

УДК. 631.361.022

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ВИМОЛОТУ ЗЕРНА ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИМИ КОМБАЙНАМИ

Дудак Сергій Миколайович науковий співробітник

Грицака Олександр Миколайович аспірант

Національний науковий центр «ІМЕСГ»

Спирін Анатолій Володимирович к.т.н., доцент

Вінницький національний аграрний університет

Dudak S.

Gritsak A.

National Science Center "IMESG"

Spirin A.

Vinnitsia National Agrarian University

Анотація: розроблена кінетична модель процесу обмолоту зерна зернозбиральними комбайнами.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, обмолот, кінетика, зерно.

Постановка проблеми

Численні дослідження міцності зв'язку зерна з колосом показали, що співвідношення величини сили цього зв'язку і кількості обмолочених зерен розподіляється випадковим чином, підкоряючись нормальному закону розподілу [2]. Встановлено, що окружна швидкість барабана створює сили ударної дії, що призводить до вимолоту зерна. Режими молотильних пристроїв вибирають таким чином, що за рахунок удару вимолотити основну масу зерна, решту за допомогою перетирання при протягуванні стебел через утворені між бичами і планками деків зазори. Закономірності протікання технологічного процесу вимолоту обумовлені такими найбільш впливовими факторами, як швидкість руху матеріалу, величина сил, які діють на матеріал. На роботу молотильного пристрою дуже впливає правильний вибір частоти обертання барабанів і регулювання зазорів між барабаном і підбарабанням.

При недостатній частоті обертання спостерігається недомолот, а при підвищеній – пошкодження зерна та значне подрібнення стебел соломи. В останньому випадку утруднюється сепарування вороху, погіршується якість роботи комбайна, знижується його продуктивність і збільшуються втрати.

Побудова математичної моделі зміни кількості обмолочених і необмолочених зерен в робочому зазорі надасть можливість оптимізувати процес обмолоту, кінематичні параметри молотильного пристрою.

Мета роботи

Обґрунтувати кількісний критерій оптимізації для оцінки роботи зернозбирального комбайна на основі оцінки кінетики процесу обмолоту і відділення зерна від маси.

Результати досліджень

У ряді багатьох досліджень можна виділити працю академіка Е.І. Липковича [3]. При цьому база експериментальних фактів була така, що автор змушений був виходити з таких основних передумов:

- всі процеси протікають однорідно і безперервно;
- хлібна маса в молотильному каналі переміщається товстим шаром;
- дискретність і пружність стебел не впливають на закономірності руху рослинного потоку;
- основний продукт обмолоту – цілий колос;

- сили стиснення менші сил руйнування зв'язків зерна з колосом при одноразовому обмолоті.

При такому підході вдалося зв'язати воедино динаміку вільних і невільних зернових мас. При однорідному суцільному безперервному русі потоку хлібної маси товстим шаром процес обмолоту розглядається як сукупність впливів, кожен з яких реалізується при проходженні бича над порцією хлібної маси. При цьому прийнято вважати, що руйнування зв'язків зерна з колосом здійснюється в результаті неодноразового застосування сил стискання.

Така інтерпретація даних вимірювань тисків у молотильному просторі дозволила розробити так звану втомлювану теорію обмолоту [3]. У ній елементарну операцію виконував бич у взаємодії з поверхнею підбарабання.

При тонкому шарі зв'язок стебел в потоці хлібної маси слабшає. У визначенні закономірностей руху такого шару зростає роль властивостей окремих рослин, і насамперед їх пружність.

Істотну роль у розумінні процесів, що супроводжують обмолот, відіграють величина і розподіл сил у молотильному просторі. Найбільші значення зусилля стиснення досягають в зазорі між бичами барабана і планками підбарабання. Так як швидкість бича в кілька разів більше швидкості стебел, то кожна порція за час перебування в молотильному просторі піддається багаторазовим стискаючим впливам.

При побудові теорії товстошарового обмолоту ребристість і рифлення до уваги не приймаються. Всі виміри показують [2], що зміна зусиль має швидко – розколювальний коливальний характер в діапазоні варіювання координат від нульового до пікового значення.

Таким чином, обмолот можна розглядати як сукупність технологічних операцій. При товстому шарі операція обмолоту – це послаблення зв'язку зерна з колосом.

Розглянемо формування показників якості роботи робочих органів зернозбирального комбайна на основі кінетики процесу вимолоту зерен в робочому зазорі.

Розглянемо кінетику зміни кількості обмолочених і необмолочених зерен в робочому зазорі.

$$N = n_x + n_y \quad (1)$$

де N - загальна кількість зерна (кг);

n_x - обмолочені зерна (кг);

n_y - необмолочені зерно (кг).

Таким чином

$$\frac{dn_x}{dt} = K_1 \cdot n_x \cdot (N - n_y) - K_2 \cdot n_y \cdot (N - n_x); \quad (2)$$

де $\frac{dn_x}{dt}$ - швидкість обмолоту (м/с);

K_1, K_2 - коефіцієнт інтенсивності обмолоту n_x, n_y (кг);

Звідси маємо:

$$\frac{dn_y}{dt} = K_2 \cdot n_y \cdot (N - n_x) - K_1 \cdot n_x \cdot (N - n_y) \quad (3)$$

$$\frac{dn_x}{dt} = K_1 \cdot n_x^2 - K_2 \cdot n_y^2,$$

де $n_y = N - n_x$

Отже:

$$\begin{aligned} \frac{dn_x}{dt} &= K_1 \cdot n_x^2 - K_2 (N - n_x)^2 = (K_1 - K_2) \cdot n_x^2 + 2K_2 \cdot Nn_x - K_2 N^2 = \\ &= (K_1 - K_2) \cdot \left\{ n_x^2 + \frac{2K_2 \cdot Nn_x}{K_1 - K_2} + \frac{N^2 \cdot K_2^2}{(K_1 - K_2)^2} - \frac{N^2 \cdot K_2^2}{(K_1 - K_2)^2} \right\} - K_2 \cdot N^2 \end{aligned} \quad (4)$$

Таким чином маємо:

$$\frac{dn_x}{dt} = (K_1 - K_2) \cdot \left(n_x + \frac{K_2 \cdot N}{K_1 - K_2} \right)^2 - \frac{N^2 \cdot K_2^2}{K_1 - K_2} - K_2 \cdot N \quad (5)$$

або позначимо:

$$Z = n_x + \frac{K_2 \cdot N}{K_1 - K_2} \quad (6)$$

Маємо:

$$\frac{dn_z}{dt} = (K_1 - K_2) \cdot z^2 - V \quad (7)$$

де:

$$V = \frac{N^2 \cdot K_2}{K_1 - K_2} \cdot [K_2 + (K_1 - K_2)] = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot N^2}{K_1 - K_2} \quad (8)$$

Так як, зворотного процесу обмолоту зерна немає, то $K_2 \equiv 0$.

Звідси:

$$\frac{dz}{dt} = K_1 \cdot Z^2 - V; \quad -\frac{1}{Z} = K_1 \cdot t + V$$

або

$$Z = -\frac{1}{K_1 t + V} \quad (9)$$

Якщо $t = 0$ а $t=0$, то маємо $V = -\frac{1}{Z_0}$

Звідси:

$$Z = -\frac{1}{K_1 t - \frac{1}{Z_0}} = \frac{Z_0}{1 - K_1 \cdot Z_0 \cdot t} \quad (10)$$

Виведемо залежність обмолоту зерен від часу нахождения в робочому зазорі.

$$y = \frac{1}{K_1 \cdot Z_0} \quad (11)$$

Необмолочені зерна находимо із виразу:

$$n_y = N - n_x = n - \frac{Z_0}{1 - K_1 Z_0 t} \quad (12)$$

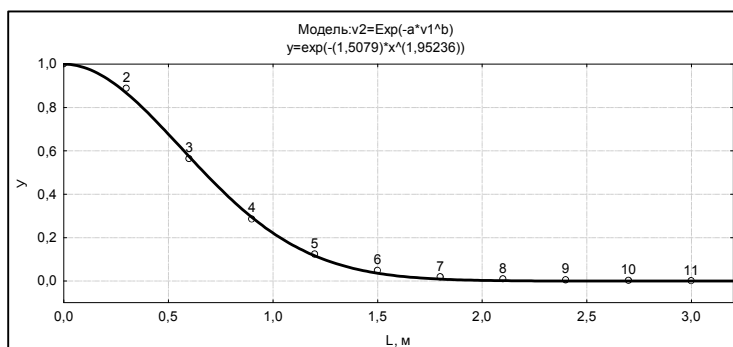


Рис. 1. Графік залежності процесу обмолоту зерен по довжині підбарання в робочому зазорі

Висновок

За допомогою математичних моделей кінематики можна визначити зміну кількості обмолочених і необмолочених зерен в робочому зазорі надають можливість оптимізувати процес

обмолоту.

Список літератури

1. Антипин В.Г., Коробицын В.М. О перемещении обмолачиваемой культуры по подбарабанью // *Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства*. – 1979. – №8. – С.7-9.
2. Кузин Г.А. Интенсификация процессов обмолота и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов. Дис.... д-ра техн. наук. – Ростов н/Д, 1989. – 505 с.
3. Липкович Э.И. Процессы обмолота и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов. – Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1973. –165 с.
4. Погорельый Л.В. Испытания сельскохозяйственной техники: научно – методические основы оценки и прогнозирования надежности сельскохозяйственных машин // Погорельый Л.В., Анилович В.Я. – К.: Феникс, 2004. – 208 с.
5. Технологический процесс, настройка, регулировка и контроль качества работы зерноуборочных комбайнов: Практическое пособие / В. Р. Петровец, Н. И. Дудко, В. Л. Самсонов. – Горки: БГСХА, 2012 – 56 с.: ил.

References

1. Antipin V., Korobitsyn V.M. V peremeshchenii obmolachivayemoy kul'tury po Podbaraban'ye // *Mekhanizatsiya i Elektrifikatsiya sotsialisticheskogo sel'skogo khozyaystva*. - 1979. - №8. - S.7-9.
2. Kuzin A. Intensifikatsiya protsessov obmolota i separatsii v molotil'nykh apparatakh zernouborochnykh kombaynov. Dis d-ra tekhn. nauk. - Rostov n / D, 1989. - 505 s.
3. Lipkovich E.I. Protsessy obmolota i separatsii v molotil'nykh apparatakh zernouborochnykh kombaynov. - Zernograd: VNIPTIMESKH, 1973. -165 s.
4. Pogorelyy L.V. Ispytaniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki: nauchno - metodicheskiye osnovy otsenki i prognozirovaniya nadezhnosti sel'skokhozyaystvennykh mashin // Pogorelyy L.V., Anilovich V.YA. - M.: Feniks, 2004. - 208 s.
5. Tekhnologicheskiy protsess, nastroyka, regulirovka i kontrol' kachestva raboty zernouborochnykh kombaynov: Prakticheskoye posobiye / V. R. Petrovets, N. I. Dudko, V. L. Samsonov. - Gorki: BGSKHA, 2012 - 56 s.: il.

КИНЕТИКА ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА ЗЕРНА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Аннотация: разработана кинетическая модель процесса обмолота зерна зерноуборочных комбайнов.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, обмолот, кинетика, зерно.

KINETICS OF THE THRESHING PROCESS GRAIN COMBINE HARVESTER

Summari: a kinetic model of the process of threshing grain combine harvesters.

Keywords: combine harvester threshing, kinetics, grain.