

Толстушко Н. О.

Луцький національний
технічний університет

Хайліс Г. А.

Український науково-
дослідний інститут
прогнозування та
випробування техніки і
технологій для
сільськогосподарського
виробництва
ім. Л. Погорілого

УДК 631.363.2:633.521

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ
ФОРМУВАННЯ РУЛОНУ В
КАМЕРІ ЗМІННОГО ОБ'ЄМУ
ПРЕС-ПІДБИРАЧА**

У роботі наведено результати аналізу формування рулону зі стрічки льону прес-підбирачем з удосконаленою пресувальною камерою змінного об'єму. Дано залежності для обґрунтування параметрів робочих органів пресувальної камери.

The paper presents an analysis of the formation of a roll of flax baler with improved a pressing chamber of variable volume. Dependences are given for the ground of parameters of workings organs of pressing chamber.

Постановка проблеми.

Для збирання льону використовують рулонні прес-підбирачі з пресувальними камерами змінного об'єму із нескінченними пасами, які менше пошкоджують стебла. Але в таких камерах складно забезпечити однакову щільність шарів стрічки льону в рулоні, а недостатнє ущільнення зовнішніх шарів стрічки в рулоні в порівнянні з внутрішніми призводить до значної нерівномірності розподілу щільності в поперечному перерізі рулону. Крім того, часто виникає вихід з ладу нескінченних пасів внаслідок їх розтягу при збільшенні сили натягу для ущільнення зовнішніх шарів стрічки в рулоні. Розтяг цих пасів призводить до переплутування, скручування та пошкодження стебел, що негативно впливає на якість рулону. Отже, актуальним є поліпшення якості формування рулонів зі стрічки льону на підставі вдосконалення пресувальної камери змінного об'єму прес-підбирача та системного обґрунтування параметрів і режимів роботи її робочих органів [1, 2, 3].

Аналіз останніх досліджень.

Аналіз останніх досліджень свідчить про те, що в літературі мало уваги приділено вивченню процесів формування рулонів льоносировини в пресувальних камерах змінного об'єму рулонних прес-підбирачів [1, 2, 3].

Формулювання мети.

Мета роботи – проаналізувати процес формування рулону льоносировини в удосконаленій пресувальній камері змінного об'єму прес-підбирача.

Результати дослідження.

На рис. 1 зображений рулонний прес-підбирач з пресувальною камерою змінного об'єму, який містить раму 1 та розміщені на ній підбирач 2, барабан 3, відбійний валик 4, нескінченні паси 5, що охоплюють валики 6, натяжний пристрій 7, клапан вивантаження 8, обмотувальний апарат 9, а також ходову частину 10 і механізм приводу 11. Клапан вивантаження 8 обладнаний підпружиненою рамкою 12, яку шарнірно з'єднано з ним та підвішено на двох однакових, симетрично розміщених пружинах розтягу 13, причому верхні кінці цих пружин закріплено на клапані вивантаження 8. На рамці 12 розміщено валики 14. Рулон 15 зі стрічки льону 16 знаходиться в пресувальній камері, яка утворена робочими органами у вигляді барабана 3, відбійного валика 4, пасів 5 та валиків 6 і 14. Рамка 12 у крайньому верхньому положенні OA_0 та крайньому нижньому положенні OA (на рис. 1 показано тонкою штриховою лінією) впирається в обмежувачі ходу 17, які закріплені на клапані вивантаження 8.

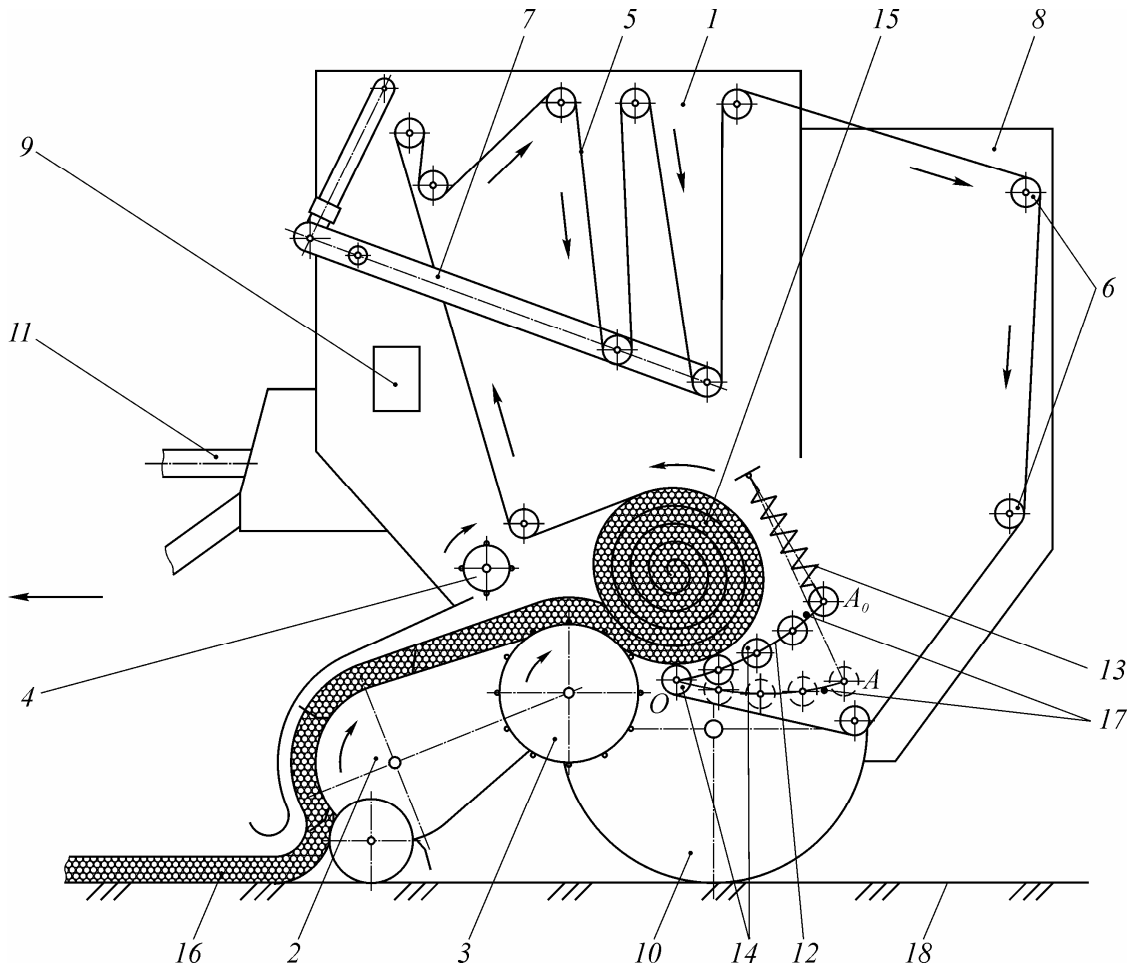
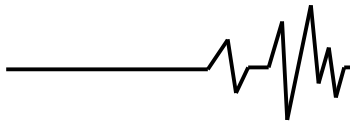


Рис. 1. Схема рулонного прес-підбирача: 1 – рама; 2 – підбирач; 3 – барабан; 4 – відбійний валик; 5 – нескінченні паси; 6, 14 – валики; 7 – натяжний пристрій; 8 – клапан вивантаження; 9 – обмотувальний апарат; 10 – ходова частина; 11 – механізм приводу; 12 – підпружинена рамка; 13 – пружини розтягу; 15 – рулон; 16 – стрічка льону; 17 – обмежувачі ходу; 18 – льоновище

Пальці підбирача 2, взаємодіючи зі стрічкою льону 16, відривають її від поверхні льоновища 18 та подають її в зону між барабаном 3, відбійним валиком 4 і пасами 5. Під дією рухомих пасів 5, відбійного валика 4 і барабана 3 відбувається ущільнення та петлеподібний згин стрічки льону 16, що є початком формування рулону 15. Від взаємодії з пасами 5, відбійним валиком 4 і барабаном 3 рулон 15 обертається в камері, а стрічка льону 16, яка поступає від підбирача 2, намотується на рулон 15. У результаті цього рулон 15 збільшується в діаметрі та прогинає паси 5 на ділянці між найближчими до барабана 3 валиками 6 і 14. Тобто, пасами 5 утворюється петля, розміри якої збільшуються за рахунок подолання рулоном 15 опору натяжного пристрою 7. При цьому рулон 15, обтягнутий пасами 5, опирається на барабан 3, а далі, при збільшенні свого діаметра, рулон 15 опирається ще й на валики 14 рамки 12.

У міру надходження стебел рулон збільшується, паси відходять від лінії AK_0A_1 вправо (рис. 2), одночасно рулон починає закручуватися і його поперечний переріз заокруглюється. На рис. 2 штриховою лінією показано нейтральну лінію паса. Діаметр K_0K рулону, який дорівнює $2 \cdot r_{II}$ (де r_{II} – радіус рулону, що формується), пов'язаний з кутами γ_1 і γ_2 відхилення віток KA_1 і KA пасів від лінії AK_0A_1 . Якщо за точку A_1 прийняти точку перетину з лінією AK_0A_1 перпендикуляра, опущеного з центра валика на лінію K_0A_1 , тоді відстань $K_0A_1 = a_1 = A_1B_1 + B_1D_1 + D_1K_0$, де K_0 – точка дотику барабана з лінією AA_1 ; B_1 – проекція на лінію K_0A_1 точки B зовнішнього кола пасів, де закінчується кут обхвату



верхнього валика пасами; D_1 – проекція на лінію K_0A_1 точки D внутрішнього кола пасів, де починається кут обхвату рулону пасами; a_1 – відстань K_0A_1 або відстань від центра верхнього валика до лінії, яка перпендикулярна прямій AK_0A_1 і проходить через центр поперечного перерізу рулону і точку K_0 . Відстані A_1B_1 , B_1D_1 і D_1K_0 визначаються з рівностей:

$$A_1B_1 = (r_p + \delta_p) \cdot \sin \gamma_1;$$

$$B_1D_1 = r_{II} \cdot (1 + \cos \gamma_1) \cdot \operatorname{ctg} \gamma_1 - (r_p + \delta_p) \cdot (1 - \cos \gamma_1) \cdot \operatorname{ctg} \gamma_1;$$

$$D_1K_0 = r_{II} \cdot \sin \gamma_1.$$

Тут, r_p – радіус валика, а δ_p – товщина пасів. Після підстановки величин у наведену вище рівність для a_1 отримаємо:

$$a_1 = (r_{II} \cdot (1 + \cos \gamma_1) + (r_p + \delta_p) \cdot (1 - \cos \gamma_1)) / \sin \gamma_1. \quad (1)$$

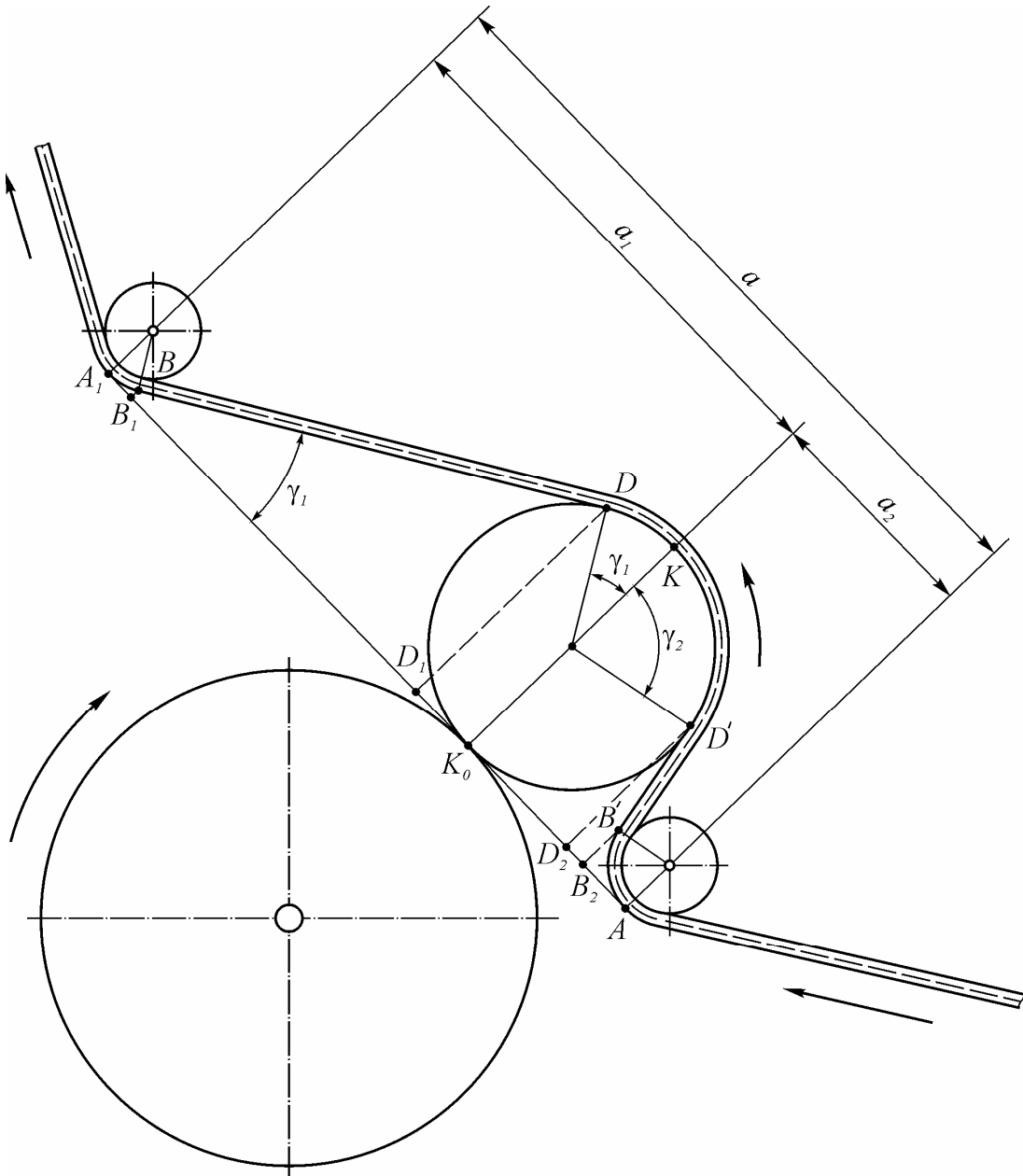
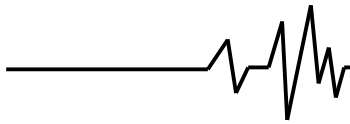


Рис. 2. Схема для визначення кутів γ_1 і γ_2 відхилення віток нескінченних пасів від їх початкового положення



Аналогічне рівняння отримаємо для частини вітки пасів AK_0 , яка в процесі відхилення пасів від лінії AK_0A_1 переходить у положення $KD'A$ і розташовується під кутом γ_2 до лінії AK_0 . Це рівняння має вигляд:

$$a_2 = (r_{II} \cdot (1 + \cos \gamma_2) + (r_p + \delta_p) \cdot (1 - \cos \gamma_2)) / \sin \gamma_2, \quad (2)$$

де a_2 – відстань AK_0 або відстань від центра нижнього валика до лінії, яка перпендикулярна прямій AK_0A_1 і проходить через центр поперечного перерізу рулону і точку K_0 . Як видно з рис. 2, сума $a_1 + a_2$ рівна відстані a

між центрами нижнього і верхнього валиків, причому $a_2 < a_1$.

Зростання рулону та величини петлі, яка утворюється нескінченними пасами, можливі завдяки відхиленню цих пасів вправо і вгору з одночасним зменшенням довжини верхніх ділянок пасів у зоні валиків з центрами в точках E_1 і E_2 (рис. 3). Для здійснення цього повинен повернутися проти годинникової стрілки важіль $O_1E_1E_2$. Важіль $O_1E_1E_2$ під дією гідроциліндрів і пружин, які діють на нього з обертальним моментом M_p , намагається зайняти положення, де центри E_1 і E_2 валиків розташовуються нижче верхніх валиків пасів.

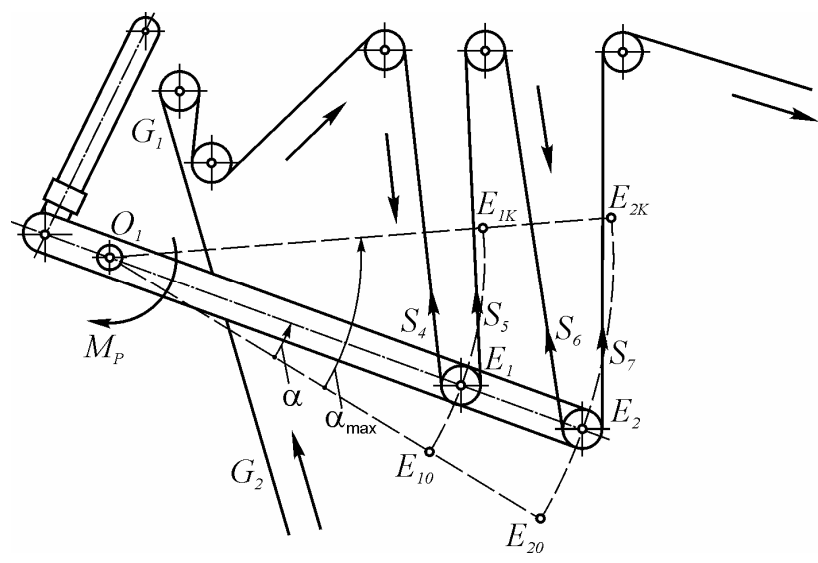
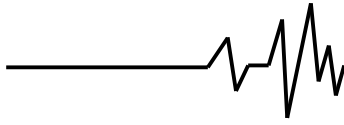


Рис. 3. Схема частини передачі, що охоплює валики натяжного пристрою

Збільшення радіуса рулону r_{II} і видовження пасів, які його охоплюють, відбувається за рахунок скорочення загальної довжини пасової передачі під час переміщення вгору валиків з центрами E_1 і E_2 разом із повертанням важеля $O_1E_1E_2$. Видовження пасів на нейтральній їх лінії в зоні знаходження рулону під час надходження стебел, як це видно з рис. 2, дорівнює $A'_1B'_1 + BD + D''K' + K'D'_1 + D'B' + B'_2A'_2 - a$, де A'_1, B'_1 – точки, що відповідають точкам A_1 і B паса, але лежать на його нейтральній лінії (точки $A'_1, B'_1, D'', K', D'_1, B'_2, A'_2$ на рис. 2

не зображені); D'', K' – точки, що відповідають точкам D і K паса і знаходяться на його нейтральній лінії; D'_1 – точка, що відповідає точці D' паса і лежить на його нейтральній лінії; B'_2, A'_2 – точки, що відповідають точкам B' і A паса та лежать на його нейтральній лінії. Укорочення пасів у зоні важеля $O_1E_1E_2$ при його повертанні приблизно дорівнює (без урахування половини товщини паса і кута між напрямками віток пасів і швидкостей точок важеля, косинус якого близький до одиниці):

$$((l_{O_1E_1} - r_p) \cdot \alpha + (l_{O_1E_1} + r_p) \cdot \alpha + (l_{O_1E_2} - r_p) \cdot \alpha + (l_{O_1E_2} + r_p) \cdot \alpha).$$



Підсумовуючи цей вираз, отримаємо $2 \cdot \alpha \cdot (l_{O_1E_1} + l_{O_1E_2})$. Отже, можемо записати:

$$2 \cdot \alpha \cdot (l_{O_1E_1} + l_{O_1E_2}) = A_1'B_1' + BD + D''K' + K'D_1' + D'B' + B_2'A_2' - a. \quad (3)$$

Наведені в рівності (3) відстані $A_1'B_1'$, BD і $D''K'$ дорівнюють: $A_1'B_1' = (r_p + (\delta_p/2)) \cdot \gamma_1$; $BD = (r_{II} \cdot (1 + \cos \gamma_1) - (r_p + \delta_p) \cdot (1 - \cos \gamma_1)) / \sin \gamma_1$; $D''K' = (r_{II} + (\delta_p/2)) \cdot \gamma_1$.

Відстані $K'D_1'$, $D'B'$ і $B_2'A_2'$ за аналогією з відстанями $D''K'$, BD і $A_1'B_1'$ визначаються за такими формулами: $K'D_1' = (r_{II} + (\delta_p/2)) \cdot \gamma_2$; $D'B' = (r_{II} \cdot (1 + \cos \gamma_2) - (r_p + \delta_p) \cdot (1 - \cos \gamma_2)) / \sin \gamma_2$; $B_2'A_2' = (r_p + (\delta_p/2)) \cdot \gamma_2$.

Висновки

Підставляючи усі ці дані в (3) і після перетворення, отримуємо рівняння:

$$2 \cdot \alpha \cdot (l_{O_1E_1} + l_{O_1E_2}) - \left(r_p + \frac{\delta_p}{2} \right) \cdot (\gamma_1 + \gamma_2) - r_{II} \cdot \left(\frac{1 + \cos \gamma_1}{\sin \gamma_1} + \frac{1 + \cos \gamma_2}{\sin \gamma_2} \right) + (r_p + \delta_p) \cdot \left(\frac{1 - \cos \gamma_1}{\sin \gamma_1} + \frac{1 - \cos \gamma_2}{\sin \gamma_2} \right) - \left(r_{II} + \frac{\delta_p}{2} \right) \cdot (\gamma_1 + \gamma_2) + a = 0, \quad (4)$$

розв'язуючи яке знаходимо залежність радіуса r_{II} від кута α та інших параметрів; кути γ_1 і γ_2 , що фігурують у рівнянні (4), знаходяться розв'язанням рівнянь (1) і (2), після чого підставляються у формулу (4) для визначення r_{II} .

За одержаними залежностями обґрунтовують параметри робочих органів пресувальної камери рулонного прес-підбирача.

Література

1. Хайлис Г.А. Теория льноуборочных машин / Хайлис Г.А. – М.: Росинформагротех, 2011. – 322 с.
2. Толстушко Н.О. Аналіз формування рулону в пресувальній камері прес-підбирача / Н.О. Толстушко // Технологічні комплекси. – 2012. – №1, 2 (5, 6). – С. 153 – 160.
3. Пат. 60254 У Україна, МПК А 01 D 45/00. Рулонний прес-підбирач / Толстушко Н.О., Хайліс Г.А., Юхимчук С.Ф. (Україна). – №u201015244; заявл. 17.12.10; опубл. 10.06.11, Бюл. №11.