

6. Пащенко А. Т. Рекомендации по механизированной технологии уборки льна-долгунца и приготовления тресты поточным способом (из опыта хозяйств Черниговской области) / А. Т. Пащенко. –Чернигов : «Десна», 1984 – 27 с.

УДК 633:522.631

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРИЧИН ВТРАТИ НАСІННЯ КОНОПЕЛЬ ПІД ЧАС РОБОТИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КОНОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

А.П. Горшков, к.т.н., доцент

Б.І. Вовк, інженер-педагог

І.В. Волошко, інженер-педагог

*ГЛУХІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕКСАНДРА ДОВЖЕНКА*

У статті розглядається технологічний процес роботи коноплежнивarki ЖК-1,9 під впливом якого відбуваються найбільші втрати насіння конопель. Зображені розрахунки можливих втрат насіння під час збирання, з розробкою пристрою для уловлювання насіння конопель на секційну коноплезбиральну машину ЖК-1,9.

Коноплі - трудомістка культура. На її вирощуванні застосовують технічні засоби загального призначення, які використовуються в господарствах при обробітку інших сільськогосподарських культур. Вся складність рішення проблеми, полягає в тому, що для збирання конопель потрібні спеціальні машини, які б з високою ефективністю і найменшими затратами проводили збирання рослин. Інститут луб'яних культур НААН розробив нову технологію збирання зеленцю конопель великими пакунками, створив комплекс машин для її здійснення - коноплежниварку, коноплепідбирач, тюкувальник, пристрій для завантаження тюків, - застосування яких дозволяє на 90% і більше механізувати збирання, в 2-2,5 рази скоротити витрати праці.

Теоретичний аналіз втрат насіння конопель під час збирання коноплежнивarkою ЖК-1,9.

Під час збирання конопель на насіння роздільним способом коноплежнивarkою ЖК-1,9, враховуючи те, що характерною біологічною особливістю матірки й однодомних рослин є нерівномірне досягання насіння в різних частинах суцвіття, допускаються втрати насіння. Спочатку воно досягає в нижній частині суцвіття, потім - у середній і верхній. В залежності від стану

стиглості втрати самого цінного і якісного насіння перевищують 50 відсотків.

Для зменшення втрат насіння конопель ми пропонуємо внести деякі конструктивні зміни до будови коноплежнивarki ЖК-1,9 – встановити лотки для збирання насіння на лівий край столу голчатого транспортеру, зі сторони в'язального апарату. Якщо за висотою стебла верхівка конопель буде виходити за межі голчатого транспортеру, то його потрібно збільшити за рахунок прикріплення полиці, яка буде виконана в металевому і брезентовому варіанті.

Детально розглянувши робочий процес та кінематичну схему коноплежнивarki ЖК-1.9 ми провели відповідні розрахунки відносно недоліків дії її робочих органів на рослини.

За допомогою розрахунків ми зможемо визначити такі основні параметри, як амплітуду коливань стебла конопель під час руху по секційному транспортеру, силу удару суцвіття об стіл голчатого транспортера та сили, які діють при цьому.

Робочий процес коноплежнивarki ЖК-1,9 (рис.1) проходить таким чином. Під час руху машини вперед стебла конопель, вдаряючись по дільнику 1 деформуються і починають вібрувати, що спричиняє перші втрати насіння.

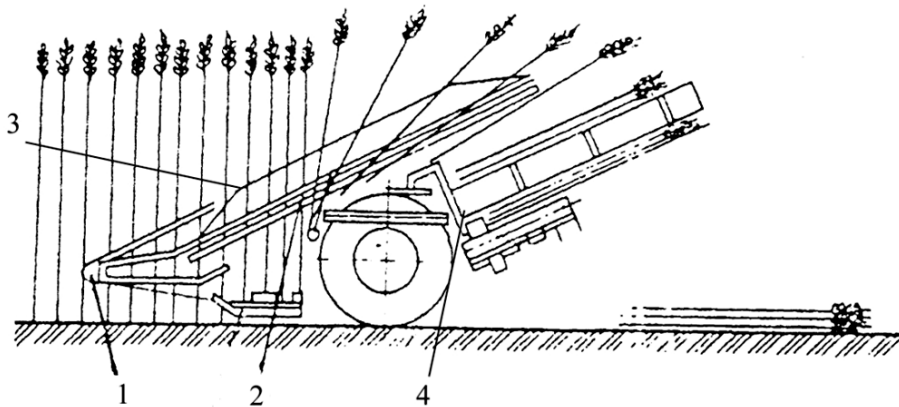


Рис. 1 – Коноплежатка функціональна схема: 1 – дільник, 2 – секційний транспортер, 3 – вловлювач насіння, 4 – голчатий транспортер.

На наступному етапі розділювачі своїми прутками підводять стебла до транспортуючих стрічок секційного транспортера 2, де вони затискаються між пасами. Саме під час затискування стебла вдаряються об стрічковий транспортер і його захоплюючі ролики, що також обомовлює втрати продукції.

Потім стебла, переміщаючись пасами секційного транспортеру, стримують змінні коливання й відбувається найбільша втрата насіння конопель, частина якого потрапляє у вловлювачі насіння 3, які передбачені конструкцією машини, а решта висипається на поле.

1. Щоб визначити сили, які діють на тіло, ми проводимо наступні розрахунки:

1.1 Знайдемо силу тяжіння конопель.

Знаходимо рівнодійну сили тяжіння суцвіття конопель

$\vec{P}_1 = \sum_{i=1}^n \vec{P}_i$ За будь-якого повороту тіла сили P_i залишаються

прикладеними в одних і тих самих точках і паралельними одна одній.

Отже рівнодійна P_1 сил P_i буде за будь-яких положеннях тіла проходити через одну й ту саму незмінно, пов'язану з тілом точку C , яка є центром паралельних сил тяжіння. Координати центра тяжіння, як центри паралельних сил визначаємо за формулами:

$$x_c = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^n P_i x_i, \quad y_c = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^n P_i y_i, \quad z_c = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^n P_i z_i; \quad (1)$$

де x_i, y_i, z_i – координати i -ї точки суцвіття конопель, в якій прикладена сила P_i .

1.2. Додаємо дві сили тяжіння конопель (суцвіття (P_1) і стебла конопель (P_2)) і переносимо їх в одну точку (за теоремою про додавання двох сил).

$$R = P_1 + P_2, \quad (2)$$

де R - вага конопель;

P_1 - вага суцвіття;

P_2 - вага стебла конопель.

1. Визначаємо і зображуємо всі сили, які діють на стебло конопель, під час проходження його по транспортеру (рис. 2).

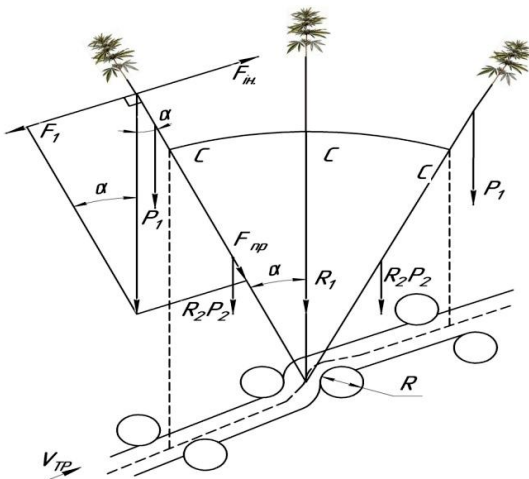


Рис.2 – Схема дії сил на стебло конопель

1. Перша сила - сила інерції, яка діє в протилежний бік, сили яка нахилиє стебло:

$$F_{in.} = \frac{mv^2}{h}, \quad (3)$$

де V - швидкість транспортера;

h - висота прикладання;

m - маса конопель.

2. Зовнішня сила, що штовхає стебло $F_x = ma$ - сила змушуюча коливання.

3. Сила пружності F_2 . Коли змушуючі сили $F_3 = F_1 + F_2$ діють протягом певного часу, то встановлюються коливання стебла, характер яких і частота такі ж, як і у змушуючої сили. У цьому разі коливання стають гармонічними, якщо вертикальна сила в коливальній системі квазіпружна, а сила пружності пропорційна швидкості руху. Рівняння коливань матиме вигляд:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - b \frac{dx}{dt} + F_3 t \sin a, \quad (4)$$

Поділимо рівняння на масу тіла і введемо такі позначення:

$$\frac{k}{m} = \omega_0^2; \quad \frac{b}{m} = 2\beta; \quad \frac{F_3}{m} = f_3$$

Потім рівняння (4) запишемо так:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = f_3 \sin \alpha t \quad (5)$$

де ω_0 — циклічна чистота вільних коливань; β - коефіцієнт затухання.

Рівняння (5) є неоднорідне диференціальне рівняння другого порядку. Розв'язок укатимемо у вигляді:

$$x = A \cos(\omega t + \alpha);$$

де A - амплітуда коливань;

α - зсув фаз між зміщенням і змушуючою силою.

Величини A і α необхідно визначити. Для цього знайдемо з

$$\frac{dx}{dt} = A \omega \sin(\omega t + \alpha); \quad \frac{d^2 x}{dt^2} = A \omega^2 \cos(\omega t + \alpha)$$

Підставимо $\frac{dx}{dt}$; $\frac{d^2 x}{dt^2}$; в рівняння (5)

$$-A \omega^2 \cos(\omega t + \alpha) - 2\beta A \omega \sin(\omega t + \alpha) + A \omega_0^2 \cos(\omega t + \alpha) = f_3 \sin \alpha t$$

Розкладемо синус і косинус сили за відомими тригонометричними формулами:

$$\begin{aligned} & A(\omega_0^2 - \omega^2) \cos a - 2\beta \omega \sin a \cos \omega t - \\ & - A((\omega_0^2 - \omega^2) \sin a + 2\beta \omega \cos a) \sin \omega t = f_3 \sin \alpha t \end{aligned} \quad (6)$$

Рівняння (6) задовольнятимуть визначення t за умову, якщо коефіцієнти біля виразів $\sin \omega t$ і $\cos \omega t$ у лівій і правій частинах рівняння однакові і звідси:

$$\begin{cases} A(w_0^2 - w^2) \cos a - 2bwA \sin a = f_3, \\ A(w_0^2 - w^2) \sin a = 2bA \cos a = 0; \end{cases} \quad (7)$$

щоб визначити (7) піднесемо до квадрата рівняння (7) і додамо їх.

$$A = \frac{f_3}{\sqrt{(w_0^2 - w^2)^2 + 4b^2w^2}} = \frac{f}{f_3 \sqrt{\left(\left(\frac{R}{m}\right) - \left(2p \frac{1}{T}\right)^2\right)^2 + \left(4 \frac{b}{m}\right)^2 \left(2p \frac{1}{T}\right)^2}} \quad (8)$$

Радіус ми визначаємо за формулою:

$$R = \frac{mg}{L}; \quad (9)$$

а період

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}; \quad (10)$$

де b - коефіцієнт пружності;

T - період коливань;

L - довжина стебла конопель;

V_0 - початкова швидкість;

V - кінцева швидкість.

Останнім етапом втрати насіння є процес викидання стебел секційним транспортером на стіл голчатого транспортера 4, де відбувається удар верхівки з насінням і його випадання. В даному випадку велику роль на втрати має сила удару стебла по столу транспортера. Як що ми зможемо зменшити силу даного удару, цим самим ми зменшимо втрати насіння конопель. Даний процес ми розраховували наступним чином.

Рух тіла, кинутого горизонтально з початковою швидкістю з висоти h на голчатий транспортер і під кутом α можна розглядати як два незалежних один від одного рухи: рівномірного в горизонтальному напрямі (рух за інерцією) і рівноприскореного у вертикальному напрямі (вільне падіння під дією сили тяжіння).

Рівняння руху в горизонтальному напрямі:

$$X = v_x t, \quad (11)$$

де v_x - проекція швидкості v_0 на вісь Ox ; $v_x = v_0$

Рух тіла у вертикальному напрямі (вздовж осі Oy) є вільним падінням, тому рівняння руху по осі Oy :

$$Y = \frac{g t^2}{2} \quad (12)$$

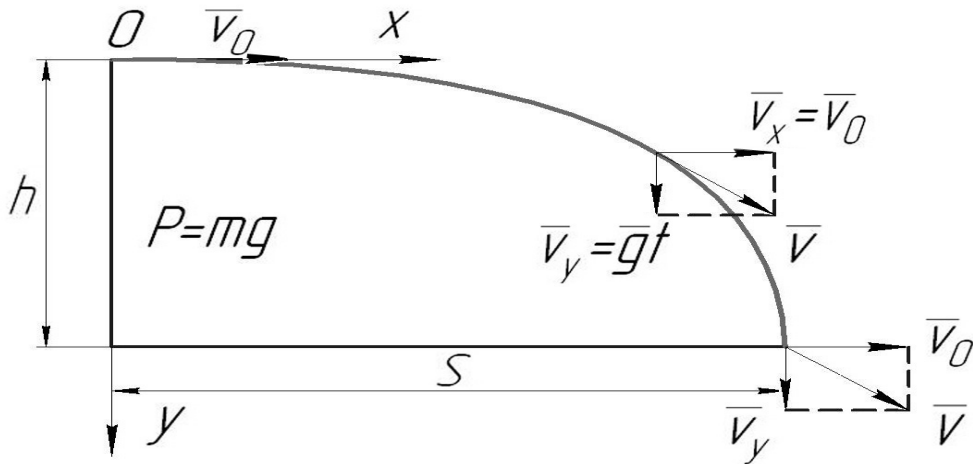


Рис 3 – Силова схема руху стебла конопель під час викидання стебел конопель

Вилучивши час з рівнянь руху, можна отримати рівняння траєкторії, яке виражає зв'язок між координатами X і Y:

$$Y = \frac{g}{2v_0^2} x^2 \quad (13)$$

Отже, траєкторією руху тіла, кинутого горизонтально є парабола.

У будь-який момент часу швидкість \vec{v}_0 напрямлена по дотичній до траєкторії. Розкладемо вектор \vec{v}_0 на горизонтальну v_x і вертикальну v_y складові. Модуль горизонтальної складової швидкості у будь-який момент часу залишається сталим: $v_x = v_0$, а модуль вертикальної складової лінійно зростає з часом: $v_y = gt$. Оскільки $v_x \perp v_y$, модуль швидкості \vec{v}_0 у будь-який момент польоту дорівнює:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}. \quad (14)$$

Час падіння до поверхні Землі

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (15)$$

Дальність польоту

$$S = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (16)$$

Модуль швидкості падіння поблизу поверхні Землі

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}. \quad (17)$$

Згідно з рис. 3 можна знайти кут, під яким напрямлено швидкість тіла біля поверхні Землі:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_y}{v_x}; \quad \alpha = \operatorname{arctg} \frac{v_y}{v_x}. \quad (18)$$

Силу удару стебель конопель об стіл голчатого транспортера можливо визначити за такою формулою:

$$F = ma; \quad (19)$$

$$A = \frac{v^2 - v_0^2}{2S}, \quad S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2S}{t^2}; \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad (20)$$

$$F = m \frac{2S}{t^2}; \quad (21)$$

де S - відстань польоту стебла конопель;

H - висота падіння;

g - $9,8 \text{ м.с}^2$, прискорення вільного падіння;

t - час;

a - прискорення.

Провівши ряд відповідних розрахунків, стосовно роботи коноплезбиральної машини ЖК-1.9, ми визначили сили, що діють на рослини під час проходження їх по секційному та голчатому транспортерах жнивarki та під час переходу від одного транспортера до іншого. З аналізу одержаних результатів видно, що зі зменшенням амплітуди коливань, сил удару та встановлення лотків для вловлення насіння, відбуватиметься менша втрата насіння конопель за коноплезжнивarkою ЖК-1.9.

Висновок

З аналізу роботи коноплезбиральної машини ЖК-1.9 під час збирання насінневих конопель видно, що основні робочі органи машини – секційний транспортер і похилий голчатий транспортер через свої конструктивні недоліки є джерелом втрат насіння.

Основними факторами, які обумовлюють втрати насіння конопель є амплітуда коливань стебел в секційному транспортері, висота і маса стебел, а також радіус натяжного ролика. Втрати насіння на похилому голчатому транспортері залежать від висоти стебел конопель і відсутності насінневловлювачів, внаслідок чого насіння, яке потрапило на стіл похилого транспортера стеблами виноситься до долу.

1. *Алешкевич В. А.* Колебания и волны : лекции. / В. А. Алешкевич, Л. Б. Деденко. - М. : Физический факультет МГУ, 2001. - 144 с.

2. *Кармазін В. В.* Курс загальної фізики. Навчальний посібник. / В. В. Кармазін, В. В. Семенець. - К.: Кондор, 2008. – 760 с.

3. *Механизация коноплеводства.* / [Буянов В. И., Воловик С. С., Гончаров Г. И., Ляшенко С. И.]. – Москва, 1956. – С. 56-68

4. *Летошнев М. И.* Сельскохозяйственные машины. Теория расчета, проектирование и испытания./ М. И. Летошнев. - М., 1956.

5. *Сенченко Г. І.* Технічні культури / Г. І. Сенченко.-К. : «Урожай», 1982. – 96 с.

6. *Гурский І. П.* Элементарная физика / І. П. Гурский. – М. : Наука, 1975.