

УДК 631.35: 633.521

© О.О. Налобіна, д.т.н.

Національний університет водного господарства та природокористування

В.С. Пуць, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РОБОТИ МЕХАНІЗМУ СТРУШУВАННЯ

У статті виведені рівняння, які описують динаміку кінематичної пари, яка входить до складу механізму струшування підбиваючого пристрою.

ЛЬОН, МЕХАНІЗМ, ДИНАМІКА, КІНЕМАТИЧНА ПАРА.

Постановка проблеми. В умовах фінансової кризи сільськогосподарські підприємства відмовляються від вирощування та переробки продукції, яка є збитковою. На жаль саме такою продукцією для підприємств України став льон-довгунець.

Не зважаючи на такий стан льонарства в Україні, дана культура є дуже перспективною і конкурентноздатною на світовому ринку. Ляне волокно – чудовий натуральний замітник синтетичних матеріалів. Високі харчові та фармакологічні властивості має й насіння. Костриця знайшла своє застосування в меблевій промисловості та будівництві.

Для реалізації ідеї розвитку льонарства в Україні необхідно:

- 1) розробляти та впроваджувати нові, адаптовані до кліматичних умов технології вирощування та збирання льону;
- 2) поглибити дослідження, спрямовані на удосконалення засобів механізованого збирання льону.

Аналіз досліджень. Кінцевим продуктом ляного комплексу є волокно, насамперед, довге. Для отримання такої продукції прагнуть інтенсифікувати збиральні роботи за рахунок впровадження рулонної технології. Збирання льону рулонами характеризується потоковістю

технологічного процесу і має суттєвий недолік – низька якість рулонів через їх розтягнутість. Остання суттєво впливає на якість процесів первинної переробки льону, зокрема на вихід довгого волокна. Проблемам процесів збирання льону присвячені роботи М.І. Шликова [1], Г.А.Хайліса [2], М.М. Ковальова [3] та інших науковців.

Аналіз чинних досліджень виявив, що одним із можливих напрямків зменшення розтягнутості стрічки льону є застосування операції підрівнювання стебел на стадії виконання збиральних робіт, або вже під час розмотування рулонів, що надійшли на первинну переробку. Для здійснення даної операції розроблялись спеціальні підбивні (підрівнювальні) механізми. Дослідженню даних механізмів присвячено роботи [4, 5, 6]. Зокрема, авторами цих робіт розроблено та досліджено роботу пристрою для підрівнювання стебел [7]. У ході виконаних досліджень авторами не розглядались процеси коливання стрічки транспортера під впливом кулачків.

Тому **метою** даної роботи є дослідження процесу коливання стрічки транспортера зі стеблами.

Результати досліджень. На рис. 1 зображено схему пристрою для підрівнювання стрічки стебел льону.

Поданий на рис. 1 пристрій містить два механізми: механізм струшування і механізм підбивання. Механізм струшування містить кулачки 6 і 7 та механізм привода, що складається з ланцюга 9, ведучої зірочки 10, яка кріпиться на валі ведучого шківів 11 транспортера, веденої зірочки 12, на валі якої закріплений кулачок 6, і проміжної зірочки 13 на одному валі з кулачком 7. З обох боків транспортера

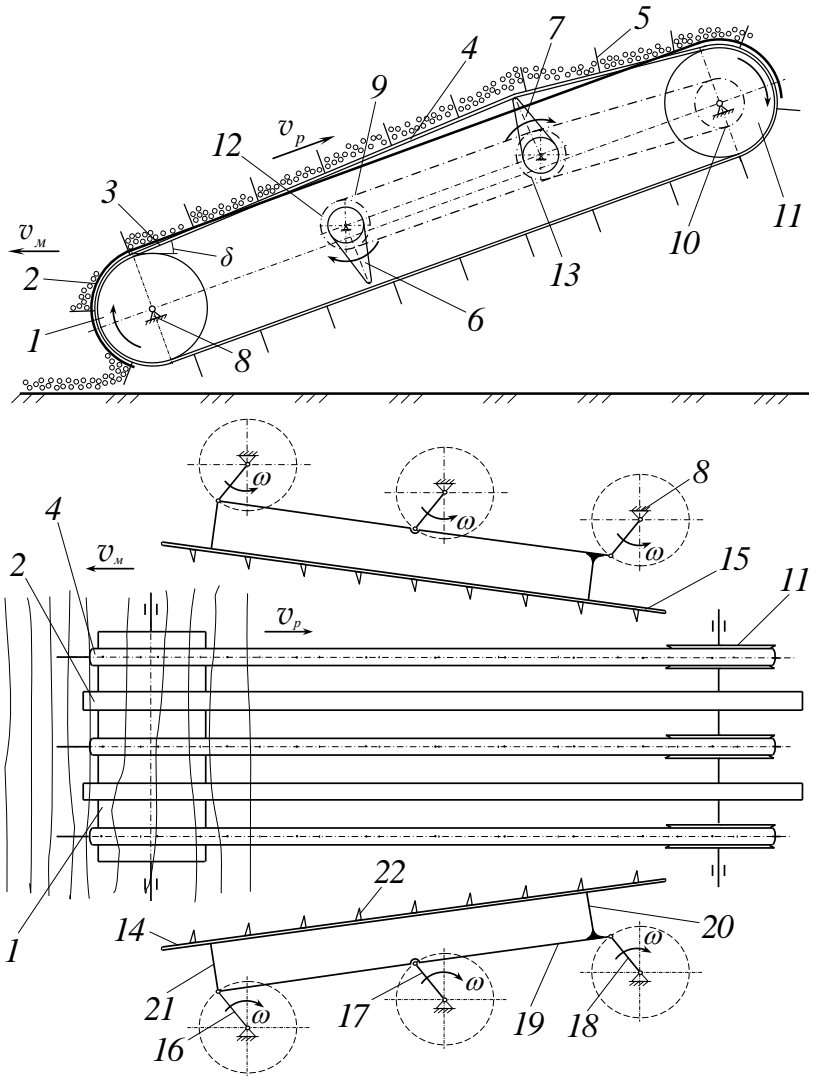


Рис. 1 – Схема пристрою для підрівнювання стебел льону: 1 – барабан; 2 – напрямна; 3 – транспортер; 4 – пас; 5 – палець; 6, 7 – кулачки; 8 – рама; 9 – ланцюг; 10 – зірочка ведуча; 11 – шків; 12, 13 – зірочки ведені; 14, 15 – підбійки; 16, 17, 18 – кривошипи; 19 – шатун; 20, 21 – опори; 22 – ребра

симетрично розташовані з його торців дві підбійки 14 і 15, які являють собою паралелограмні механізми, кожен з яких складається з кривошипів 16, 17, 18 та шатуна 19, до одного кінця якого жорстко кріпиться регульована пружинна опора 20. Така ж опора 21 кріпиться шарнірно на кінці другого шатуна. Висота кожної опори регулюється гайкою. Кожна опора містить пружину, закриту стаканом. Опори 20 і 21 з іншого боку шарнірно з'єднані з підбійками 14 і 15, які містять ребра 22. Механізми пристрою змонтовані на рамі 8 і приводяться в рух від вала відбору потужності трактора.

Запропонована раніше конструкція [8] додатково оснащена рухомою підпружиненою опорою 3 (рис. 2).

Рівняння руху виділеного елемента стрічки транспортера у векторному вигляді запишеться:

$$m_1 \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} = \frac{\partial \bar{F}}{\partial x} + \bar{q}, \quad (1)$$

де m_1 – маса одиниці довжини транспортерної стрічки; \bar{V} – швидкість руху стрічки; \bar{F} – рівнодійна поперечних сил і сил натягу стрічки; \bar{q} – питома сила тиску; x – координата (система $x_1y_1z_1$ жорстко зв'язана зі стрічкою).

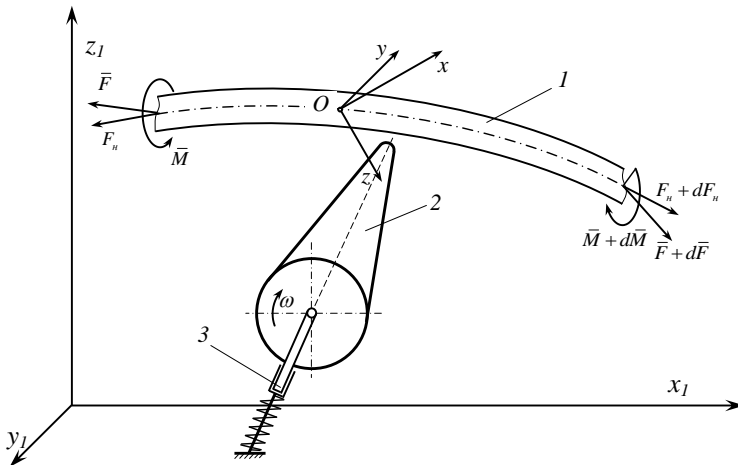


Рис. 2 – Динамічна модель пари: стрічка транспортера – зовнішня поверхня кулачка: 1 – стрічка; 2 – кулачок; 3 – рухома підпружинена опора

Згідно з [9], рівняння в проєкціях на вісі набувають вигляду:

$$\left. \begin{aligned} m_1 \frac{dV}{dt} - m_1 V_z \omega_y &= \frac{\partial F_x}{\partial x} - \frac{1}{\rho} F_z + q_x; \\ m_1 \frac{dV_z}{dt} - m_1 V \omega_y &= \frac{\partial F_x}{\partial x} - \frac{1}{\rho} F_x - q_z, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

де $\bar{V} = V_z \bar{i} + V \bar{r}$; $\bar{F} = F_z \bar{i} + F_x \bar{r}$; $\bar{q} = q_z \bar{i} + q_x \bar{r}$; $\bar{\omega} = \omega_y \bar{j}$; \bar{i} , \bar{j} , \bar{r} – одиничні вектори.

Рівняння, яке опише рух зовнішньої поверхні кулачка за умови відтворення заданого закону збудження рухомої опори, запишеться:

$$\begin{aligned} m \left(\frac{\partial^2 l}{\partial t^2} \cos \alpha \right) + Kl \cos \alpha + c \frac{\partial l}{\partial t} \cos \alpha = \\ = Kl \cos \alpha + c \frac{\partial l}{\partial t} \cos \alpha + F_T \cos \alpha - F_p \cos^2 \alpha, \end{aligned} \quad (3)$$

де l – зміщення m ; K – жорсткість пружного елемента рухомої опори кулачка; α – кут між осями x та z і лінією дії збуджуючої сили; F_T – рівнодійна сил тертя (сили тертя між транспортерною стрічкою і поверхнею кулачка; сили тертя стрічки і повітря, кулачка і повітря); F_p – сила тиску; c – коефіцієнт демпфування.

Рівняння 3 описує динамічні явища, які проявляються в кінематичній парі: транспортер – підпружинений кулачок, який виступає у якості поверхні віброуючої (збуджуючої).

Висновок. Отримані рівняння руху поверхні підпружиненого кулачка за умови заданого закону збудження опори тертя та диференціальне рівняння динаміки пари: кулачок – стрічка транспортера. Подальший розв'язок даних рівнянь буде покладено в основу виведення математичної моделі коливних процесів, які виникають під час роботи пристрою.

Література

1. Шлыков М.И. Основные свойства льна / Шлыков М.И.// Теория, конструкция и производство сельхозмашин. – М.: Сельхозизгиз., 1936. – том. II. – С. 50–84.
2. Хайлис Г.А. Основы проектирования і дослідження сільськогосподарських машин / Г.А. Хайліс, Д.М. Коновалюк. – К.: НМК ВО, 1992. – 320 с.
3. Ковалев Н.Г. Сельскохозяйственные материалы (виды, состав, свойства) / Ковалев Н.Г., Хайлис Г.А., Ковалев Н.Н. – М.: ИК Родник, журнал Аграрная наука, 1998. – 208 с.
4. Хайлис Г.А. Об отгибе ветвей ремней транспортера

льноподборщика под действием вращающихся кулачков / Г.А. Хайлис, М.С. Драган, В.С. Пуць // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2002. – №49. – С. 344–353.

5. Пуць В.С. Дослідження процесу підрівнювання стрічки льону на пасовому транспортері/ В.С. Пуць // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К., 2007. – № 115. – С. 66–72.

6. Налобіна О.О. Дослідження процесу підбивання стебел із застосуванням методу математичного планування експерименту / О.О. Налобіна, В.С. Пуць, О.П. Герасимчук// Наукові нотатки. – Луцьк: ЛНТУ. – 2008. – № 21. – С. 204–215.

7. Пат. на КМ 928 Україна А01D45/06. Підбирач стрічки льону / О.О. Налобіна, Л.М. Дацюк, В.С. Пуць, Г.А. Хайліс (Україна) – №20001060898; заявл. 30.10.00; опубл. 16.07.01, Бюл. №6.

8. Пат. 40899 А Україна А01D45/06. Вирівнювач стебел льону/ Г.А. Хайліс, О.О. Налобіна, С.Ф. Юхимчук, В.С. Пуць (Україна) – №2000105790; заявл. 13.10.00; опубл. 15.08.01, Бюл. № 7.

9. Светлицкий В.А. Сборник задач по теории колебаний: учебное пособие/ В.А. Светлицкий, И.В. Стасенко. – 2-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 1979. – 368 с.