

Література

1. Система машин в лесном хозяйстве: Учебник для вузов / В.Н. Винокуров, Н.В. Еремин; Под ред. В.Н. Винокурова. – М.: Издательский центр Академия, 2004. – 320 с.
2. І. М. Зима, Т. Т. Малюгін. Механізація лісгосподарських робіт.: Підручник. – 4-е вид., перероб. і доп. – Київ: Фірма “ІНКОС”, 2006. – 488 с.
3. Зима И.М., Малюгин Т.Т., Портной В.Н. Механизация лесомелиоративных работ. – М.: Колос, 1986. – 128 с.
4. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов и др. Под общей ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с.
5. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
6. Хайліс Г.А. Расчет рабочих органов почвообрабатывающих машин: Учеб. пособие. – К.: УМК ВО, 1980. – 83 с.
7. Хайліс Г.А. Основи теорії і розрахунку сільськогосподарських машин: Навч. посібник. – Київ: вид-во УСГА, 1992. – 240 с.

*Рецензент д.т.н., проф. М.П. Ярошевич*

УДК 631.358:633.521

© І.М. Дударев, к.т.н., Н.В. Коменда, к.т.н.  
Луцький національний технічний університет

### **ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БАРАБАННО-ВАЛЬЦЬОВОГО МОЛОТИЛЬНОГО ПРИСТРОЮ**

*У статті представлені результати теоретичних досліджень з визначення енергетичних параметрів барабанно-вальцьового молотильного пристрою стрічки льону олійного.*

#### **ПОТУЖНІСТЬ, БАРАБАННО-ВАЛЬЦЬОВИЙ МОЛОТИЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ, ВЕРХІВКОВА ЧАСТИНА СТРІЧКИ, ЛЬОН.**

**Постановка проблеми.** Основною складовою урожаю льону олійного є насіння. Для збирання цієї культури відсутня спеціалізована техніка, тому у господарствах для цього використовують зернозбиральні комбайни. Використання зернозбиральних комбайнів для збирання

льону олійного призводить до значних втрат та пошкодження насіння. Крім того, такий спосіб збирання унеможливує подальшу переробку стеблової частини урожаю з метою одержання волокна. Таким чином, розробка та обґрунтування параметрів молотильного пристрою спеціалізованого комбайна для збирання льону олійного є надзвичайно актуальною задачею.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вітчизняними та закордонними науковцями запропоновано різноманітні конструкції молотильних пристроїв для стрічки льону та проведено обґрунтування їх параметрів [1–4]. Разом з тим, запропонована конструкція барабанно-вальцьового молотильного пристрою [5], що потребує подальших досліджень з метою обґрунтування її параметрів.

**Мета дослідження** – визначення енергетичних параметрів барабанно-вальцьового молотильного пристрою.

**Результати дослідження.** Для визначення сили нормального тиску  $P$  вальця на верхівкову частину стрічки льону припустимо, що нормальний тиск розподілений рівномірно для точок контакту вальця з стрічкою. Елементарна сила нормального тиску визначається за виразом [6]:

$$dP = p_B b_B r_B d\alpha, \quad (1)$$

де  $p_B$  – нормальний тиск вальця на верхівкову частину стрічки, Па;  $b_B$  – довжина зони контакту вальця з верхівковою частиною стрічки, м;  $r_B$  – зовнішній радіус вальця, м;  $d\alpha$  – елементарний кут захвату стрічки вальцем, град.

Розташуємо в точці  $O_2$ , що розміщена на осі обертання вальця, початок системи координат  $xO_2y$  таким чином, як показано на рис. 1. Визначимо проекції елементарної сили нормального тиску на осі  $x$  та  $y$ :

$$dP_x = dP \sin \alpha, \quad (2)$$

$$dP_y = dP \cos \alpha. \quad (3)$$

У результаті інтегрування виразів (2) та (3), отримаємо:

$$P_x = \int_0^{\alpha} p_B b_B r_B \sin \alpha d\alpha = p_B b_B r_B (1 - \cos \alpha), \quad (4)$$

$$P_y = \int_0^{\alpha} p_B b_B r_B \cos \alpha d\alpha = p_B b_B r_B \sin \alpha. \quad (5)$$

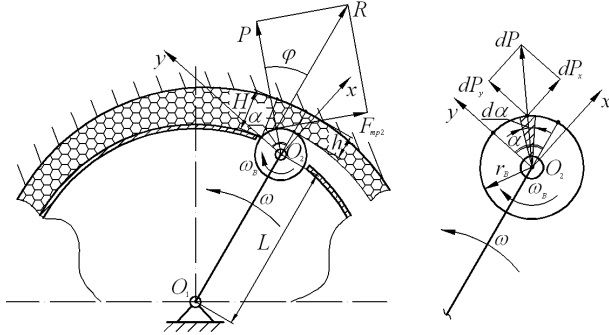


Рис. 1 – Схема до визначення сили нормального тиску вальця на верхівкову частину стрічки льону

Сила нормального тиску вальця на верхівкову частину стрічки становитиме:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2} = 2p_B b_B r_B \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right). \quad (6)$$

Сила тертя між вальцем та верхівковою частиною стрічки:

$$F_{np2} = fP = 2fp_B b_B r_B \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right). \quad (7)$$

Рівнодійна сили нормального тиску вальця та сили тертя:

$$R = \sqrt{P^2 + F_{np2}^2} = 2p_B b_B r_B \sqrt{1 + f^2} \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right). \quad (8)$$

Момент сили тертя відносно миттєвої осі обертання вальця можна виразити через момент реакції  $R$  [7]:

$$M_f = R\rho_R = Rr_B \sin \varphi, \quad (9)$$

де  $M_f$  – момент сили тертя відносно миттєвої осі обертання вальця, Н·м;  $\rho_R$  – плече рівнодійної сили  $R$ , Н;  $\varphi$  – кут тертя, град.

Під дією зовнішнього тиску в сіно-соломистих матеріалах виникають внутрішні напруження [8, 9]. Внутрішні нормальні напруження матеріалу під вальцем у напрямку стиску рівні тиску вальця на матеріал і визначаються за залежністю [9]:

$$p_B = E\varepsilon = E\left(1 - \frac{h}{H}\right) = E\left(1 - \frac{1}{k}\right), \quad (10)$$

де  $E$  – модуль пружності (деформації [4]), Па;  $\varepsilon$  – відносна деформація верхівкової частини стрічки льону ( $\varepsilon = (H - h) / H$ ),

відносних од.;  $h$  – товщина верхівкової частини стрічки льону після проходження вальця, що рівна величині зазору між вальцем та опорною поверхнею, м;  $H$  – початкова товщина верхівкової частини стрічки льону перед вальцем, м;  $k$  – коефіцієнт ущільнення верхівкової частини стрічки льону.

Нехай кочення вальця верхівковою частиною стрічки льону відбувається без ковзання (кутова швидкість обертання вальця є постійною величиною), тоді справедлива рівність:

$$(r_B + L)\omega = r_B \omega_B, \quad (11)$$

де  $L$  – відстань від осі обертання барабана  $O_1$  до осі обертання вальця  $O_2$ , м;  $\omega$  – кутова швидкість обертання барабана, рад/с;  $\omega_B$  – кутова швидкість обертання вальця, рад/с.

З рівності (11) визначимо кутову швидкість обертання вальця:

$$\omega_B = \frac{(r_B + L)\omega}{r_B}. \quad (12)$$

Потужність, що затрачається на плющення стрічки вальцем, доцільно визначати для місця найбільшого ущільнення стрічки (за найбільшого значення коефіцієнта ущільнення верхівкової частини стрічки  $k$ ), тобто у кінці робочої зони барабана, оскільки тут вона приймає найбільше значення. З врахуванням викладеного вище потужність, що затрачається на плющення верхівкової частини стрічки льону одним вальцем пристрою, складе:

$$W_n = M_f (\omega_B - \omega), \quad (13)$$

де  $W_n$  – потужність, що затрачається на плющення верхівкової частини стрічки льону одним вальцем пристрою, Вт.

Після підстановки у вираз (13) залежностей (8), (9), (10) та (12), отримаємо:

$$W_n = 2E \left(1 - \frac{1}{k}\right) b_B r_B \alpha L \sqrt{1 + f^2} \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \sin \varphi. \quad (14)$$

Якщо прийняти, що потужність, яка затрачається на плющення верхівкової частини стрічки льону, для усіх вальців однакова, незалежно від місця перебування їх вздовж робочої зони барабана, тобто знехтувати зміною внутрішнього радіуса опорної поверхні, тоді потужність, яка затрачається на плющення верхівкової частини стрічки льону вальцями, що одночасно перебувають в межах робочої зони барабана, становитиме:

$$W_{n\Sigma} = 2E \left(1 - \frac{1}{k}\right) n_{B\Sigma} b_B r_B \alpha L \sqrt{1 + f^2} \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \sin \varphi, \quad (15)$$

де  $W_{n\Sigma}$  – потужність, що затрачається на плющення верхівкової частини стрічки льону вальцями, що одночасно перебувають у межах робочої зони барабана, Вт;  $n_{B\Sigma}$  – кількість вальців пристрою, що одночасно перебувають в межах робочої зони барабана, шт.

**Висновок.** Отримані теоретичним шляхом залежності дозволяють визначити потужність, що затрачається на плющення верхівкової частини стрічки льону олійного барабанно-вальцьовим молотильним пристроєм.

#### Література

1. Кругленя В.Е. Обоснование параметров бильного аппарата для усовершенствования процесса обмолота ленты льна / В.Е. Кругленя, М.В. Левкин // Энергоресурсосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых – Минск, 2010. – С. 131-134.

2. Пат. № 54714 Україна, МПК А01D45/06. Льонопідбирач-молотарка / В.А. Сай, Т.О. Кузьміна, В.І. Макаєв, В.Ф. Дідух. Заяв. 16.04.10; опубл. 25.11.10; Бюл. № 22.

3. Селезньов Д.Е. Аналіз конструкцій очісувальних апаратів / Д.Е. Селезньов // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 20. – Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2010. – С. 298-305.

4. Дударев І.М. Теоретичні основи розрахунку машин для універсальної технології збирання та післязбиральної обробки льону: Монографія / І.М. Дударев. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2013. – 164 с.

5. Пат. № 99191 Україна, МПК А01 D45/06. Молотарка льонувдвунця / Дударев І.М.; Заяв. 01.11.2010; опубл. 25.07.2012; Бюл. № 9.

6. Абликов В.А. Элементы теории процесса проката стеблей томатов планетарными вальцами / В.А. Абликов, М.Н. Вдовиченко, М.Н. Тимофеев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, № 6(04), июнь, 2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа до журн.: <http://ej.kubagro.ru/2004/04/07/>

7. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин: Підручник / Я.Т. Кіницький. – К.: Наукова думка, 2002. – 661 с.

8. Голуб Г.А. Механіко-технологічне обґрунтування технічних засобів для агропромислового виробництва їстівних грибів: дис....д-ра техн. наук: 05.05.11 / Г.А. Голуб. – Глеваха, 2005. – 422 с.

9. Хайліс Г.А. Механіка рослинних матеріалів: Навчальний посібник / Г.А. Хайліс, Ю.В. Федорусь. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2004. – 302 с.

*Рецензент д.т.н., проф. В.Ф. Дідух.*

УДК 621.01.62.50

© И.П. Забронець, В.В. Ричко, Н.П. Ярошевич, д.т.н.  
Луцкий национальный технический университет

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПУСКА КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ДВУМЯ ИНЕРЦИОННЫМИ ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЯМИ**

*Исследована динамика прохождения зоны резонанса вибромашинной с двумя самосинхронизирующимися дебалансными возбудителями, установленными на несущем теле с одной степенью свободы. Получены выражения для вибрационных моментов (средних значений добавочной динамической нагрузки на ротор электродвигателя, вызванной колебаниями несущего тела), дополняющие уже известные результаты для колебательной системы с одним вибровозбудителем.*

#### **ВИБРАЦИОННАЯ МАШИНА, ДЕБАЛАНСНЫЙ ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЬ, САМОСИНХРОНИЗАЦИЯ, РЕЗОНАНСНАЯ ЗОНА, ВИБРАЦИОННЫЙ МОМЕНТ**

**Постановка проблемы.** Вибрационные машины с инерционными самосинхронизирующимися вибровозбудителями – грохоты, конвейеры, питатели, мельницы и др. изготавливаются значительными сериями и успешно работают в самых различных отраслях промышленности [1, 2]. Основные их проблемы проявляются при пуске и выбеге. В частности, во время разбега при прохождении дебалансным возбудителем зоны резонанса возможно “застривание” частоты вращения ротора двигателя (если его мощность не завышена) вблизи частоты собственных колебаний, то есть проявление эффекта