

УДК 631.354.2.

ВИЗНАЧЕННЯ ЦИРКУЛЯЦІЇ ВОРОХУ В МОЛОТАРЦІ КОМБАЙНА

Пустовіт С.В

Житомирський національний агроєкологічний університет

Изложено теорию определения закономерности циркуляции свободно обмолоченного зерна за счет выноса его в камеру колосового шнека зерноуборочного комбайна.

The theory of determination of conformity to law of circulation of freely deseeded grain is expounded due to taking away of him in the chamber of ear шнека of combine harvester.

Постановка проблеми

Ключовим завданням агропромислового комплексу країни є стійке нарощування виробництва зерна, яке потрібне для формування посівних фондів, забезпечення продуктами харчування населення і тваринництва фуражем.

Аналіз стану механізації збирання зернових культур показав, що найближчим часом домінуючими залишаться комбайнові способи збирання зернових культур. Тому наукові дослідження і конструкторські розробки спрямовані на подальше підвищення пропускнуєї спроможності комбайнів, яка значною мірою залежить від конструктивних і режимних параметрів очищення.

Із збільшенням кількості циклів зростає шлях проходження вільно обмолоченого зерна в технологічній схемі зернозбирального комбайна, кількість механічних дій на нього і подача на повторний обмолот призводять до збільшення рівня травмування і втрат. Для усунення цього недоліку в технологічній схемі зернозбирального комбайна слід вивчити закономірності циркуляції вільно обмолоченого зерна.

Тому вивчення закономірності циркуляції вільно обмолоченого зерна за рахунок винесення його в камеру колосового шнека зернозбирального комбайна є актуальним.

Аналіз результатів останніх досліджень

На даний час є велика кількість наукових праць, пов'язаних з вивчення закономірності циркуляції вільно обмолоченого зерна за рахунок винесення його в камеру колосового шнека зернозбирального комбайна.

Дослідженнями [1], [2], [3] встановлено, що маса циркулюючого вороху знаходиться в межах 7-15% від хлібної маси, що поступає в молотарку комбайна. Вміст вільно обмолоченого зерна в вороху циркулюючого навантаження досягає 50%, а при збиранні на горбистих полях з похилістю схилу вище 8° в камеру колосового шнека поступає від 40 до 90% усього обмолоченого зерна.

Мета досліджень

Метою роботи являється пошук шляхів ефективного зниження циркуляції вільно обмолоченого зерна за рахунок винесення його в камеру колосового шнека зернозбирального комбайна.

Виклад основного матеріалу

Технологічний процес роботи зернозбирального комбайна безперервний. Циркуляція умовної порції зерна в технологічній схемі комбайна не буде нескінченною, тобто через певну кількість циклів усе вільно обмолочене зерно, що міститься в умовній порції, зійде в зерновий шнек комбайна і циркуляція його припиниться.

На наш погляд, найдоцільніше розглянути цей процес як ймовірнісний [4]. З цих позицій розглянемо яку-небудь порцію вільно обмолоченого зерна Q_0 , що поступає з молотильного апарату на очищення комбайна. Вважатимемо, що після проходження через очищення комбайна ймовірність виходу зерна буде рівна P . Отже, при першому циклі в камеру колосового шнека зійде деяка кількість зерна:

$$Q_1 = Q_0 \cdot P_1 \quad (1)$$

Оскільки процес, що розглядається нами - ймовірнісний, то ймовірність сходу вільно обмолоченого зерна в камеру колосового шнека P для кожного наступного циклу буде постійною, тобто в загальному випадку для будь-якого циклу вираз (1) матиме вигляд:

$$Q_n = Q_0 \cdot P^n \quad (2)$$

Іншими словами, інтенсивність винесення зерна в камеру колосового шнека на кожному циклі прямо пропорційна його кількості на попередньому циклі. Виходячи з цього, можна визначити закон зміни кількості вільно обмолоченого зерна циркулюючого в молотарці зернозбирального комбайна залежно від часу протікання технологічного процесу або кількості циклів. Нехай у момент часу t маса вільно обмолоченого зерна, що зійшло з очищення в камеру колосового шнека склала $Q=Q_0 P$, тоді у момент часу $t+\Delta t$ маса зерна в колосовому шнеку буде $Q - \Delta Q$. Отже, за час Δt з циркулюючої маси вийде, тобто поступить в бункер комбайна ΔQ .

Тоді відношення $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ є середня швидкість вибування циркуляції вільно обмолоченого зерна в технологічній схемі зернозбирального комбайна. Межа цього відношення при:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$$

є швидкість інтенсивності вибування процесу. Виходячи з умов нашого завдання, можна написати:

$$\frac{dQ}{dt} = -KQ \quad (3)$$

де K -коефіцієнт пропорційності.

Рішення диференціального рівняння (3) з початковими умовами $t=0$ і $Q=Q_0 \cdot P$ має вигляд:

$$Q(t) = Q_0 \cdot P \cdot e^{-kt} \quad (4)$$

Коефіцієнт пропорційності K можна визначити експериментально таким чином. Нехай за якийсь час t вибуває, тобто (поступає в бункер комбайна) $\alpha\%$ від первинної маси циркулюючого зерна. Отже, при цьому виконується співвідношення:

$$\left(1 - \frac{\alpha}{100}\right) \cdot Q_0 \cdot P = Q_0 \cdot P \cdot l^{-kt} \quad (5)$$

Звідки:

$$K_t = \frac{1}{t} \cdot \ln \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right) \quad (6)$$

При розгляді процесу циркуляції вільно обмолоченого зерна не як функцію часу t , а як функцію від кількості циклів n , те рівняння (4) відповідно набере вигляду:

$$Q_{(n)} = Q_0 \cdot P \cdot e^{-kn} \quad (7)$$

а вираз (6) для визначення коефіцієнта пропорційності:

$$K_n = \frac{1}{n} \cdot \ln \cdot \left(1 - \frac{\beta_n}{100}\right) \quad (8)$$

де β_n (у %) виражає спад вільно обмолоченого зерна від його спочатку циркулюючої маси за n циклів.

Отримані рівняння (6) і (8) дозволяють визначити експериментальним шляхом коефіцієнти пропорційності K для випадків розгляду процесу циркуляції вільно обмолоченого зерна як функції часу t , так і функції кількості циклів n .

Після визначення цих коефіцієнтів дослідним шляхом і використовуючи рівняння (4) і (7) можна визначити час циркуляції вільного обмолоченого зерна в молотарці комбайна або кількість циклів. Для спрощення спочатку визначимо період напівциркуляції вільно обмолоченого зерна, тобто проміжок часу, за який убуде половина маси циркулюючого зерна від первинної.

Підставивши в рівняння (4) замість Q значення $\frac{Q_0 \cdot P}{2}$, отримуємо рівняння для визначення періоду напівциркуляції (у функції часу):

$$\frac{Q_0 P}{2} = Q_0 \cdot P \cdot e^{-kt} \quad (9)$$

Звідки отримуємо $kt = \ln 2$ - або час:

$$t = \frac{\ln 2}{kt} \quad (10)$$

а у функції кількості циклів рівняння (10) відповідно набере вигляду:

$$n = \frac{\ln 2}{kn} \quad (11)$$

Аналіз рівнянь (10) і (11) показує, що час циркуляції вільно обмолоченого зерна в молотарці комбайна t або кількість циклів n не залежить від маси циркулюючого зерна, а залежить від коефіцієнтів пропорційності Kt і Kn відповідно, причому вигляд цієї залежності має обернено пропорційний характер. З рівнянь (4) і (7) виходить, що маса циркулюючого зерна в який-небудь момент часу прямо пропорційна кількості зерна, що поступає, на очищення зернозбирального комбайна Q_0 , ймовірність його виходу в камеру колосового шнека P і назад пропорційна коефіцієнтам K , t і n - відповідно.

Висновок

Проведені теоретичні дослідження показують, що знизити рівень травмування і втрати зерна можна за рахунок підвищення ефективності і якості роботи системи очищення зернозбирального комбайна.

При цьому слід зазначити, що зробити істотний вплив без змін принципової технологічної схеми роботи зернозбирального комбайна можна тільки за рахунок параметра P .

Одним з істотних шляхів зниження ймовірності виходу вільно обмолоченого зерна в камеру колосового шнека на нашу думку являється правильне обґрунтування параметрів системи очищення зернозбирального комбайна.

Література

1. Урайкин В.М. Влияние циркулирующих нагрузок на качество работы молотильно-сепарирующих устройств комбайнов / В.М. Урайкин, М.Г. Стеничев // Научн. тр. ЧИМЭСХ. 1976. Вып.95. С.22-31.
2. Шпокас Л. Исследование работы колосового элеватора СК-5 «Нива» на холмистых полях / Л. Шпокас // Научн. тр. Латв. С.-х. акад. Вильнюс: Мокслас. 1980, Вып. XXVI. 3 (32). С. 24-36.
3. Орбинский В.И. Влияние режимов работы очистки комбайна на потери и травмирование зерна при уборке / В.И. Орбинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. - №2. С. 6-7.
4. Алферов С.А. Обмолот и сепарация зерна в молотильных устройствах как единый вероятностный процесс / С.А. Алферов, В.С. Брагинец // Тракторы и сельхозмашины. 1972. № 4 С. 23-26.