

УДК 631.12

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗЕРНО-СОЛОМИСТОЇ МАСИ БАРАБАНОМ З УПОРАМИ

В. Шейченко, *д-р техн. наук,*

І. Дудніков, *канд. техн. наук,*

Полтавська державна аграрна академія

А. Кузьмич, *канд. техн. наук,*

М. Шевчук, *аспірант*

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

В. Шевчук, *канд. техн. наук,*

Уманський національний університет садівництва

Розглянуто переміщення зерно-соломистої маси (ЗСМ) по похилій камері (транспортування під кутом α до горизонту) за умов, коли вагу барабан з упорами R_B представлено як дві складові, направлені паралельно і перпендикулярно похилій камері.

Результатну $R_{ЗС}$ усіх реакції ЗСМ та сил опору її тертя по деку розкладено на складові $X_{ЗС}$ і $Y_{ЗС}$. Визначено проєкції усіх сил на осі – паралельну і перпендикулярну поверхні похилої камери. Встановлено суму моментів відносно геометричної осі барабана та потужність, яка витрачається на переміщення ЗСМ барабаном із упорами.

Ключові слова: *зернозбиральний комбайн, зерно-соломиста маса, пристрій попереднього обмолоту зерна, барабан з упорами, похила камера жнивarki, потужність на здолання сил тертя, момент сил.*

Постановка проблеми. Принципи обробки зерно-соломистої маси (ЗСМ) в молотильно-сепарувальному пристрої та, відповідно, втрати зерна і якість обмолоту за останні роки практично не змінилися [1-6]. З огляду на це, підвищення ефективності процесу обмолоту зернових культур в молотильно-сепарувальному пристрої і особливо на етапах його транспортування до молотильно-сепарувальної системи (МСС) є досить важливим і актуальним завданням.

Технологічний процес транспортування ЗСМ по похилій камері жнивarki представляє собою складний процес переміщення, у якому постійно, внаслідок відділення зернівок від колоса, відбувається збільшення частки зерна в загальному потоці маси.

Переміщення ЗСМ характеризується такими особливостями:

- відділення окремих зернівок, полови тощо із суцвіття зрізаних стебел, осідання в нижній частині потоку технологічної маси важчої за масою ніж солома фракції зернівок;

- формування з відділених зернівок окремого зернового потоку;
- травмування зернин уже на ранніх етапах його транспортування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Переважна більшість фахівців характеризує процес обмолоту зернової маси таким, який відбувається тільки завдяки дії (МСС) зернозбирального комбайна і не враховує динамічного впливу інших робочих органів жнивarki і комбайна на масу, яка транспортується до МСС [7-11]. Проте на шляху до МСС взаємодія робочих органів із ЗСМ уможливує послаблення зв'язків зернівки із колоском, а іноді і повне його відділення [12]. Процес обмолоту зерна розпочинається з моменту початку взаємодії пальців мотовила жнивarki зі стеблом. Ступінь відділення зерна від маси, яку транспортує жнивarka, залежить від багатьох чинників: фази розвитку культури, вологості, стиглості, сорту, динамічних складових впливу на рослину тощо.

Зрізана різальним апаратом жнивarki маса, досить нерівномірна за наповненням і властивостями, транспортується до МСС комбайна. Функціонально набір (комбінація) робочих органів цієї системи орієнтована на повне відділення зернівки від колосу, очищення зерна від легких домішок (полови, пилу), накопичення і вивантаження як готової продукції.

Мета дослідження. Підвищення ефективності технологічних процесів збирання зернових культур завдяки встановленню кінематичних і динамічних показників барабана з упорами пристрою попереднього обмолоту зерна жнивarki зернозбирального комбайна.

Результати дослідження. Розглянемо переміщення ЗСМ по похилій камері (транспортування під кутом α до горизонту) за умов, коли вагу барабана із упорами P_A представимо у вигляді двох складових, направлених паралельно і перпендикулярно похилій камері (рис. 1). Проекція $P_B \cos \alpha$, направлена перпендикулярно поверхні похилої камери, додається з навантаженням на вісь барабана P_6 і утворює результату силу, яка дорівнює $(P_6 + P_B \cos \alpha)$. Проекція $P_B \sin \alpha$ направлена паралельно поверхні похилої камери, алгебраїчно додається зі штовхальною силою F_B та силою інерції $m_B a_i$, де a_i – прискорення точки поверхні барабана (нормальне доцентрове прискорення $a_i = \omega_B r_B$).

Результату R_{3C} усіх реакцій ЗСМ та сил опору її тертя по деці розкладемо на складові X_{3C} і Y_{3C} . Визначимо проекції усіх сил на осі – паралельні і перпендикулярні поверхні похилої камери.

$$\begin{cases} m_B a_i - P_B \sin \alpha - F_B + X_{zc} = 0 \\ Y_{zc} - P_B - P_B \cos \alpha = 0 \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

Із системи рівнянь (1) знайдемо X_{zc} і Y_{zc} :

$$\begin{cases} X_{zc} = P_B \sin \alpha + F_B - m_B a_i \\ Y_{zc} = P_B + P_B \cos \alpha \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

Рівняння моментів відносно геометричної осі барабана буде мати вигляд:

$$X_{zc} r_{БП} = M_r + M_{БП} + M_{jБ}, \quad (3)$$

де M_r – момент сил тертя у підшипниках осі барабана (направлений на рис.1 за годинниковою стрілкою);

$M_{jБ}$ – момент дотичних сил інерції, який виникає за умов нерівномірного обертання барабана навколо своєї осі, який дорівнює добутку моменту інерції барабана з упорами J_B відносно його геометричної осі на кутове прискорення ε_B обертального руху барабана;

$M_{БП}$ – момент опору кочення зовнішньої поверхні барабана з упорами по ЗСМ.

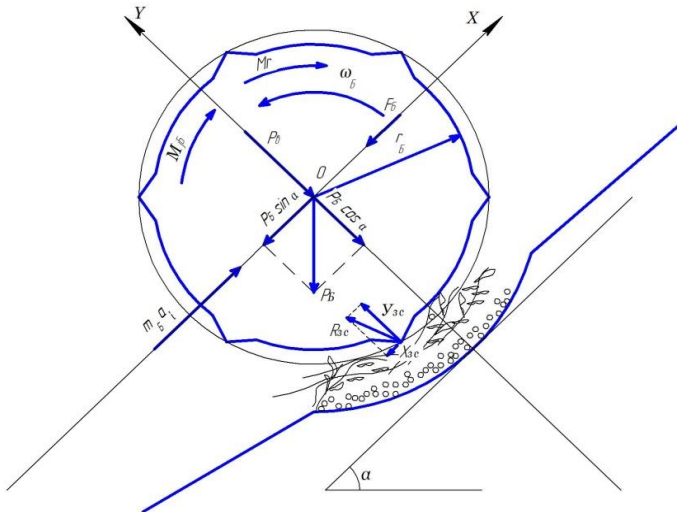


Рисунок 1 – Схема взаємодії ЗСМ із похилою камерою жниварки

Силою опору повітря внаслідок відносно її незначного значення нехтуємо.

Отже, момент реакції ЗСМ X_{3C} відносно геометричної осі барабана повинен дорівнювати добутку трьох моментів: моменту сил тертя в підшипниках барабана, моменту опору, який створює рухома ЗСМ та шар відділеного від колосків зерна по поверхні деки (похилої камери) та момент дотичних сил інерції барабана з упорами.

За умов рівномірної подачі ЗСМ прискорення J_B , ε_B дорівнюють нулю. Тоді рівняння моментів (3) набуде вигляду:

$$X_{3C} r_{БП} = M_r + M_{БП} . \quad (4)$$

За умов рівномірної подачі і руху ЗСМ момент, який створює сила реакції X_{3C} відносно геометричної осі барабана повинен дорівнювати сумі моменту сил тертя в підшипниках барабана і моменту опору переміщення ЗСМ і шару зерна по похилій поверхні деки.

Підставимо у (3) залежність (2) для величини X_{3C} та перемноживши обидві частини отриманого рівняння на середню за секунду кутову швидкість обертання ω_A отримуємо;

$$(P_B \sin \alpha + F_B - m_B a_i) r_{БП} \omega_B = M_r \omega_B + M_{БП} \omega_B + M_{JB} \omega_B . \quad (5)$$

Після перетворень отримуємо:

$$F_B r_{БП} \omega_B = m_B a_i r_{БП} \omega_B - P_B \sin \alpha r_{БП} \omega_B + M_r \omega_B + M_{БП} \omega_B + M_{JB} \omega_B . \quad (6)$$

Добуток $r_{БП} \omega_B$ із досить великою точністю можна прийняти таким, який дорівнює швидкості $v_{БП}$ переносного руху барабана з упорами. Тоді отримуємо такий баланс потужностей:

$$F_B v_{БП} = m_B a_i v_{БП} - P_B \sin \alpha v_{БП} + M_r \omega_B + M_{БП} \omega_B + M_{JB} \omega_B . \quad (7)$$

Висновки. Аналізуючи вираз (7) відмітимо, що в загальному випадку, потужність, яка витрачається на переміщення ЗСМ барабаном з упорами дорівнює сумі потужностей, які витрачаються на її деформацію і тертя барабана по ЗСМ і ЗСМ по деці ($M_{БП} \omega_B$) і потужності $M_{JB} \omega_B$, яка

перетворюється у кінетичну енергію відносного обертового руху барабана навколо його осі; потужності $m_b a_t v_{БП}$, яка перетворюється у кінетичну енергію переносного поступального руху барабана; потужності, яка витрачається на здолення сил тертя у підшипниках барабана $M_r \omega_b$ за мінусом потужності $P_b \sin \alpha v_{БП}$.

Література

1. Шейченко В.О. Дослідження обмолоту зерна трибарабанною молотаркою / В.О. Шейченко, В.І. Недовесов, О.М. Грицака // Збірник наукових праць Луцького НТУ, Сільськогосподарські машини збірник наукових статей. -Випуск 33. – Луцьк, 2015. – С. 149-155.
2. Коваль С. Напрямки розвитку конструкцій і узагальнені технологічні показники зернозбиральний комбайнів // Техніка АПК. - 1998. - №4. - С. 28-31.
3. Занько М.Д. Аналітичне моделювання втрат зерна за молотаркою в залежності від умов роботи зернозбирального комбайна М.Д. Занько, В.І. Недовесов // Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013. С. 483-488.
4. Коваль С. Комплексне вирішення проблем збирання врожаю / С.Коваль, В.Шейченко // Техніка АПК. - 2008. -№2.- С22-26.
5. Адамчук В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня / В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, В.В. Іванишин // Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки. – Вінниця : ВНАУ, 2012. – Вип. 11. – Т. 2 (66). – С. 8–14.
6. Шейченко В.О. Економічні аспекти підвищення надійності та якості виконання технологічного процесу машинними агрегатами / В.О. Шейченко, П.О. Войтюк. І.М. Шульган // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Вип. 51: Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”. – Х., 2007. – С.204-211.
7. Липкович Э.И. Процессы обмолота и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов. – зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1973. – 165 с.
8. Кленин Н.И. Исследование вымолота и сепарации зерна. Диссертация д-ра техн. наук. – М., 1977. – 424 с.
9. Антипин В.Г. О перемещении обмолачиваемой культуры по подбарабанью / В.Г. Антипин, В.М. Коробицын // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1979. – №8. – С.7-9.
10. Зерноуборочные комбайны / Серый Г.Ф., Косилов Н.И., Ярмаш Ю.М., Русанов А.И. - М.: Агропромиздат, 1986. - 247 с.
11. Колесников А.В. Повышение эффективности технологического процесса обмолота зернобобовых культур путем усовершенствования

молотильно-сепарирующей части молотилки / А. В. Колесников // Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України "Кримський агротехнологічний університет". Технічні науки. - 2013. - Вип. 153. - С. 104-111.

12. Шейченко В.А., Исследование микроповреждений и микротравмирования зерна при его уборке зерноуборочными комбайнами / Шейченко В.А., Кузьмич А.Я., Грицака А.Н., Ковалев М.М. // журнал «Техника и оборудование для села», №1(223) 2016, - Москва- с.24-28.

Аннотация.

Рассмотрено перемещение зерно-соломистой массы (ЗСМ) по наклонной камере (транспортирование под углом α к горизонту) при условии, когда вес барабана с упорами P_A представлен в виде двух составляющих, которые направлены параллельно и перпендикулярно наклонной камере.

Результатирующая R_{3C} всех реакций ЗСМ а также сил сопротивления их трения по деке разложено на составляющие X_{3C} и Y_{3C} . Определено проекции этих сил на оси – параллельную и перпендикулярную к поверхности наклонной камеры. Установлено сумму моментов относительно геометрической оси барабана, а также мощность, которая израсходуется на перемещение ЗСМ барабаном с упорами.

Summary.

Considered moving grain-straw mass (GSM) on an inclined chamber (transportation at an angle α to the horizon) in circumstances where the weight of the drum with ribs P_A presented in the form of two components that are directed parallel and perpendicular to the sloping chamber.

The resultant force R_{3C} of all reactions GSM and the resistances of friction on concave decomposed into components X_{3C} and Y_{3C} . Is defined the projections of all forces on the parallel and perpendicular axes to the sloping surface of camera. Is determined the sum of torques relative to the drum geometric axis and the power consumed to move a GSM by drum with ribs.