

# ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИНЕСЕННЯ ВІЛЬНОГО ЗЕРНА З РЕШІТ ОЧИЩЕННЯ В КАМЕРУ КОЛОСОВОГО ШНЕКА ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

*Муляр О. Д., к.с.-г.н., Мельник М. В., к.т.н., Пустовіт С. В., асистент*

*Викладено теорію винесення вільного зерна з решіт очистки в камеру колосового шнека зернозбирального комбайна.*

**Постановка проблеми.** 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 пропускної 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 провести теоретичне обґрунтування винесення обмолоченого зерна з решіт очистки в камеру колосового шнека .

Тому проведення теоретичного обґрунтування винесення обмолоченого зерна з решіт очистки 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 теоретичне обґрунтування винесення вільного обмолоченого зерна з решіт очистки в камеру колосового шнека зернозбирального комбайна.

**Виклад основного матеріалу.** Зерновий ворох, що поступає на очищення зернозбирального комбайна з молотильного пристрою і соломотряса по транспортній дошці, є багатокомпонентною сумішшю, що складається з не обмолочених колосів, вільного зерна і незернової частини - полови. Компоненти вороха розрізняються між собою як за аеродинамічними властивостями, так і по розмірах, а їх співвідношення в воросі залежить від виду культури, фізико-механічних властивостей хлібної маси, конструктивних і режимних параметрів молотильно-сепаруючих пристроїв.

На сепарацію зерна у повітро-решітних очищеннях впливають величина і рівномірність подачі вороха, склад його компонентів, вологість зерна і незернової частини, конструктивні і режимні параметри очищення.

Зерновий ворох, що сходить з транспортної дошки, поступає на верхнє решето очищення, де він розділяється в результаті спільної дії повітряного потоку і коливань решета. При цьому половина відноситься повітряним потоком за межі очищення, необмолочені колоски сходять з верхнього решета і поступають на подовжувач, а вільне зерно з частиною незернових домішок прокидається на нижнє решето. Частина вільного зерна разом з необмолоченими колосами поступає з верхнього решета на подовжувач. При цьому велика частина вільного зерна і необмолочених колосів прокидається через подовжувач і поступає в камеру колосового шнека, а та, що залишилася сходить разом з половиною в копичник і втрачається.

Розглянемо процес вступу обмолоченого зерна з очищення в камеру колосового шнека зернозбирального комбайна.

Загальна кількість вільного зерна, що поступає в камеру колосового шнека з очищення комбайна можна виразити рівняння, :

$$Y_K = Y_2' + Y_{\Delta}' L_1 + Y_3, \quad (1.1)$$

Головною причиною сходу вільного зерна в камеру колосового шнека є незавершеність процесів сепарації на верхньому і нижньому решетах.

Найбільш прийнятним для розрахунку кількості зерна, що поступає з решіт очищення в колосовий шнек, являється закон сепарації, запропонований М. Н. Летошневим [2] і що є експоненціальною залежністю

$$Y = Y_0 \cdot l^{-\mu L}, \quad (1.2),$$

де  $Y_0$  - подача вороха на початок решета;  $\mu$  - коефіцієнт сепарації;  $L$  - довжина решета.

Присутній в цьому рівнянні коефіцієнт сепарації можна визначити по виразу, запропонованому И.Ф. Василенка:

$$\mu = \frac{\alpha\beta}{V_{cp} \cdot t}, \quad (1.3),$$

де  $\alpha$  - ймовірність просіювання зерна через решето;  $\beta$  - ймовірність просіювання зерна через решітку сепаратора;  $V_{cp}$  - середня швидкість переміщення вороха по довжині сепаратора;  $t$  - проміжок часу.

Коефіцієнт сепарації зерна можна представити як:

$$\mu = f(L), \quad (1.4)$$

Для обчислень прийємо середній приведений коефіцієнт сепарації зерна для решіт, що має постійне значення.

Використовуючи закон сепарації (1.2), знайдемо кількість вільного зерна, що поступає з очищення в колосовий шнек зернозбирального комбайна, що складається із зерна яке пройшло через подовжувач, винесеного з міжрешітного простору і такого, що зійшло з нижнього решета.

Кількість зерна, що поступає в камеру колосового шнека з подовжувача верхнього решета, можна представити рівнянням:

$$Y_2' = Y_1 - Y_2, \quad (1.5),$$

де  $Y_1$  - схід зерна з верхнього решета;  $Y_2$  - схід зерна з подовжувача в копичник (втрати). Згідно рівнянню (1.2)

$$Y_1 = Y_0 \cdot e^{-\mu_1 L_1}; \quad (1.6)$$

$$Y_2 = Y_1 \cdot e^{-\mu_2 L_2}; \quad (1.7),$$

де  $\mu_1, \mu_2$  - коефіцієнти сепарації відповідно для верхнього решета і подовжувача;  $L_1$  - довжина верхнього решета;  $L_2$  - довжина подовжувача.

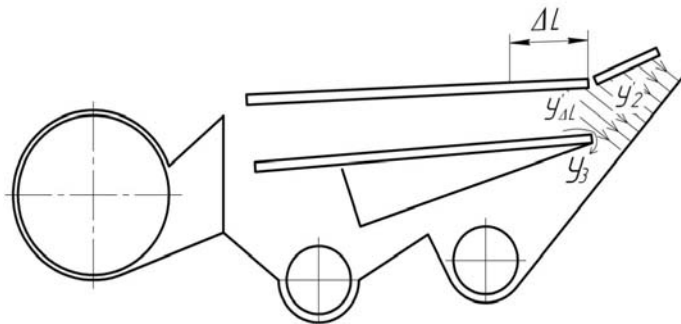


Рисунок 1.1. Зони сходу обмолоченого овороху з очищення комбайна в камеру колосового шнека

$Y_{\Delta} L_1$  - виніс із міжрешітного простору;  $Y_2'$  - прохід через подовжувач;  $Y_3$  - схід із нижнього решета.

Підставивши в рівняння (1.5) значення  $Y_1$  і  $Y_2$  із рівняння (1.6) і (1.7), отримаємо:

$$Y_2' = Y_0 \cdot e^{-\mu_1 L_1} \cdot (1 - e^{-\mu_2 L_2}), \quad (1.8)$$

Кількість зерна  $Y_{\Delta} L_1$ , що просипалося через задню частину верхнього решета на довжині  $\Delta L_1$ , можна визначити із рівняння:

$$Y_{\Delta} L_1 = Y(L_1 - \Delta L_1) - Y_1, \quad (1.9)$$

де  $Y(L_1 - \Delta L_1)$  - схід зерна з верхнього решета довжиною  $L_1 - \Delta L_1$  коли воно ще не вноситься із міжрешітного простору в камеру колосового шнека.

Величина  $\Delta L_1$  визначається траєкторією польоту зернівки в міжрешітному просторі і її значення визначено В.И. Оробинским [3].

Згідно рівнянню (1.2)

$$Y(L_1 - \Delta L_1) = Y_0 \cdot e^{-\mu_1(L_1 - \Delta L_1)}, \quad (1.10)$$

Підставляючи в рівняння (1.9) значення із рівнянь (1.6) и (1.7) отримаємо:

$$Y_{\Delta} L_1 = Y_0 (e^{-\mu_1(L_1 - \Delta L_1)} - e^{-\mu_1 L_1}), \quad (2.11)$$

Схід вільного зерна в камеру колосового шнека з нижнього решета визначається закономірністю сепарації на ним.

Виходячи з рівняння (1.2), на ділянці X (рис. 1.2) з верхнього решета на нижне поступить слідуюча кількість зерна:

$$Y_1' = Y_0 \cdot (1 - e^{-\mu_1 x}), \quad (1.12)$$

Диференціюючи рівняння (1.12), отримаємо формулу, що характеризує інтенсивність сепарації на довільній елементарній ділянці по довжині верхнього решета:

$$\frac{dY_1'}{dx} = Y_0 \cdot \mu_1 \cdot e^{-\mu_1 x}, \quad (1.13)$$

Тоді кількість зерна, що просипалось на ділянці  $dx$  с верхнього решета на нижнє, являє собою завантаження нижнього решета на даній ділянці:

$$dY_1' = Y_0 \cdot \mu_1 \cdot e^{-\mu_1 x} \cdot dx, \quad (1.14)$$

В процесі подальшої сепарації на ділянці  $dx$  на нижньому решеті із даного зерна залишиться:

$$dY_3 = dY_1' \cdot e^{-\mu_3(L_3 - x)}, \quad (1.15)$$

що є сходом зерна з нижнього решета на цій ділянці. Проінтегрував даний вираз, ми отримаємо загальну кількість зерна, що зійшло з нижнього решета в колосовий шнек, :

$$Y_3 = \int_0^{L_1} dY_1' \cdot e^{-\mu_3(L_3 - x)}, \quad (1.16)$$

Підставивши у рівняння (1.16) значення  $dY_1'$  із (1.14), отримаємо:

$$Y_3 = \int_0^{L_1} Y_0 \cdot \mu_1 \cdot e^{-\mu_1 x} \cdot e^{-\mu_3(L_3 - x)} \cdot dx, \quad (1.17)$$

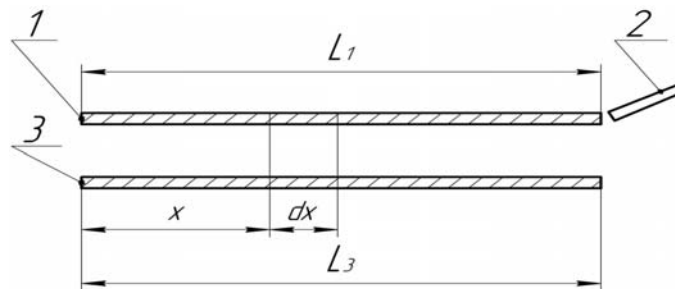


Рисунок 1.2. До визначення сходу обмолоченого вороху з нижнього решета: 1 - верхнє решето; 2 - подовжувач; 3 - нижнє решето.

Після інтеграції вираз (1.17) матиме вигляд:

$$Y_3 = Y_0 \cdot \frac{\mu_1}{\mu_3 - \mu_1} \cdot (e^{-\mu_3(L_3 - L_1) - \mu_1 L_1} - e^{-\mu_3 L_3}), \quad (1.18)$$

У випадку, коли  $L_1 = L_3 = L$ , отримаємо:

$$Y_3 = Y_0 \cdot \frac{\mu_1}{\mu_3 - \mu_1} \cdot (e^{-\mu_1 \cdot L} - e^{-\mu_3 L}), \quad (1.19)$$

Таким чином, ми отримали рівняння, що дозволяє визначити схід зерна з нижнього решета в камеру колосового шнека при відомих коефіцієнтах сепарації зерна для решіт.

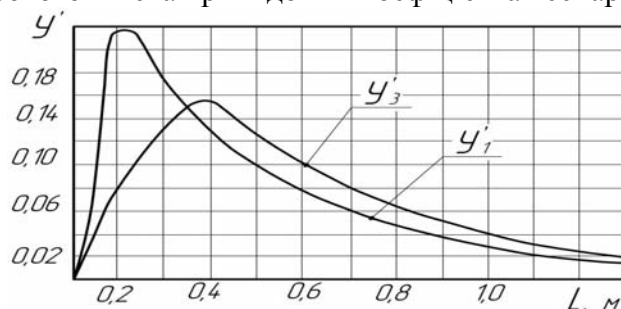


Рисунок 1.3. Розрахункова сепарація зерна по довжині верхнього і нижнього решіт

З даних, показаних на рис. 1.3, видно, що із збільшенням довжини решіт кількість зерна, що прокидалося, на одиничній ділянці спочатку різко збільшується, досягає максимуму і починає плавно знижуватися. Це пояснюється тим, що в конструкції очищення є перепад між транспортною дошкою і верхнім решето, а також між решетами. Зерно, що прокидається через пальцеву гребінку, а також через верхнє решето під впливом повітряного потоку здійснює падіння по траєкторії, характерній для тіл, кинутих горизонтально. Тому максимум завантаження решіт виявляється зміщеним від початку, причому для нижнього решета величина цього зміщення більше із-за більшої величини перепаду.

Як впливає з даних на рис.1.3, сепаруюча здатність нижнього решета більше ніж верхнього, оскільки при його довжині понад 0,25м кількість зерна, що прокидалося на елементарній ділянці вище, тому його можна довантажити зерном, що сходить з верхнього решета подовжувача і що виноситься повітряним потоком з міжрешітного простору.

**Висновок.** Аналітичні залежності для визначення виходу компонентів вороха в камеру колосового шнека проходом через подовжувач верхнього решета, винесенням з міжрешітного простору і сходом з нижнього решета показують, що вихід їх зменшується із збільшенням сепаруючої поверхні.

Параметри кінематики сучасних зернозбиральних комбайнів в ході їх розвитку оптимізовані на базі великого наукового і практичного досвіду, змінювати кінематичний режим роботи очищення, на наш погляд недоцільно, тому для підвищення ефективності очистки за умови збереження її принципової технологічної схеми можливо в основному за рахунок збільшення довжини сепаруючих поверхонь.

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

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

#### ***Використані джерела інформації***

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. Оробинский В.И. Влияние режимов работы очистки комбайна на потери и травмирование зерна при уборке / В.И. Оробинский // 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.