанах во время рыхления буртов

Одним из важных элементов технологического процесса производства компостов является рыхление буртов. Поэтому, формализация процесса механического рыхления буртов является важным фактором, как при эксплуатации существующих машин, так и при проектировании новых. Приведена методика определения начального угла метания и абсолютной скорости вылета частиц компоста с лопасти рабочего органа при рыхлении буртов.

компост, бурт, барабан, лопасть, кинематический показатель

Постановка проблеми. Ефективність функціонування аграрного виробництва визначається забезпеченням збалансованого кругообігу органічних матеріалів. Важливу роль у цьому процесі відіграють механізовані процеси виробництва компостів на основі гною, посліду та органічної сировини рослинного походження. У зв'язку з різноманітністю форм та фізико-механічних властивостей органічної сировини необхідно мати певні типи робочих органів змішувачів-аераторів для здійснення технологічних операцій компостування. Тому, формалізація процесів механічного впливу робочих органів на органічну сировину при компостуванні є важливим фактором як при експлуатації існуючих машин, так і при проектуванні нових. Технологічний процес розпушування компосту та подальшого формування компостного бурта ускладнений тим, що оброблюваний матеріал описується як дискретне середовище із неоднорідними та анізотропними фізико-механічними і реологічними властивостями. Це обумовлює необхідність комплексного вирішення задач, щодо створення механіко-технологічних основ процесу розпушування та механічної аерації компосту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним конструктивним елементом змішувача-аератора буртів є барабан з лопатями. Під час роботи змішувача-аератор здійснює поступальний рух, а барабан, що обертається, взаємодіє із забуртованим компостним матеріалом. Лопаті, врізаючись в структуру компостного матеріалу, відокремлюють певну його частину і одночасно змішують, розпушують, пересувають і перекидають в зону позаду барабана, формуючи новий бурт. Під час

розпушування в зоні польоту відокремлених часток відбувається насичення суміші киснем і зв'язування двоокису вуглецю, що утворився внаслідок мікробіологічних процесів. Розпушування буртів супроводжується зниженням температури компосту, зв'язуванням вологи та інших газоподібних речовин [1].

Теоретичному опису технологічного процесу змішування та механічної аерації компосту присвячено ряд наукових праць [2,3,4,5]. Одержані залежності дають можливість прогнозувати результати роботи змішувача-аератора при зміні діаметра барабана, його колової швидкості та коефіцієнта завантаження. Розроблена також математична модель, яка включає систему залежностей ступеня зменшення бурта і коефіцієнта варіації змішування від коефіцієнта завантаження і кінематичного показника режиму роботи змішувача-аератора [6,7]. Широке коло питань щодо механіко-технологічних основ процесу компостування органічних матеріалів розглянуто також при дослідженні виробництва компостів для потреб грибовництва [8]. Отримані також залежності для визначення маси компосту на лопаті робочого органу змішувача-аератора під час розпушування буртів [9]. Однак існує потреба подальшого удосконалення існуючих закономірностей для визначення конструкційно-технологічних параметрів змішувачів-аераторів, які б дали змогу підвищити ефективність виробництва шляхом удосконалення і оновлення засобів механізації та обладнання, без використання якого неможливо досягти підвищення ефективності процесу компостування біомаси в системах органічного виробництва продукції.

Постановка завдання. Метою дослідження є визначення початкового кута метання та абсолютної швидкості вильоту частинок компосту з лопаті робочого органу під час розпушування буртів.

Виклад основного матеріалу. Для розробки математичної моделі процесу взаємодії барабана аератора із буртом органічної суміші приймаємо наступні припущення:

- робочий орган для аерації органічної суміші узагальнений у вигляді барабану з радіальним розміщенням лопатей;
- конструкцію барабана аератора розглядаємо як плоску задачу у поперечному перерізі (рис. 1);

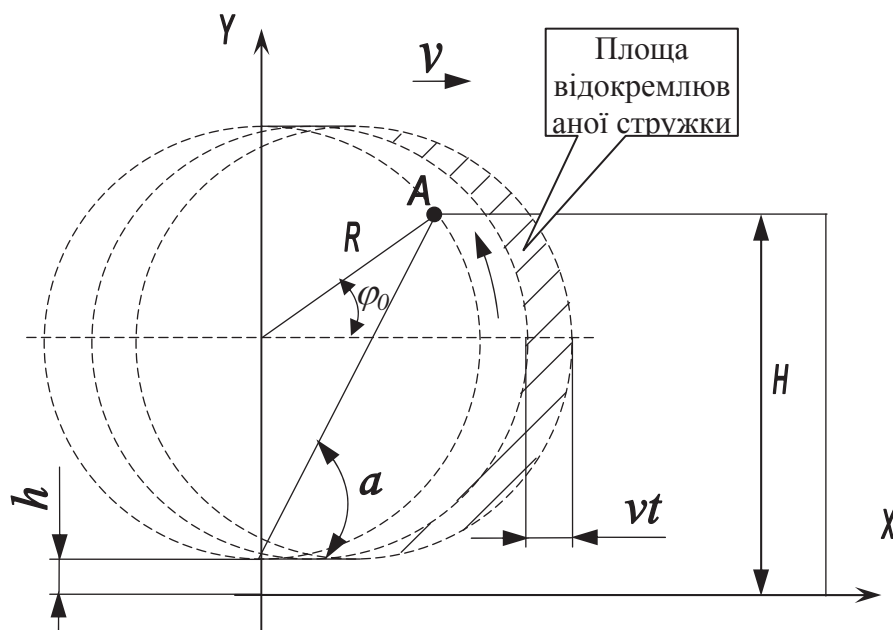


Рисунок 1 – Розрахункова схема для визначення кута початку розвантаження компосту з лопаті

– лобова поверхня вихідного бурта знаходиться під кутом α природного укусу до горизонту, а його обрушення відбувається вздовж площини, нахиленої під кутом природного укусу;

– розвантаження компосту з лопаті робочого органу починається тоді, коли її край виходить із області вихідного бурта.

Розглянемо критичну точку A , яка характерна для процесу взаємодії лопатей барабана з буртом. Це єдина, точка в якій пересікаються лінія природного укусу бурта, лінія висоти бурта та контур обертання лопатей барабана змішувача-аератора. Якщо висота бурта буде більшою ніж наведено на рис. 1, компост, який буде знаходитися вище лінії висоти бурта, що проходить через точку A буде самопливом звалюватися на лопаті барабана, що буде призводити до погіршення якості розпушування компосту. Якщо ж висота бурта буде меншою ніж рівень лінії висоти бурта, що проходить через точку A , змішувач-аератор буде працювати із заниженою продуктивністю.

У цьому випадку кут початку розвантаження компосту з лопаті можна визначити за виразом:

$$H - h - R - R \sin \varphi_0 = 0; \sin \varphi_0 = \frac{H - h}{R} - 1; \varphi_0 = \arcsin\left(\frac{H - h}{R} - 1\right), \quad (1)$$

де H – висота бурта, м;

h – висота установки барабана, м;

R – радіус барабана, м.

Загальновідомо, що крайня точка лопаті виконує одночасно поступальний і обертальний рух, описуючи при цьому трохойду, рівняння якої записують у вигляді:

$$\begin{cases} x(t) = R \sin(\omega t) + vt, \\ y(t) = R(1 - \cos(\omega t)). \end{cases} \quad (2)$$

де t – час, с;

x, y – координати точки, м;

ω – кутова швидкість обертання лопаті робочого органу, с^{-1} ;

v – швидкість поступального руху робочого органу, м/с.

Виходячи із другого рівняння даної системи та із урахуванням того, що координата по y дорівнює висоті бурта H , можна визначити час повороту барабана від вертикальної вісі до виходу лопаті із компосту за виразом:

$$y(t) = H = R(1 - \cos(\omega t)); \cos(\omega t) = 1 - \frac{H}{R}; t = \frac{1}{\omega} \arccos\left(1 - \frac{H}{R}\right). \quad (3)$$

У початковий момент часу лопать знаходиться під кутом $\varphi_0 = B$ до горизонту. При куті повороту $\varphi_0 + \Delta\varphi = B + \omega t$ порція компосту надходить на край лопаті і сходить з неї. Таким чином, порція компосту проходить деякий шлях по лопаті за час розвантаження t . Для визначення відносної швидкості руху частинки по радіальній лопаті обертового барабана з урахуванням опору середовища, який пропорційний швидкості руху, скористаємося схемою дії сил на частинку, що знаходиться на лопаті обертового барабана, приведену на рис. 2. В цьому випадку диференціальне рівняння руху матиме наступний вигляд:

$$\begin{aligned} m \frac{dv_R}{dt} = m \frac{d^2 r}{dt^2} = mr\omega^2 - mfk_1 \omega r - 2fm\omega \frac{dr}{dt} - \\ - mk_1 \frac{dr}{dt} - mg[f \cos(B + \omega t) + \sin(B + \omega t)], \end{aligned} \quad (4)$$

де m – маса частинки, кг;

- r – поточний радіус положення частинки на лопатці, м;
 g – прискорення земного тяжіння, м/с²;
 f – коефіцієнт тертя частинки по матеріалу лопатки, відн. од.;
 B – початковий кут повороту лопатки барабана, рад.;
 t – час повороту барабана, с;
 v_R – відносна швидкість руху частинки по лопатці, м/с;
 mrw^2 – відцентрова сила інерції, Н;
 $2mw \frac{dr}{dt}$ – коріолісова сила, Н;
 mg – сила тяжіння, Н;
 mfk_1rw – сила тертя завдяки опору повітря, що притискує частинку до лопатки, Н;
 $mk_1 \frac{dr}{dt}$ – сила опору повітря, яка протидіє руху частинки в радіальному напрямі, Н;
 k_1 – коефіцієнт пропорційності при ламінарному обтіканні частинки повітрям, с-1.

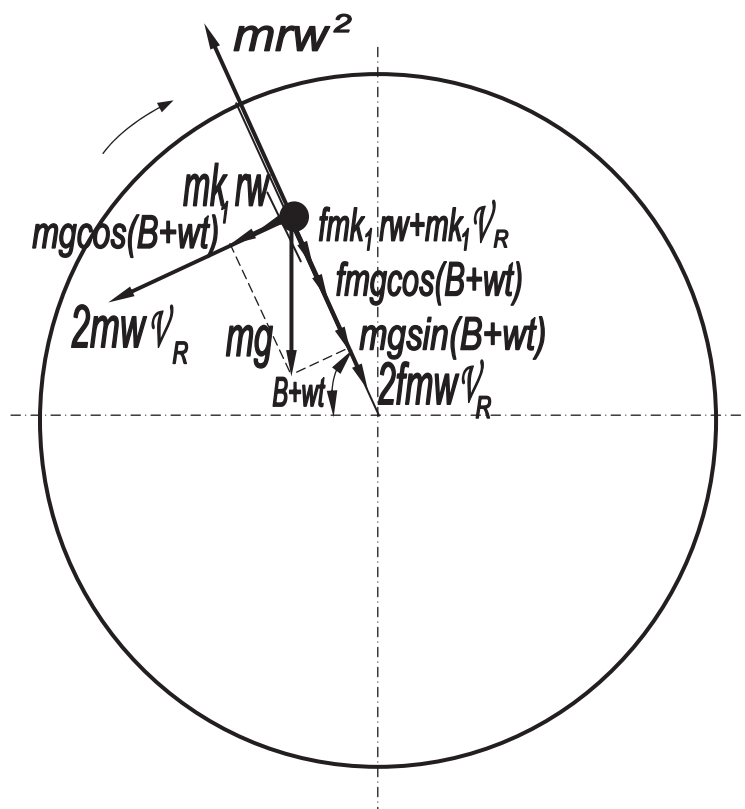


Рисунок 2 – Розрахункова схема дії сил на частинку компосту, яка сходить з лопаті робочого органу

Коефіцієнт пропорційності k_1 визначає силу опору середовища, яка направлена протилежно напрямку швидкості руху частинок і пропорційна швидкості польоту частинки в першій степені, коли повітря обтікає частинки ламінарним потоком при числах Рейнольдса, менших 5 [8]. Виходячи з цього можемо записати:

$$k_1 = \frac{3\pi\eta d_E}{m} = \frac{3\pi\eta d_E}{\rho V} = \frac{18\eta}{\rho d_E^2}, \quad (5)$$

де η – динамічна в'язкість середовища, Н с/м²;

d_E – розміри частинки через діаметр еквівалентного шару, м;

ρ – щільність матеріалу частинки, кг/м³;

V – об'єм частинки, м³.

Тоді диференціальне рівняння запишеться у наступному вигляді:

$$r'' + (2fw + k_1)r' - (w^2 - fk_1w)r = -g[f \cos(B + wt) + \sin(B + wt)]. \quad (6)$$

Дане рівняння є лінійними рівнянням другого порядку з постійними коефіцієнтами та правою частиною у вигляді тригонометричного поліному. Загальновідомо, що відповідне йому однорідне диференціальне рівняння матиме вигляд:

$$r'' + (2fw + k_1)r' - (w^2 - fk_1w)r = 0, \quad (7)$$

а його корені:

$$\lambda_1 = -\left(fw + \frac{k_1}{2}\right) + \sqrt{w^2(1 + f^2) + \frac{k_1^2}{4}}; \quad \lambda_2 = -\left(fw + \frac{k_1}{2}\right) - \sqrt{w^2(1 + f^2) + \frac{k_1^2}{4}}, \quad (8)$$

де λ_1, λ_2 – корені характеристичного рівняння, с⁻¹.

Загальне рішення диференціального рівняння матиме вигляд [6]:

$$r = C_1 \exp(\lambda_1 t) + C_2 \exp(\lambda_2 t) + r_{\text{чр}}. \quad (9)$$

Часткове рішення неоднорідного диференціального рівняння знаходимо за загальновідомою методикою у вигляді тригонометричного полінома:

$$r_{\text{чр}} = M \cos(B + wt) + N \sin(B + wt), \quad (10)$$

де $r_{\text{чр}}$ – часткове рішення неоднорідного диференціального рівняння, м.

Підставивши часткове рішення, а також його першу похідну $r'_{\text{чр}} = -M\omega \sin(B + wt) + N\omega \cos(B + wt)$ та другу похідну $r''_{\text{чр}} = -M\omega^2 \cos(B + wt) - N\omega^2 \sin(B + wt)$ у вихідне диференціальне рівняння, отримаємо:

$$\begin{aligned} & -M\omega^2 \cos(B + wt) - N\omega^2 \sin(B + wt) + \\ & + (2fw + k_1)(-M\omega \sin(B + wt) + N\omega \cos(B + wt)) - \quad \text{або} \\ & - (w^2 - fk_1w)(M \cos(B + wt) + N \sin(B + wt)) = -fg \cos(B + wt) - g \sin(B + wt); \\ & -M\omega^2 \cos(B + wt) - N\omega^2 \sin(B + wt) - \\ & - (2fw^2 + k_1w)M \sin(B + wt) + (2fw^2 + k_1w)N \cos(B + wt) - \\ & - (w^2 - fk_1w)M \cos(B + wt) - (w^2 - fk_1w)N \sin(B + wt) = \\ & = -fg \cos(B + wt) - g \sin(B + wt); \end{aligned}$$

Звідки маємо:

$$\begin{cases} (-2\omega^2 + fk_1\omega)M \cos(B + \omega t) + (2f\omega^2 + k_1\omega)N \cos(B + \omega t) = -fg \cos(B + \omega t) \\ (-2\omega^2 + fk_1\omega)N \sin(B + \omega t) - (2f\omega^2 + k_1\omega)M \sin(B + \omega t) = -g \sin(B + \omega t). \end{cases} \quad (11)$$

Значення коефіцієнтів даного тригонометричного поліному визначимо із системи рівнянь:

$$\begin{cases} (-2w^2 + fk_1w)M + (2fw^2 + k_1w)N = -gf \\ (-2fw^2 - k_1w)M + (-2w^2 + fk_1w)N = -g \end{cases}, \quad (12)$$

визначник якої становить:

$$\Delta = \begin{vmatrix} -2w^2 + fk_1w & 2fw^2 + k_1w \\ -2fw^2 - k_1w & -2w^2 + fk_1w \end{vmatrix} = w^2(4w^2 + k_1^2)(1 + f^2).$$

Значення коефіцієнтів становитимуть:

$$N = \frac{\begin{vmatrix} -2w^2 + fk_1w & -gf \\ -2fw^2 - k_1w & -g \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{2g[w(1 - f^2) - fk_1]}{w(4w^2 + k_1^2)(1 + f^2)},$$

$$M = \frac{\begin{vmatrix} -gf & 2fw^2 + k_1w \\ -g & -2w^2 + fk_1w \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{g[4fw + k_1(1 - f^2)]}{w(4w^2 + k_1^2)(1 + f^2)}.$$

Тоді часткове рішення неоднорідного диференційного рівняння матиме вигляд:

$$r_{\times D} = \frac{g[4fw + k_1(1 - f^2)]}{w(4w^2 + k_1^2)(1 + f^2)} \cos(B + \omega t) + \frac{2g[w(1 - f^2) - fk_1]}{w(4w^2 + k_1^2)(1 + f^2)} \sin(B + \omega t). \quad (13)$$

Для цього часткового рішення рівняння можна записати:

$$tg\varphi = \frac{gw[4fw + k_1(1 - f^2)]}{2gw[w(1 - f^2) - fk_1]} = \frac{4fw + k_1(1 - f^2)}{2[w(1 - f^2) - fk_1]}; \quad \varphi = \arctg \frac{4fw + k_1(1 - f^2)}{2[w(1 - f^2) - fk_1]},$$

а також:

$$\tilde{n} = \sqrt{\frac{g^2[4fw + k_1(1 - f^2)]^2}{w^2(4w^2 + k_1^2)^2(1 + f^2)^2} + \frac{4g^2[w(1 - f^2) - fk_1]^2}{w^2(4w^2 + k_1^2)^2(1 + f^2)^2}} = \frac{g}{w\sqrt{4w^2 + k_1^2}}.$$

Тоді повне рішення неоднорідного диференційного рівняння, як сума загального та часткового рішень матиме вигляд:

$$r = C_1 \exp(\lambda_1 t) + C_2 \exp(\lambda_2 t) + \frac{g}{w\sqrt{4w^2 + k_1^2}} \sin\left(B + \operatorname{arctg} \frac{4fw + k_1(1-f^2)}{2[w(1-f^2) - fk_1]} + wt\right). \quad (14)$$

Відносна швидкість руху частинки по лопатці становитиме:

$$v_R = \frac{dr}{dt} = \lambda_1 C_1 \exp(\lambda_1 t) + \lambda_2 C_2 \exp(\lambda_2 t) + \frac{g}{\sqrt{4w^2 + k_1^2}} \cos\left(B + \operatorname{arctg} \frac{4fw + k_1(1-f^2)}{2[w(1-f^2) - fk_1]} + wt\right). \quad (15)$$

Прийнявши початкові умови:

$$t = 0; \quad r = R_i = R - 0,5d_E; \quad v_R = v_{Ri} = 0 \quad (16)$$

система рівнянь для визначення постійних величин диференційного рівняння буде мати вигляд:

$$\begin{cases} \tilde{N}_1 + \tilde{N}_2 = R_i - \frac{g}{w\sqrt{4w^2 + k_1^2}} \sin\left(B + \operatorname{arctg} \frac{4fw + k_1(1-f^2)}{2[w(1-f^2) - fk_1]}\right) \\ \lambda_1 \tilde{N}_1 + \lambda_2 \tilde{N}_2 = -\frac{g}{\sqrt{4w^2 + k_1^2}} \cos\left(B + \operatorname{arctg} \frac{4fw + k_1(1-f^2)}{2[w(1-f^2) - fk_1]}\right). \end{cases} \quad (17)$$

Визначник даної системи рівнянь становить:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ \lambda_1 & \lambda_2 \end{vmatrix} = \lambda_2 - \lambda_1.$$

Значення постійних величин диференційного рівняння становитимуть:

$$C_1 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[R_i - \frac{g}{w\sqrt{4w^2 + k_1^2}} \sin\left(B + \operatorname{arctg} \frac{4fw + k_1(1-f^2)}{2[w(1-f^2) - fk_1]}\right) + \frac{g}{\lambda_2 \sqrt{4w^2 + k_1^2}} \cos\left(B + \operatorname{arctg} \frac{4fw + k_1(1-f^2)}{2[w(1-f^2) - fk_1]}\right) \right];$$

$$C_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[\frac{g}{w\sqrt{4w^2 + k_1^2}} \sin\left(B + \operatorname{arctg} \frac{4fw + k_1(1-f^2)}{2[w(1-f^2) - fk_1]}\right) - \frac{g}{\lambda_1 \sqrt{4w^2 + k_1^2}} \cos\left(B + \operatorname{arctg} \frac{4fw + k_1(1-f^2)}{2[w(1-f^2) - fk_1]}\right) - R_i \right].$$

Для значень постійних величин диференційних рівнянь можна записати:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}\varphi_1 &= \frac{g}{\lambda_2 \sqrt{(4w^2 + k_1^2)}} : \left(-\frac{g}{w \sqrt{(4w^2 + k_1^2)}} \right) = -\frac{w}{\lambda_2}; \\ \operatorname{tg}\varphi_2 &= -\frac{g}{\lambda_1 \sqrt{(4w^2 + k_1^2)}} : \frac{g}{w \sqrt{(4w^2 + k_1^2)}} = -\frac{w}{\lambda_1}; \\ \varphi_1 &= -\operatorname{arctg} \frac{w}{\lambda_2}; \quad \varphi_2 = -\operatorname{arctg} \frac{w}{\lambda_1}; \\ c_1 &= \sqrt{\frac{g^2}{w^2(4w^2 + k_1^2)} + \frac{g^2}{\lambda_2^2(4w^2 + k_1^2)}} = \frac{g}{w \sqrt{(4w^2 + k_1^2)}} \sqrt{1 + \frac{w^2}{\lambda_2^2}}; \\ c_2 &= \sqrt{\frac{g^2}{w^2(4w^2 + k_1^2)} + \frac{g^2}{\lambda_1^2(4w^2 + k_1^2)}} = \frac{g}{w \sqrt{(4w^2 + k_1^2)}} \sqrt{1 + \frac{w^2}{\lambda_1^2}}. \end{aligned}$$

З урахуванням цього, значення постійних величин диференційного рівняння матимуть значення:

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[R_{II} - \frac{g}{w \sqrt{(4w^2 + k_1^2)}} \sqrt{1 + \frac{w^2}{\lambda_2^2}} \times \right. \\ &\times \left. \sin \left(B + \operatorname{arctg} \frac{4fw + k_1(1 - f^2)}{2[w(1 - f^2) - fk_1]} - \operatorname{arctg} \frac{w}{\lambda_2} \right) \right], \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} C_2 &= \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[\frac{g}{w \sqrt{(4w^2 + k_1^2)}} \sqrt{1 + \frac{w^2}{\lambda_1^2}} \times \right. \\ &\times \left. \sin \left(B + \operatorname{arctg} \frac{4fw + k_1(1 - f^2)}{2[w(1 - f^2) - fk_1]} - \operatorname{arctg} \frac{w}{\lambda_1} \right) - R_I \right]. \end{aligned} \quad (19)$$

Результати розрахунків при діаметрі барабана 0,3 м, 6-ти лопатях у поперечному перерізі барабана, ширині лопаті 0,07 м, щільності компосту 500 кг/м³ та швидкості руху аератора-змішувача 0,1 м/с у графічному вигляді наведені на рис. 3 та 4.

Висновок. Таким чином, встановлено, що збільшення величини кінематичного показника режиму роботи барабана аератора-змішувача від 60 до 120 за рахунок зміни кутової швидкості барабана від 20 до 40 рад/с призводить до зменшення еквівалентного діаметра частинок компосту на лопаті із 7,6 до 6 см та часу їх руху до сходу з лопаті з 0,033 до 0,014 с. При цьому початковий кут метання та абсолютна швидкість вильоту частинок компосту з лопаті збільшуються відповідно з 41 до 47 град. та із 6,3 до 12,6 м/с.

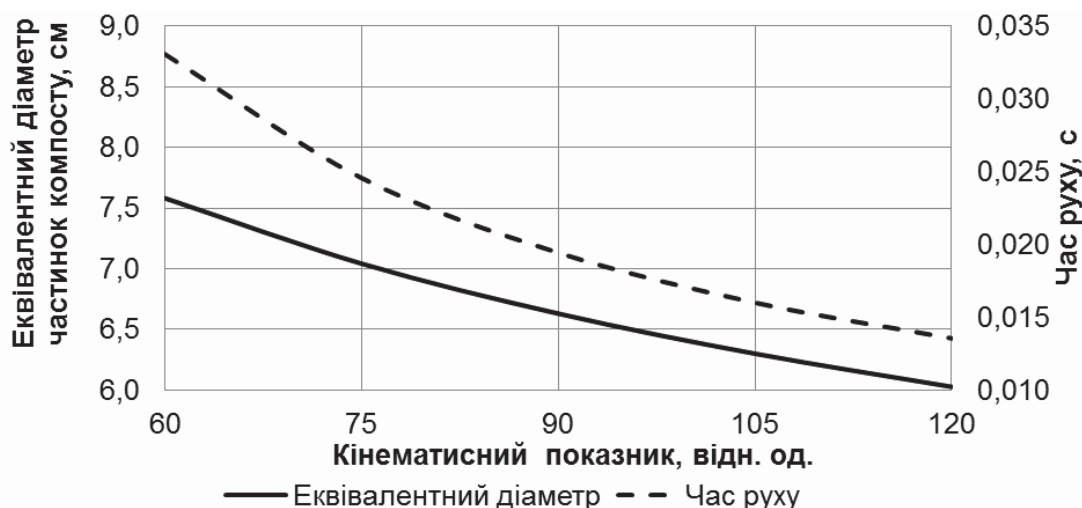


Рисунок 3 – Зміна еквівалентного діаметра частинок компосту на лопаті та часу їх руху до сходу з лопаті в залежності від кінематичного показника режиму роботи барабана

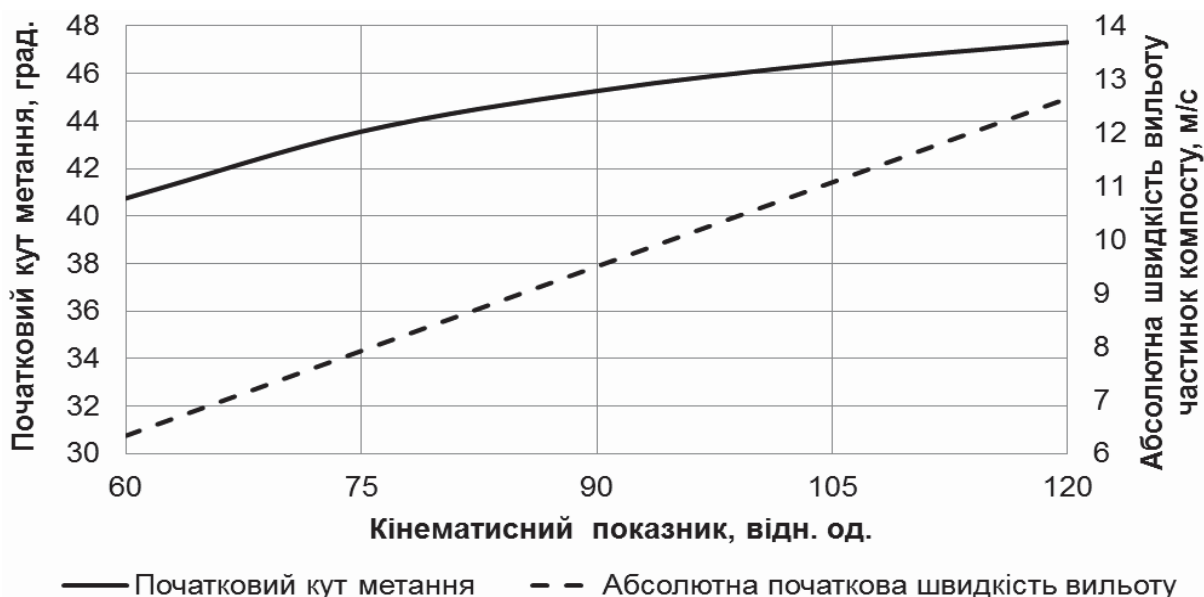


Рисунок 4 – Зміна початкового кута метання та абсолютної швидкості вильоту частинок компосту з лопаті в залежності від кінематичного показника режиму роботи барабана

Розроблена розрахункова модель дозволяє встановлювати параметри завантаження та розвантаження лопатей барабана аератора-змішувача у широких межах значень конструкційних та технологічних параметрів.

Список літератури

1. Дослідити закономірності впливу механіко-технологічних параметрів систем комплексної переробки органічних відходів тваринництва і рослинництва на ефективність процесу, якість органічних добрив і показники екологічної безпеки: звіт про НДР (заключ.) [Текст] / Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» (ЗНДЦМТ); Керівник роботи А.О. Парієв. – КП КВК 6591060; № держреєстрації 0111U004414. – Запоріжжя, 2015. – 291 с.

2. Шевченко І.А. Механіко-математична модель процесу розвантаження барабанного органу для змішування компостних матеріалів та механічної аерації [Текст] / І.А. Шевченко, О.С. Ковязін, В.І. Харитонов // Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві. Зб. наук. праць Інституту механізації тваринництва УААН. – Запоріжжя: ІМТ УААН, 2008. – Вип.1. (5,6) 2010. – С. 248-265.
3. Шевченко І.А. Обоснование внешнего радиуса барабана аэратора компостных смесей [Текст] / И.А. Шевченко, А.С. Ковязин, В.И. Харитонов // Технічні системи і технології тваринництва: Вісник харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2013. – Вип. 132. – С. 292-296.
4. Шевченко І.А. Теоретическое обоснование параметров аэратора компостных смесей [Текст] / И.А. Шевченко, А.С. Ковязин, В.И. Харитонов, И.Г. Величко // Зб. наук. праць ІМТ НААН “Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві”. – Вип. 2(10). – Запоріжжя: ІМТ НААН, 2012 – С. 92-109.
5. Шевченко І.А. Теоретичний аналіз впливу конструктивних і розмірних параметрів робочих органів на продуктивність компостоготувальної машини [Текст] / І.А. Шевченко, О.О. Ляшенко // Збірник наукових праць "Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві" ІМТ УААН. – Запоріжжя, 2008. – №1 (1). – С. 3-11.
6. Павленко С.І. Математическая модель взаимодействия рабочих органов смесителя-аэратора с компостируемыми материалами [Текст] / С.І. Павленко, А.А. Ляшенко, Н.Н. Науменко, В.А. Гуридова // Материали Международной научно-технической конференции. Минск, 22-23 октября 2015 г. – Т. 1. – Минск: НПЦ НАН Белоруссии по механизации сельского хозяйства. – 2015. – С. 137-147.
7. Павленко С.І. Теоретичні дослідження процесу взаємодії лопати робочого органу аератора з гноєкомпостною сумішшю [Текст] / С.І. Павленко // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – Серія: Технічні науки. – Вип. № 3 (92). – Вінниця. – 2015. – С. 24-27.
8. Голуб Г.А. Агропромислове виробництво їстівних грибів. Механіко-технологічні основи: монографія [Текст] / Г.А. Голуб.– К.: Аграрна наука, 2007. – 332 с.
9. Голуб Г.А. Визначення маси компосту на лопаті барабану під час розпушування буртів [Текст] / Г.А. Голуб, С.І. Павленко // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія "Механізація та автоматизація виробничих процесів". – Суми: СНАУ, 2016. – Вип. 10/1 (29). – С. 99-103.

Gennadiy Golub, Prof., DSc., Sergiy Pavlenko, Assoc. Prof., PhD tech. sci., senior researcher

National scientific centre "Institute for Agricultural Engineering and Electrification", Glevakha, Ukraine

Modeling of compost moving on the blade drums during loosening the collar

The efficiency of the agricultural production cycle is determined by providing balanced organic materials. An important role in this process is played by mechanized production processes based compost manure, litter and organic raw materials of plant origin. Due to the variety of forms, physical and mechanical properties of organic materials must have certain types of working of the mixer-aerator implementation process operations composting. Therefore, the formalization process of mechanical action on workers of organic raw materials in the composting is an important factor as the operation of existing machines and the design of new ones.

The study aims to determine the initial angle and throwing absolute velocity particles departure compost with a shovel working body in the loosening clamps.

Found that increasing the size of the kinematic mode indicator drum mixer-aerator from 60 to 120 by changing the angular velocity of the drum from 20 to 40 s⁻¹ leads to a reduction of the equivalent diameter of the blades compost from 7.6 to 6 cm and timing of their movement the descent of the blade from 0.033 to 0.014 sec. This initial angle throwing speed and absolute departure compost particles of blades increased respectively from 41 to 47 degrees and from 6.3 to 12.6 m/s.

The developed model allows the calculation parameters loading and unloading blades drum mixer-aerator in a wide range of values of structural and technological parameters.

compost, clamp, drum, blade, kinematic indicator

Одержано 20.10.16