

УДК 631.35: 633.521

© О.П. Герасимчук, к.т.н., В.С. Пуць, к.т.н., О.Л.Ткачук, к.т.н.
Луцький національний технічний університет

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПОДІЛЬНИКІВ ЛЬОНОБРАЛЬНИХ МАШИН

*У статті виконано аналіз наявних конструкцій подільників та
означено напрями їхнього вдосконалення.*

ПОДІЛЬНИКИ, СТЕБЛОСТІЙ, ПРУТОК, РОЗТЯГНУТІСТЬ, НАДІЙНІСТЬ.

Постановка проблеми. Однією з операцій під час збирання льону є його брання, яке виконується льонобралкою або льонобральним апаратом льонокомбайна залежно від технології збирання.

Під час роботи льонобралки або льонокомбайна операції розділення стеблостою льону на окремі смуги і підведення їх до бральних рівчаків реалізуються подільникам. Подільники – це багатогранні довгі клини, виконані зі сталевих прутків і трубок із загнутими доверху носиками. Вони шарнірно кріпляться до рами машини. Основну роботу з підведення стебел виконують нижні робочі прутки подільників.

Конструкція подільників впливає на якісні показники роботи машини, зокрема на розтягнутість стебел льону та надійність роботи машини. Удосконалення конструкцій подільників здійснюється в напрямку підвищення надійності їхньої роботи, а також покращення якісних показників, що формуються під час підведення стебел до бральних рівчаків.

Аналіз наявних конструкцій подільників є інструментом для означення напрямків розробки нових проектно-конструкторських рішень та створення більш ефективних пристроїв для розділення стеблостою льону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теорію подільників розробив М.Н. Летошнев [1], теоретично обґрунтувавши основні закономірності впливу робочих прутків подільника на прямостоячі стебла льону. Ним також виведена формула для визначення абсолютної розтягнутості льону, створеної подільником.

Вченим Г.А. Хайлісом [2] досліджено вплив подільника на прямостояче стебло з врахуванням дійсного напрямку відносної швидкості точки контакту стебла з прутком; встановлені залежності відносної і абсолютної швидкостей точки контакту одиначного стебла з прутком подільника від переносної швидкості цієї точки; визначено кут між стеблом льону і силою тертя, який зменшується за умови зростання коефіцієнта тертя, шляху руху подільника та кута його загострення.

І.Г. Усевичем [3] проведено дослідження впливу прутків подільника і режиму роботи бральних секцій на якість брання для льонобралки ЛТ-4 за різних швидкостей та режимів роботи. Автор встановив, що основний вплив на стебло спричиняє нижній пруток подільника.

А.С. Маят [4] розглянув роботу подільника і нахил стебел під його дією, припускаючи, що грань подільника горизонтальна і сила реакції стебла на грань знаходиться в горизонтальній площині.

О.О. Налобіна [5] дослідила процес взаємодії прямолінійних прутків подільників з групою стебел та визначила вплив параметрів подільників і густоти стеблостою на показник якості збиральних робіт – розтягнутість. Автором також теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено доцільність зменшення ширини захвату бральної секції з 380 мм до 260 мм.

Мета роботи. Означення напрямків удосконалення конструкції подільників льонобральних машин на основі аналізу наявних технічних рішень.

Результати дослідження. В технологічному процесі брання льону можна виділити чотири операції [6], на кожній з яких відбувається формування певних показників якості та енерговитрат, що визначають ефективність технологічного процесу в цілому. Зокрема, подільниками здійснюється операція розділення стеблостою льону, нахилання стебел та їх підводу до бральних ривчаків. На цій операції формується певна розтягнутість, пошкодженість стебел та енерговитрати.

Подільники значно впливають на надійність роботи льонобральної машини в цілому. Вихід з ладу подільників, як показав досвід їх експлуатації [6], в основному, залежить від випадкових чинників, зокрема від нерівності поверхні ґрунту, наявності перешкод (рис. 1). Причиною може бути також недотримання потрібної величини кута нахилу подільника до поверхні ґрунту або висоти встановлення носиків подільника над поверхнею поля.

Удосконалення конструкції подільників та обґрунтування їхніх параметрів здійснюється з метою зменшення розтягнутості, пошкодженості стебел льону та енерговитрат, а також підвищення надійності роботи подільників, а, отже, і льонобральної машини в цілому.

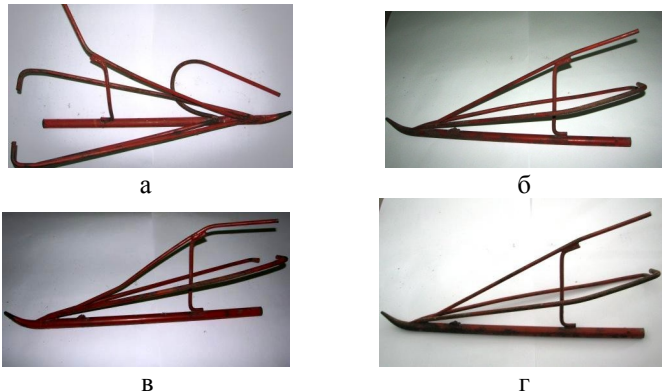


Рис. 1 – Види пошкодження подільників: а, б – згин бокового прутка; в – згин центрального прутка; г – злам бокового прутка

Виконаємо аналіз наявних технічних рішень стосовно подільників згідно з ієрархією задач пошуку та вибору проектно-конструкторських рішень [7], починаючи із задач нижчого технічного рівня.

1. Задача вибору параметрів подільників і їхніх елементів. Основними параметрами подільника, є (рис. 2): довжина подільника l ; ширина подільника B ; висота встановлення носика подільника над поверхнею ґрунту h ; кут нахилу подільника до поверхні ґрунту α , а також радіус кривизни бічного прутка подільника R [6].

Практично встановлено [5], що довжина подільника не повинна перевищувати 1..1,2 м, висота встановлення носика подільника не повинна перевищувати однієї третьої частини висоти стебла. Ширина подільника визначається параметрами брального апарата льонобральної машини. Кут нахилу подільника до поверхні ґрунту α , а також радіус кривизни бічного прутка подільника обґрунтовані в роботі [6].

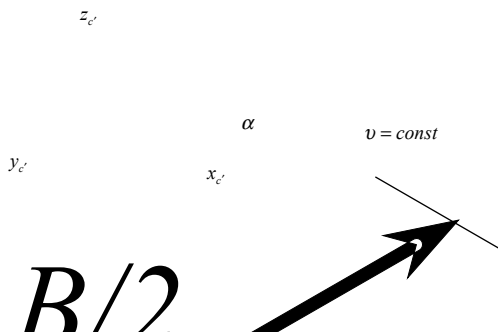


Рис. 2 – Подільник під час взаємодії зі стеблом льону [6]

Зокрема, встановлена аналітична залежність розтягнутості стебел льону, що формується на стадії їхнього підведення до бральних рівчаків, від параметрів подільника з бічними прутками криволінійної форми. Доведено, що збільшення радіуса кривизни бічного прутка вгнутого подільника веде до збільшення розтягнутості, а опуклого подільника – до зменшення розтягнутості.

Експериментальні дослідження показали, що застосування подільників з бічними прутками вгнутої форми веде до зменшення абсолютної розтягнутості стрічки стебел льону на 8,6 % [6].

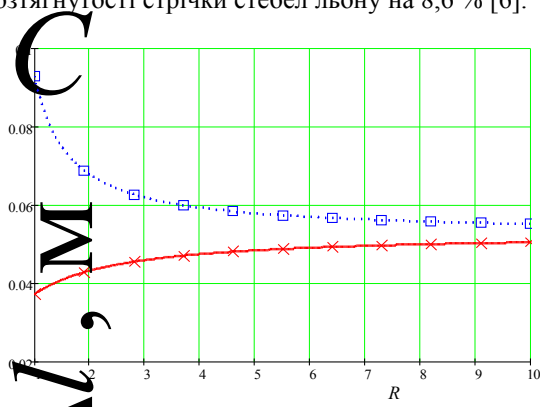


Рис. 3 – До обґрунтування форми бічного прутка подільника [6]

Отже, задачі вибору параметрів подільника ϵ , в значній мірі,

вирішеними. Крім того, вирішення цих задач не дає змогу отримати значний техніко-економічний ефект.

2. Задачі вибору варіанта технічного рішення. Для означення перспектив задач вибору варіанта технічного рішення розглянемо деякі запатентовані конструкції подільників.

Конструкція подільника (рис. 4) містить опорний полоз 1, виконаний пустотілим, бічні стебlopідводи 2, 3, шарнірно з'єднані з опорним полозом і рамою 4 шарнірами 7, 8. В місці з'єднання передніх кінців стебlopідводів виконаний поздовжній паз 6. Виконання роздільного бруса 5 несучим (центром повороту подільника є шарнір 8), та перенесення компенсатора в передню частину подільника (його утворюють поздовжній паз 6 і шарнір 7) здійснено з метою підвищення стійкості подільників під час наїзду на перешкоди [8].

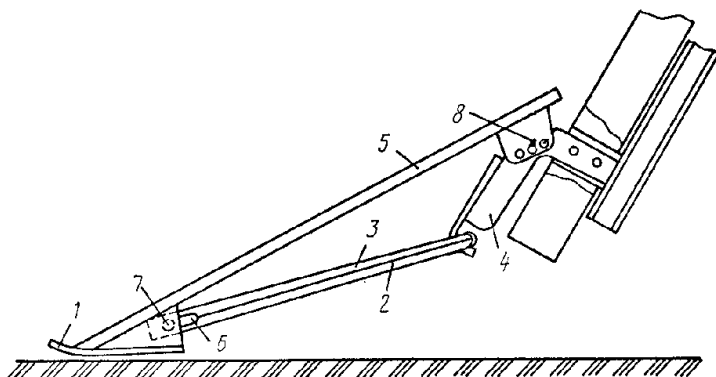


Рис. 4 – Подільник льонозбиральної машини (Патент №2005340 РФ): 1 – полоз опорний; 2, 3 – стебlopідводи бічні; 4 – рама; 5 – брус роздільний; 6 – паз поздовжній; 7, 8 – шарніри

Дана конструкція подільників не знайшла застосування через незадовільне підведення стебел до ривчаків брального апарата.

Інша конструкція подільника зображена на рис. 5 [9]. Подільник містить опорний полоз 1, бічні стебlopідводи 2 змінної кривизни, одним кінцем з'єднані з опорним полозом, а іншим – з цапфою повороту подільника 3. Дугоподібний роздільний брус 4 з'єднується з кронштейном 5 шляхом фіксації повзуна 9 в отворах 10 дугоподібної напрямної 8. Робочі поверхні бічних стебlopідводів та роздільного бруса виконані у вигляді пилкоподібного профілю.

Складна збірна конструкція бічних стебlopідводів, яка передбачає зміну їхньої кривизни, є ненадійною і не виправдала себе в експлуатації. Проведені польові випробування показали, що стебла льону зачіплюються за нерівності стебlopідводів. Робота таких

подільників не забезпечує якісних показників збиральних робіт.

Рис. 5 – Подільник льонозбиральної машини (Патент №2297754 РФ): 1 – полоз опорний; 2 – стеблопідводи бічні; 3 – цапфа повороту; 4 – брус роздільний; 5, 6 – кронштейни; 7 – секція бральна; 8 – направляюча дугоподібна; 9 – повзун; 10 – отвори

Подільники з телескопічними підпружиненими прутками (рис. 6) містять верхній центральний пруток 1, який має вигляд підпружиненої телескопічної конструкції, нижні бічні прутки 2 і 6, з'єднані з телескопічним прутком у точці В, пружину 3, носок 4 і кронштейн 5 для кріплення до рами брального апарата. Прутки 2 і 6 з'єднані шарнірно з кронштейном 5 і переднім кінцем центрального прутка 1.

Перевагою даної конструкції є можливість копіювання нерівностей поля без заглиблення в ґрунт носика подільника. Недоліком є невисока міцність кріплення центрального прутка та порівняно швидка втрата працездатності пружини.

Подільники представлені на рис. 7, 8 [5] містять нахилені бокові прутки $A_i B_i$, що підводять у бральні рівчаки стебла льону. Надійність кріплення центрального прутка $A_1 B_0$ забезпечується трубою $D_0 D$.

Важливою перевагою цих подільників є простота і висока надійність, що обумовлює їхнє широке застосування у льонобральних машинах.

Аналіз задач вибору варіанта технічного рішення свідчить, що не зважаючи на наявність великої кількості різних технічних рішень, техніко-економічний ефект від їхнього впровадження є незначний, або й взагалі відсутній. Найбільш ефективними залишаються найбільш прості технічні рішення подільників, що цілком відповідає відомому принципу логіки «Бритва Оккама», який стверджує, що не потрібно робити більше припущень ніж мінімально необхідно.



Рис. 6 – Подільник з телескопічним підруженим прутком: 1 – пруток центральний; 2, 6 – прутки бічні; 3 – пружина; 4 – носик; 5 – кронштейн

<p>Рис. 7 – Шестигранний подільник з верхнім центральним і нижнім боковим прутками [5]</p>	<p>Рис. 8 – Чотиригранний подільник без нижніх бокових прутків [5]</p>

3. Задача вибору фізичного принципу дії. В межах наявних конструкцій льонобральних машин, можливе використання пристроїв для розділення стеблостою льону, що мають різний фізичний принцип дії. Зокрема традиційні подільники можна замінити, наприклад, пневматичними, або подільниками, робота яких ґрунтується на інших відомих фізико-технічних ефектах. Це дасть змогу значно підвищити їхню надійність, так як усуне ймовірність контакту подільників з нерівностями ґрунту.

4. Задача вибору функціональної структури. Творець теорії вирішення винахідницьких задач Альтшуллер Г.С. сформулював поняття

ідеальної системи – це коли системи немає, а її функції виконуються [10]. Реалізація цього принципу стосовно подільників можлива в результаті зміни функціональної структури бральних апаратів льонозбиральних машин на основі використання нових фізичних принципів дії для брання стебел льону та їхнього транспортування. Лише таким шляхом можна усунути розтягнутість, що формується подільниками, а, отже, значно підвищити якість кінцевого продукту.

Висновки. Аналіз конструкцій подільників льонобральних машин свідчить, що задачі обґрунтування параметрів подільників та вибору його конструктивних варіантів у межах наявного принципу дії є, в значній мірі, вирішеними.

Перспективною є розробка подільників, які ґрунтуються на немеханічних принципах дії, що дасть змогу усунути значну частину недоліків, притаманних наявним конструкціям, а також створення бральних апаратів льонобральних машин із застосуванням нових фізико-технічних ефектів.

Література

1. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины/ М.Н. Летошнев// 3-е изд. перераб. и доп. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1955. – 764 с.
2. Хайлис Г. А. Теория и расчет льноуборочных машин / Гедаль Абрамович Хайлис. – Елгава, 1973. – 334 с. – (Труды Великолуцкого сельхозинститута; выпуск XXVI).
3. Усевич И.Г. Исследование работы теребильных аппаратов льноуборочных машин: дисс. ... канд. техн. наук / И.Г. Усевич. – Великие Луки, 1972. – 127 с.
4. Маят А.С. Методика проектирование и расчета делителей льноуборочных машин / Маят А.С. – М.: ВИССХ, 1989.
5. Налобіна О.О. Льонозбиральні комбайни (основи теорії і розрахунку механізмів та питання експлуатації)/ Олена Олександрівна Налобіна. – Луцьк, РВВ ЛДТУ, 2006. – 208 с.
6. Герасимчук О.П. Системно-технологічне обґрунтування модернізації льонобралки: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 / О.П.Герасимчук. – Львів, 2011. – 24с.
7. Герасимчук О.П. Ієрархія проектно-конструкторських задач в льонарстві / О.П. Герасимчук, О.Л. Ткачук // Сільськогосподарські машини. – 2013. – №25. – С. 24–28.
8. Пат. 2005340 Российская Федерация, МПК7 А 01 D 45 / 06. Делитель льноуборочной машины / Ковалев М. М., Смирнов А.С., Платов В.И., и др.; заявитель и патентообладатель Центральный научно-исследовательский, проектно-технологический институт механизации льноводства. – №4928362/15; заяв. 17.04.91; опубл. 15.01.94.

9. Пат. 2297754 Российская Федерация, МПК7 А 01 D 45 / 06, А 01 D 63 / 00. Делитель льноуборочной машины / Ковалев М. М., Лачуга Ю. Ф., Кудрявцев В. В. и др.; патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский, Проектно-технологический институт механизации льноводства Россельхозакадемии. – №2005129047/12; заяв. 16.09.05; опубл. 27.04.07, Бюл. № 12.

10. Альтшуллер Г.С. Найти идею / Альтшуллер Г.С. – Новосибирск: Петрозаводск: Скандинавия, 2003. 368 с.

Рецензент д.т.н., проф. Г.А. Хайлис