

УДК 631.333

УМОВИ РОБОТИ ФРЕЗЕРНО-ЛОПАТЕВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КОМПСТОГОТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ У ФАЗІ ПЕРЕМІЩЕННЯ

Ковязин О.С., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-24-36

Ляшенко О.О., інженер.

Інститут механізації тваринництва УААН

Тел. (061) 286-53-23

Анотація – отримано теоретичні рівняння, що розкривають характер силових навантажень, які виникають у процесі взаємодії матеріалу з фрезерно-лопатевими робочими органами компостоготувальної машини у фазі переміщення.

Ключові слова – фрезерно-лопатевий робочий орган, фаза переміщення, максимальна швидкість руху компостоготувальної машини.

Постановка проблеми. Обґрунтування та вибір раціональних параметрів фрезерно-лопатевих робочих органів компостоготувальної машини потребує дослідження умов їх роботи у фазі переміщення для визначення кінематичних обмежень та енергетичних затрат.

Аналіз останніх досліджень. Основні конструкційні особливості робочих органів компостоготувальної машини та результати теоретичних досліджень впливу конструктивних і режимних параметрів викладені в роботах [1-3]. Але цими працями не розкрита динаміка взаємодії з матеріалом фрезерно-лопатевих робочих органів компостоготувальної машини. У роботі [4] отримані теоретичні залежності, що описують взаємодію з матеріалом робочих органів компостоготувальної машини у фазі завантаження. Ця стаття є логічним продовженням роботи [4].

Формулювання цілей статті. Метою роботи є теоретичне описання взаємодії з матеріалом робочих органів у фазі переміщення для визначення конструктивно-технологічних параметрів компостоготувальної машини.

Основна частина. Процес взаємодії лопаті компостоготувальної машини з матеріалом можна умовно розділити

на три фази (рисунок 1): фаза завантаження матеріалом (їй відповідає кут φ_1) [4]; фаза переміщення матеріалу по приймальній плиті (їй відповідає кут φ_2); фаза розвантаження матеріалу на конвеєр (їй відповідає кут φ_3).

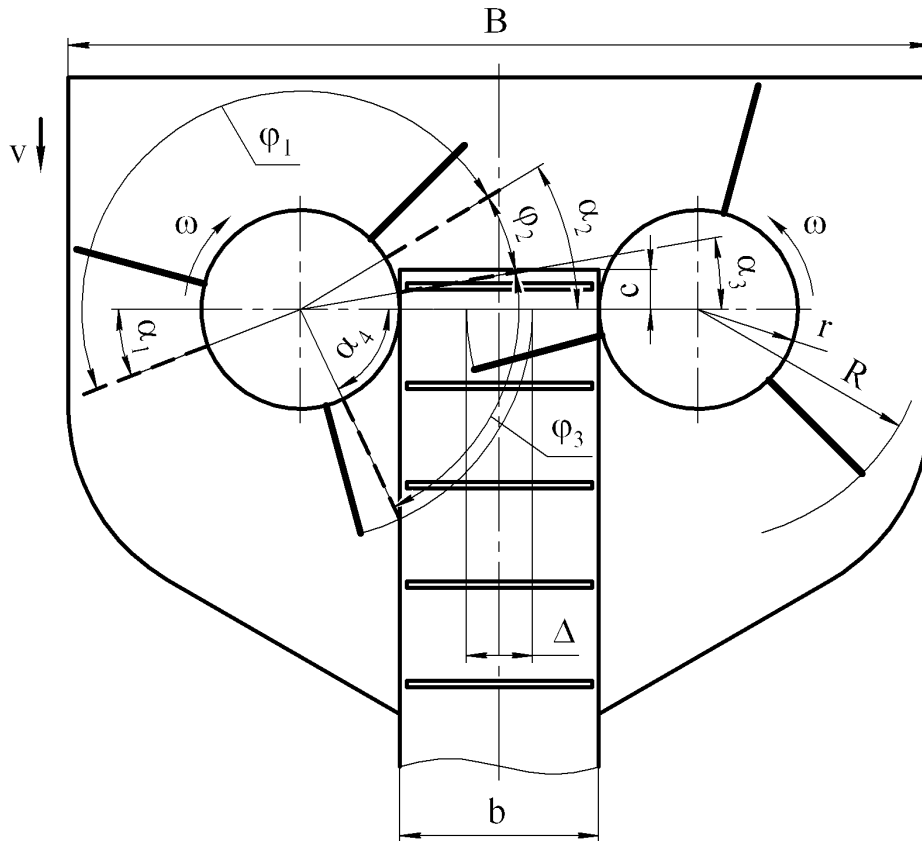


Рис.1. Фази взаємодії лопаті з матеріалом

Як видно з рисунка 1 час дії фази переміщення

$$t_2 = \frac{\alpha_2 - \alpha_3}{\omega}.$$

Кут відділення матеріалу

$$\alpha_2 = \arccos \frac{r + b/2}{R},$$

де r – радіус захисного кожуха;

b – ширина транспортера;

R – радіус ротора.

Кут початку розвантаження

$$\alpha_3 = \arcsin \frac{c}{R},$$

де c – вихід транспортера за вісь ротора.

Відокремлений від моноліту матеріал переміщатиметься по приймальній плиті і лопаті ротора. Розглянемо рух матеріалу для цієї фази (рис. 2).

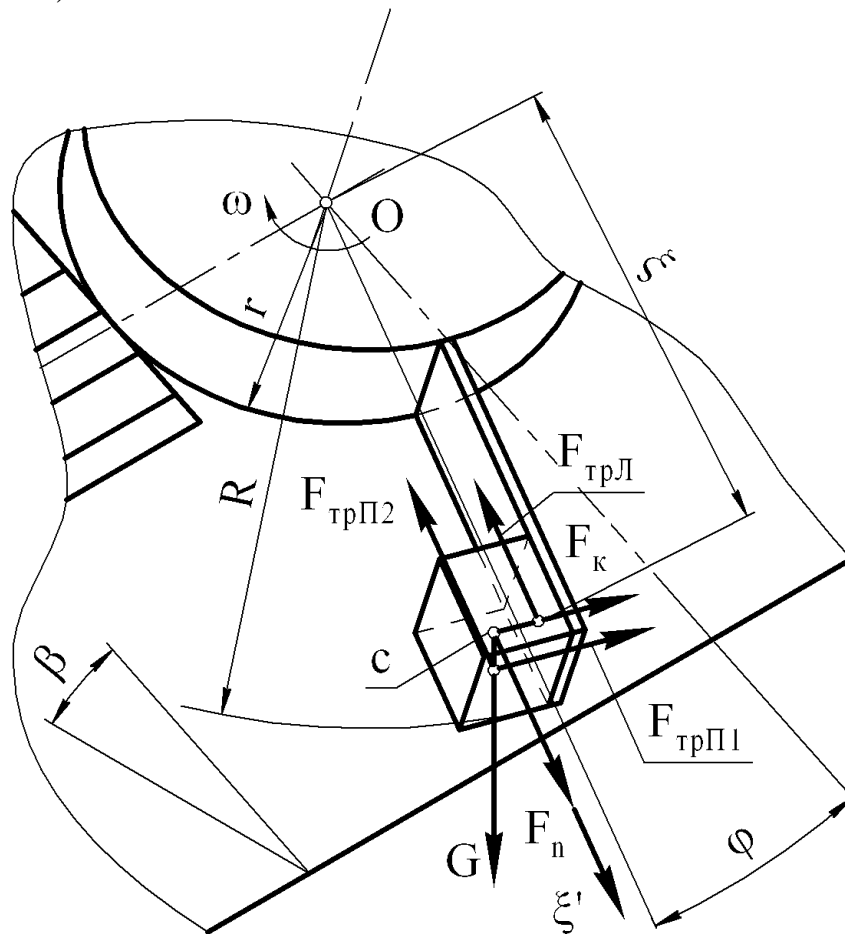


Рис.2. Розрахункова схема для фази переміщення

Матеріал масою m рухається по приймальній плиті і по лопаті, яка обертається з кутовою швидкістю ω навколо осі ротора O . Потрібно записати рівняння руху матеріалу по поверхні лопаті.

Диференціальне рівняння руху матеріалу по поверхні лопаті в загальному випадку має вигляд

$$m\xi'' = F_i. \quad (1)$$

На матеріал діятимуть наступні сили:

1) сила тяжіння $G = mg$. Проекція цієї сили на лопать

$$G_n = mg \sin \beta \sin(\alpha_2 - \alpha t), \quad (2)$$

де β – кут нахилу приймальної плити до горизонту;

2) відцентрова сила

$$F_n = m\omega^2 \xi; \quad (3)$$

3) сила Коріоліса

$$F_{\kappa} = 2m\omega\xi'; \quad (4)$$

4) сила тертя матеріалу по приймальній плиті, що виникає внаслідок обертання лопаті, яка направлена перпендикулярно лопаті

$$F_{mpIII} = fmg \cos \beta, \quad (5)$$

де f – коефіцієнт тертя матеріалу по робочих органах машини (приймаємо однаковими для плити і лопаті);

5) сила тертя матеріалу по приймальній плиті, що виникає внаслідок руху матеріалу уздовж лопаті, яка направлена паралельно лопаті

$$F_{mpII2} = fmg \cos \beta; \quad (6)$$

6) сила тертя матеріалу по лопаті

$$F_{mpI} = f(F_{\kappa} + F_{mpIII} + G \sin \beta \cos(\alpha_2 - \omega t))$$

або з урахуванням (4) і (5)

$$F_{mpI} = f(2m\omega\xi' + fmg \cos \beta + mg \sin \beta \cos(\alpha_2 - \omega t)). \quad (7)$$

Підставивши вирази сил з (2), (3), (6) і (7) в (1) після перетворень одержимо диференціальне рівняння руху матеріалу по лопаті для фази переміщення

$$\xi'' + 2f\omega\xi' - \omega^2 \xi = -g[\sin \beta(\sin(\omega t - \alpha_2) + f \cos(\omega t - \alpha_2)) + \cos \beta(f + f^2)]. \quad (8)$$

Початковими умовами для фази переміщення (при $t = 0$) будуть

$$\xi_{02} = \xi_{01} + s_1;$$

$$\xi'_0 = \xi'_1,$$

де ξ'_1 – швидкість матеріалу щодо лопаті в кінці фази завантаження.

Вирішивши це рівняння, одержимо

$$\begin{aligned} \xi = & \left[A + B(2f \cos(\omega t - \alpha_2) + (1 - f^2) \sin(\omega t - \alpha_2)) \right] \frac{g}{\omega^2} + \\ & + \frac{e^{\omega t(\sqrt{1+f^2}-f)}}{2\omega^2 \sqrt{1+f^2}} \left[\xi'_1 \omega + Cg + D(\xi_{02} \omega^2 - Eg) \right] + \\ & + \frac{e^{-\omega t(\sqrt{1+f^2}+f)}}{4\omega^2 (1+f^2)^{3/2}} \left[F(Gg + 2(1 + f^2) \xi_{02} \omega^2) - 2(1 + f^2) \xi'_1 \omega \right], \end{aligned} \quad (9)$$

де $A = f(1 + f) \cos \beta$;

$$B = \frac{\sin \beta}{2(1+f^2)};$$

$$C = -\frac{(2f \sin \alpha_2 + (1-f^2) \cos \alpha_2) \sin \beta}{2(1+f^2)};$$

$$D = \sqrt{1+f^2} + f;$$

$$E = f(1+f) \cos \beta + \frac{(2f \cos \alpha_2 - (1-f^2) \sin \alpha_2) \sin \beta}{2(1+f^2)};$$

$$F = \frac{1}{f + \sqrt{1+f^2}};$$

$$G = ((\sqrt{1+f^2} - f(1+f^2 + f\sqrt{1+f^2})) \cos \alpha_2 + (1+f^2 + 2f\sqrt{1+f^2}) \sin \alpha_2) \sin \beta - 2f(1+f)(1+f^2) \cos \beta.$$

Переміщення матеріалу від центру ротора за час переміщення

$$s_2 = \xi_2 - \xi_1,$$

де ξ_2 – положення матеріалу на лопаті в кінці фази переміщення.

Тоді, задавшись чисельними значеннями параметрів ($\beta = 30$ град., $f = 0,8$; $R = 0,63$ м, $r = 0,27$ м, $b = 0,55$ м) можна визначити, як впливає швидкість руху машини на переміщення матеріалу по лопаті для фази переміщення. Результати представимо у вигляді таблиці 1, рисунків 3 і 4.

Таблиця 1 – Положення матеріалу на лопаті і переміщення матеріалу по лопаті в кінці фази переміщення при різних швидкостях руху машини

v , м/с	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24
ξ_2 , м	0,52	0,53	0,53	0,54	0,54	0,60	0,72	0,82
s_2 , м	0	0	0	0,01	0,01	0,07	0,19	0,29

Як видно з графіка (рис.4) при прийнятих параметрах критична швидкість руху машини для фази переміщення $v_{кр2}$ складає приблизно 0,13 м/с. Цій швидкості відповідає $\omega_{кр2} = 5,39$ рад/с.

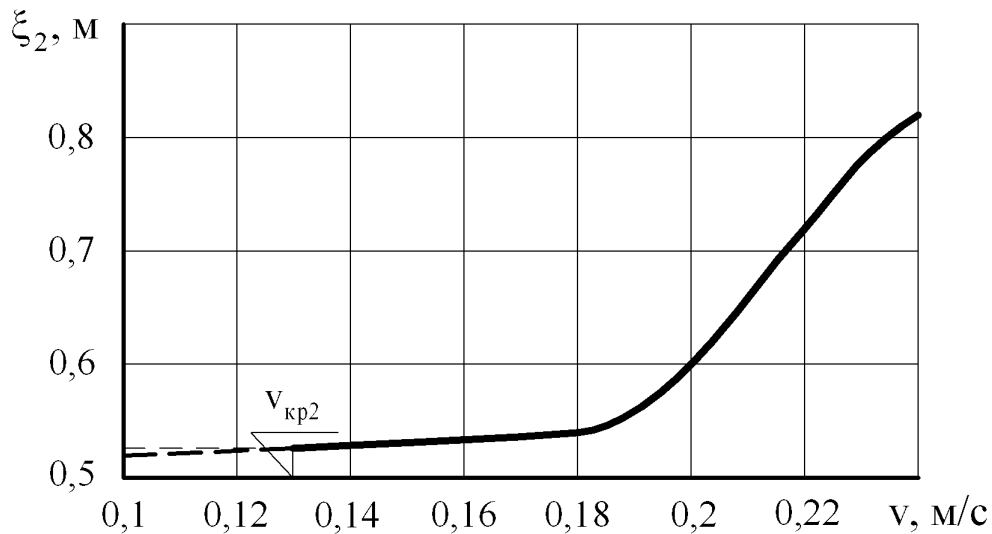


Рис.3. Графік залежності положення матеріалу на лопаті в кінці фази переміщення від швидкості руху

машини

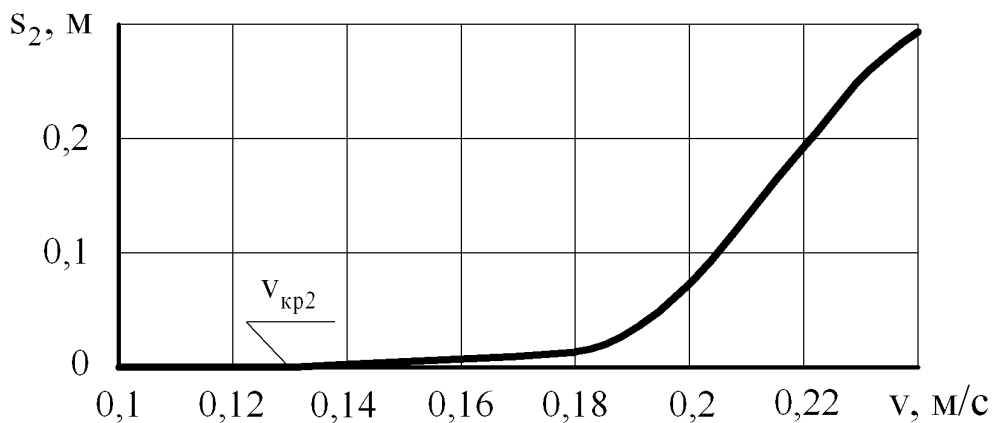


Рис.4. Графік залежності переміщення матеріалу по лопаті в кінці фази переміщення від швидкості руху машини

Висновки. Визначено положення матеріалу на лопаті компостоготувальної машини як функції часу, геометричних і кінематичних параметрів машини, а також фізико-механічних властивостей матеріалу.

Встановлено, що для прийнятих параметрів ($\beta = 30$ град., $f = 0,8$; $R = 0,63$ м, $r = 0,27$ м, $b = 0,55$ м) критична швидкість руху машини для фази переміщення $v_{кр2}$ складає приблизно $0,13$ м/с. Цій швидкості відповідає $\omega_{кр2} = 5,39$ рад/с.

Література

1. Змішувально-завантажувальний орган компостоприготувальної машини: Декл. пат. на корисну модель № 8399. Україна. МКІ В65G

65/20 / О.О.Ляшенко. - № 2004097291; Заявлено 06.09.2004; Опубл. 15.08.2005, Бюл. № 8. – 3 с. іл.

2. *Ляшенко А.А.* Об особенностях кинематики рабочих органов фрез для погрузки навоза / А.А. Ляшенко, А.И. Сорокин // Науч.-техн. бюлл. ЦНИПТИМЭЖ. – Запорожье: Тип. изд-ва «Коммунар», 1984. Вып. 20. – С. 55-67.

3. *Шевченко І.А.* Теоретичний аналіз впливу конструктивних і режимних параметрів робочих органів на продуктивність компостоготувальної машини / І.А. Шевченко, О.О. Ляшенко // Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві: Зб. наук. праць Інституту механізації тваринництва Української академії аграрних наук. – Запоріжжя: ІМТ УААН, 2008. – Вип. 1. – С. 3-11.

4. *Ляшенко О.О.* Теоретичне дослідження процесу змішування компонентів за допомогою компостоготувальної машини / О.О. Ляшенко, О.С. Ковязин // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 8. – Т. 6. – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С. 127-134.

УСЛОВИЯ РАБОТЫ ФРЕЗЕРНО-ЛОПАСТНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КОМПОСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ В ФАЗЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Ковязин А.С., Ляшенко А.А.

Аннотация - получены теоретические уравнения, которые раскрывают характер силовых нагрузок, возникающих в процессе взаимодействия материала с фрезерно-лопастными рабочими органами компостоприготовительной машины в фазе перемещения.

TERMS OF WORK OF MILLING-BLADES WORKERS ORGANS OF COMPOST PREPARATION MACHINES IN THE MOVING PHASE

A. Kovyazin, A. Lyashenko

Summary

Theoretical equalizations, which expose character of the power loadings which arise up in the process of material co-operation with the milling-blades working organs of compost preparation machine in the moving phase, are got.