

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  $\varphi_1$ ) [4]; фаза переміщення матеріалу по приймальній плиті (їй відповідає кут  $\varphi_2$ ); фаза розвантаження матеріалу на конвеєр (їй відповідає кут  $\varphi_3$ ).

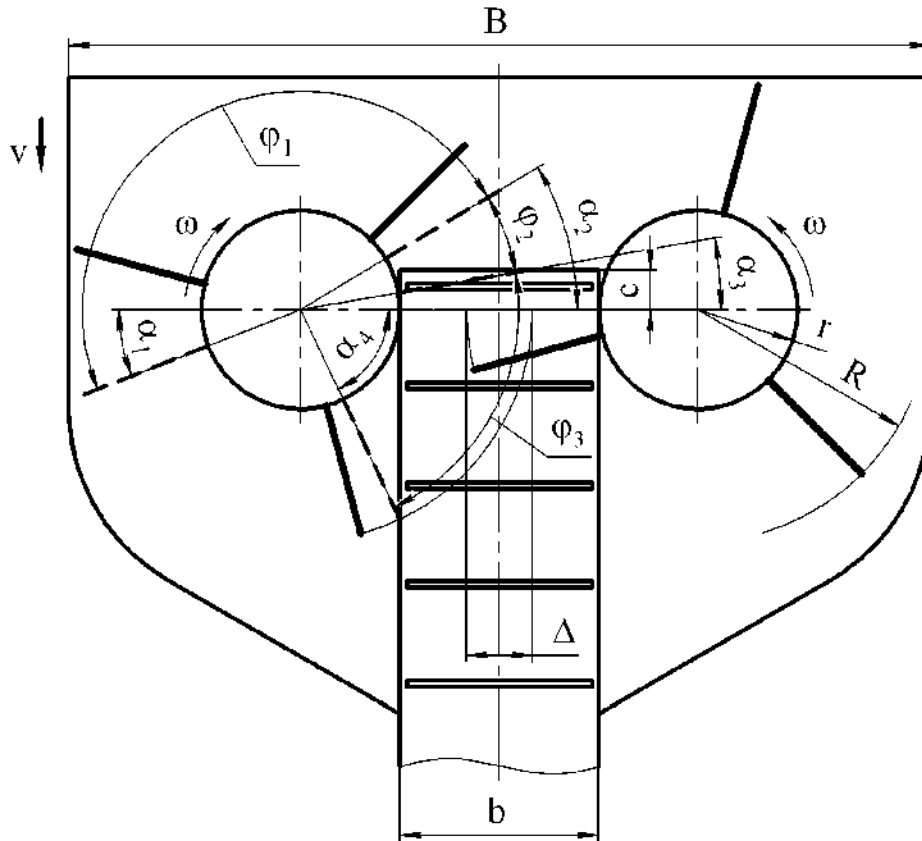


Рис.1. Фази взаємодії лопаті з матеріалом

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).

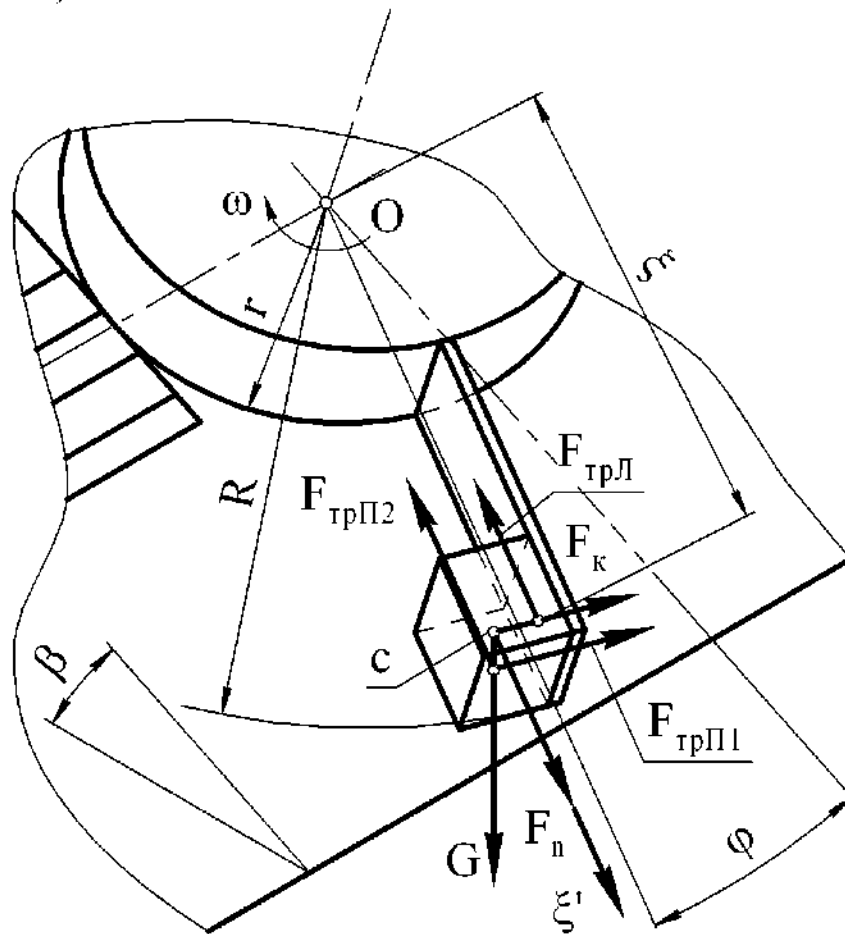


Рис.2. Розрахункова схема для фази переміщення

Матеріал масою  $m$  рухається по приймальній плиті і по лопаті, яка обертається з кутовою швидкістю  $\omega$  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

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

де  $\beta$  – 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

$$F_{mp\Pi 1} = fmg \cos \beta, \quad (5)$$

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

$$F_{mp\Pi 2} = fmg \cos \beta; \quad (6)$$

6) сила тертя матеріалу по лопаті

$$F_{mpЛ} = f(F_{\kappa} + F_{mp\Pi 1} + G \sin \beta \cos(\alpha_2 - \omega t))$$

або з урахуванням (4) і (5)

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

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  $\xi'_1$  – 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  $A = f(1+f) \cos \beta$ ;

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

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

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

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

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

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

Переміщення матеріалу від центру ротора за час переміщення

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

де  $\xi_2$  – 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
$\xi_2$ , 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.

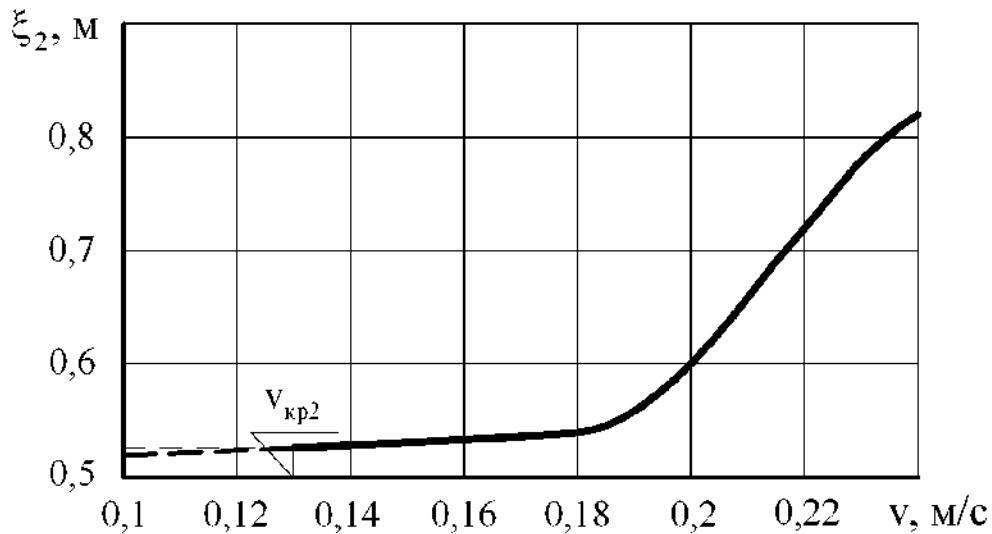


Рис.3. Графік залежності положення матеріалу на лопаті в кінці фази переміщення від швидкості руху

машини

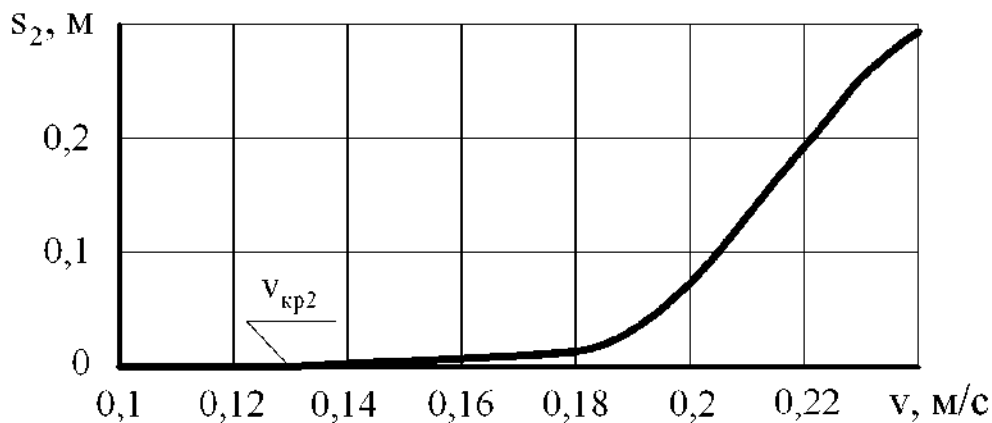


Рис.4. Графік залежності переміщення матеріалу по лопаті в кінці фази переміщення від швидкості руху машини

**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.**