

УДК 633.521:631.172

© В.О. Шейченко, д. т. н.

ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

А.С. Лімонт, к. т. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

М.М. Толстушко, к. т. н.

Луцький національний технічний університет

В.М. Климчук, к. т. н.

Інститут сільського господарства Полісся

ТОВАРНІ ЯКОСТІ РУЛОНІВ ЛЬОНОТРЕСТИ СФОРМОВАНИХ ПРЕС-ПІДБИРАЧАМИ

Досліджено використання прес-підбирачів з пресувальними камерами змінного і сталого об'ємів. Визначені щільність і маса рулонів та пошкодження стебел трести в них з урахуванням швидкості руху прес-підбирачів і положення регулятора щільності рулонів.

ЛЬОНОТРЕСТА, ПРЕС-ПІДБИРАЧ, РУЛОН, ЩІЛЬНІСТЬ, МАСА, СТЕБЛО, ПОШКОДЖЕННЯ.

Постановка проблеми. У світовій практиці льонарства найбільш перспективною вважають рулонну технологію збирання трести, за якої формування рулонів здійснюють прес-підбирачами, що мають пресувальні камери (ПК) переважно змінного чи сталого об'ємів. В Україні було освоєно виробництво льяного прес-підбирача ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму і сінного ППР-110 з пресувальною камерою сталого об'єму. У пропонованому повідомленні передбачено з'ясувати деякі з питань використання цих прес-підбирачів в загальній проблемі механізованого виробництва рошенцевої льонотрести.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У працях Г.А. Хайліса [1], В.М. Климчука [2], Н.О. Толстушко [3] розглянуто елементи теоретичних основ формування рулонів льонотрести в прес-підбирачах з ПК змінного [1, 3] та змінного і сталого [2] об'ємів. У праці [1] зокрема висвітлено методологічні основи забезпечення формування рулонів з відповідною їх щільністю. Зв'язок між щільністю рулонів і довжиною стрічки, що запресована в рулон, кінцевими його радіусом і шириною, масою та товщиною шару стебел в рулоні охарактеризовано в праці [2]. У статті [3] розглянуто визначення натягу нескінчених пасів прес-підбирача та з'ясовано інші питання, що поліпшують якість формування рулону в напрямку

забезпечення зменшення нерівномірності розподілу щільності в поперечному перерізі рулону.

Рулони характеризують товарними якостями [2], до яких відносять їхні діаметр і ширину (висоту), масу і щільність та пошкодження стебел трести в рулоні. Діаметр і ширина рулонів визначають можливість їх розміщення на вантажній платформі транспортних засобів, а маса – визначає ступінь використання вантажопідйомності навантажувальних і транспортних засобів. Щільність рулонів трести розглядають і як показник оцінки можливості вентилявання льоносировини за її надмірної вологості, що спричинює зниження якості продукції або впливає на її збережаність. За [4] гранична щільність трести в кіпі при сушінні повинна становити 110–120 кг/м³. І.М. Дударев [5], аналізуючи процес сушіння льоносировини в рулоні щодо інтенсивності вентилявання, досліджував щільність шару матеріалу в межах 80–130 кг/м³. Щодо пошкодження стебел, то за [6] в стрічці льоносолами, утвореній комбайном, кількість стебел, що мають відкритий перелом з розривом волокна, не повинна перевищувати 5%. Збільшення пошкоджень стебел рулонними прес-підбирачами не повинно перевищувати 5%.

Результати експериментального визначення товарних якостей рулонів льонотрести формування прес-підбирачами ПР-1,2Л і ППР-110 наведено у праці [7]. В останні роки досліджено вплив подачі прес-підбирачів (кроку граблин підбирального барабана) і маси порції трести, що забирається із її стрічки на полі пальцями однієї граблини, на щільність рулонів і пошкодження стебел трести в них. В публікаціях зустрічається графічна інтерпретація зміни щільності рулонів і пошкодження стебел трести в них залежно від швидкості руху прес-підбирачів і положення регулятора щільності рулонів (РЩР). Проте дотепер відсутні математичні залежності щільності рулонів і пошкодження стебел трести в них від швидкості руху прес-підбирачів з урахуванням положення РЩР, що не дає змогу оцінити інтенсивність зміни досліджуваних результативних ознак залежно від зміни факторіальних. Варто з'ясувати вплив експлуатаційно-регулювальних параметрів прес-підбирачів за масу рулонів трести.

Мета дослідження полягала у підвищенні ефективності механізованого виробництва льону-довгунця шляхом поліпшення використання прес-підбирачів на збиранні трести. *Завдання дослідження:* 1) опрацювати модельні рівняння регресії щільності рулонів і пошкодження стебел трести в них на швидкість руху прес-підбирачів і положення РЩР; 2) проаналізувати вплив швидкості руху прес-підбирачів і положення РЩР на масу рулонів, що їх формують

прес-підбирачі з ПК змінного і сталого об'ємів.

Об'єкт і методика дослідження. Об'єктом дослідження був технологічний процес збирання льонотрести з використанням прес-підбирача ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму і прес-підбирача ППР-110 з ПК сталого об'єму, які агрегатували з трактором МТЗ-80. Прес-підбирач ПР-1,2Л відрегулювали на формування рулонів, що за діаметром і шириною були однаковими з рулонами формування прес-підбирачем ППР-110.

Використання прес-підбирачів здійснені на швидкостях 4,26 та 7,25 і 8,90 км/год. РЦР встановлювали у мінімальне, основне та максимальне положення. В прес-підбирачі ПР-1,2Л мінімальне положення РЦР (клапана гідросистеми) відповідало відстані від маховичка до корпусу клапана 10 мм, основне – 5 мм, а максимальне (нульова відмітка) – при повністю закритому клапані. В прес-підбирачі ППР-110 мінімальне положення РЦР відповідало відстані від кінця гвинта натягу пружини до полочки його кріплення 50 мм, основне – 60 і максимальне – 70 мм. Масу рулону визначали в польових умовах за допомогою виготовленого переносного пристрою з силовим динамометром ДПУ-0,5-0,2. Вимірювали діаметр і ширину рулону та визначали його об'єм. За відомих маси і об'єму рулону розраховували щільність упаковки.

Для визначення пошкодження стебел сформований прес-підбирачем рулон без обв'язування шпагатом викидали на поле і обережно розмотували вручну. Після вимірювання довжини шару стебел в рулоні відбирали їх зразки для визначення пошкодження. З одержаних зразків відбирали 100 стебел та визначали число пошкоджених.

Обробка експериментальних даних [7] здійснена з використанням методів математичної статистики та стандартних комп'ютерних програм.

Результати дослідження. Урожайність трести і лінійна маса її стрічки в умовах досліду становили відповідно 21,7 ц/га і 0,38 кг/м. Солома була розстелена льонозбиральним комбайном ЛК-4А, що збирав льон-довгунець сорту Ірма за ширини захвату 1,52 м. Модельні рівняння лінійної регресії щільності рулону і пошкодження стебел трести в ньому на швидкість руху прес-підбирачів ПР-1,2Л та ППР-110 з урахуванням різних положень РЦР наведені в табл. 1. З таблиці видно, що залежно від досліджуваного парного зв'язку R^2 -коефіцієнти, які оцінюють міру наближення експериментальних значень результативних ознак до розрахованих за відповідними рівняннями, приймали значення в межах 0,992–1,0.

Таблиця 1 – Прогностичні функції щільності рулону і пошкодження стебел трести в ньому за рівняннями прямих залежно від швидкості руху v_p (км/год) прес-підбирачів ПР-1,2Л (чисельник) і ППР-110 (знаменник)

Положення регулятора щільності рулону $I_{рщ}$	Рівняння	R^2
	Щільність рулону $\rho_{рт}$, кг/м ³	
Мінімальне	$\rho_{рт} = 98,147 - 2,613v_p$	$\frac{0,992}{0,998}$
	$\rho_{рт} = 109,240 - 3,38lv_p$	
Основне	$\rho_{рт} = 109,274 - 3,215v_p$	$\frac{0,999}{0,993}$
	$\rho_{рт} = 125,862 - 3,933v_p$	
Максимальне	$\rho_{рт} = 124,955 - 3,795v_p$	$\frac{1,0}{0,995}$
	$\rho_{рт} = 155,958 - 6,476v_p$	
	Пошкодження трести $П_{ср}$, %	
Мінімальне	$П_{ср} = 9,106 - 0,255v_p$	$\frac{0,995}{0,997}$
	$П_{ср} = 13,241 - 0,427v_p$	
Основне	$П_{ср} = 10,275 - 0,324v_p$	$\frac{0,999}{0,999}$
	$П_{ср} = 15,300 - 0,519v_p$	
Максимальне	$П_{ср} = 11,760 - 0,366v_p$	$\frac{1,000}{0,996}$
	$П_{ср} = 18,147 - 0,683v_p$	

Такі значення R^2 -коефіцієнтів свідчать про досить достатнє наближення експериментальних даних до їх апроксимованих значень. З наведених в табл. 1 залежностей видно, що у всіх рівняннях кутові коефіцієнти мають від'ємне значення. Це свідчить, що з підвищенням швидкості руху прес-підбирачів щільність сформованих рулонів і пошкодження стебел трести в них зменшуються. За першими членами наведених рівнянь простежується, що стосовно установки РЩР у певні положення щільність рулонів і пошкодження стебел в них в упаковках формування прес-підбирачем ППР-110 з ПК сталого об'єму дещо перевищують такі ж показники упаковок, які сформовані прес-підбирачем ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму. На швидкості руху 4,26 км/год у всьому діапазоні зміни положень РЩР рулони формування прес-підбирачем ПР-1,2Л мали щільність в межах 86,8–108,8 кг/м³, а прес-підбирачем ППР-110 – 94,7–128,8 кг/м³. З урахуванням положень РЩР підвищення швидкості руху на 1 км/год супроводжується

зменшення щільності рулонів на 2,6–3,8 кг/м³ в упаковках формування прес-підбирачем ПР-1,2Л та на 3,4–6,5 кг/м³ в упаковках формування прес-підбирачем ППР-110.

За установки РЦР в різні положення на швидкості руху 4,26 км/год пошкодження стебел коливалося від 8,0 до 10,2% в рулонах формування прес-підбирачем ПР-1,2Л і від 11,4 до 15,2% в рулонах, що були сформовані прес-підбирачем ППР-110. На швидкості руху 8,90 км/год пошкодження стебел в рулонах формування вказаними прес-підбирачами коливалося в межах відповідно 6,8–8,5% і 9,4–12,0%. За установки РЦР в основне положення з підвищенням швидкості руху на 1 км/год пошкодження стебел зменшується на 0,32% в рулонах формування прес-підбирачем ПР-1,2Л і на 0,52% в рулонах, що були сформовані прес-підбирачем ППР-110. Отже, з підвищенням швидкості руху інтенсивність зменшення пошкодження стебел в рулонах формування прес-підбирачем ППР-110 перевищує аналогічний показник, що властивий рулонам, які були сформовані прес-підбирачем ПР-1,2Л.

Моделльні рівняння прямолінійної регресії щільності рулонів і пошкодження стебел трести в них на положення РЦР в прес-підбирачах ПР-1,2Л і ППР-110 з урахуванням їх швидкості руху наведені в табл. 2. Міра наближення апроксимованих за наведеними рівняннями результативних однак до їх експериментальних значень оцінюється R^2 -коефіцієнтами в межах від 0,964 до 1,0. За кутовими коефіцієнтами рівнянь, що описують зміну щільності рулонів формування прес-підбирачами ПР-1,2Л і ППР-110, зміщення РЦР від мінімального до максимального положення із підвищенням швидкості руху супроводжується дещо сповільненим збільшенням щільності рулонів. Наприклад, на швидкості 4,26 км/год при формуванні рулонів прес-підбирачами ПР-1,2Л і ППР-110 зміщення РЦР від мінімального до максимального положення на 1 мм призводить до збільшення щільності рулонів відповідно на 2,1 і 1,7 кг/м³. На швидкості ж 8,90 км/год при формуванні рулонів тими ж прес-підбирачами і такому ж зміщенні РЦР щільність упаковок зростає відповідно на 1,6 і 1,01 кг/м³.

Із зміщенням РЦР від мінімального до максимального положення в досліджуваних межах на 1 мм пошкодження стебел трести на швидкості 4,26 км/год зростає в рулонах формування прес-підбирачем ПР-1,2Л на 0,22%, а в рулонах формування прес-підбирачем ППР-110 на 0,19%. На швидкості руху 8,90 км/год пошкодження зростає дещо повільніше і стосовно тих же прес-підбирачів становить відповідно 0,17 і 0,13%.

Таблиця 2 – Прогностичні функції щільності рулону і пошкодження стебел трести в ньому за рівняннями прямих залежно від положення регулятора щільності рулону $I_{\text{рщ}}$ в прес-підбирачах ПР-1,2Л (чисельник) і ППР-110 (знаменник)

Швидкість руху прес-підбирача v_p , км/год	Рівняння	R^2
	Щільність рулону $\rho_{\text{рт}}$, кг/м ³	
4,26	$\rho_{\text{рт}} = 107,567 - 2,140I_{\text{рщ}}$ $\rho_{\text{рт}} = 8,467 + 1,705I_{\text{рщ}}$	$\frac{0,989}{0,990}$
7,25	$\rho_{\text{рт}} = 96,500 - 1,760I_{\text{рщ}}$ $\rho_{\text{рт}} = 28,933 + 1,135I_{\text{рщ}}$	$\frac{0,970}{0,992}$
8,90	$\rho_{\text{рт}} = 90,483 - 1,670I_{\text{рщ}}$ $\rho_{\text{рт}} = 28,833 + 1,010I_{\text{рщ}}$	$\frac{0,978}{0,994}$
	Пошкодження трести $\Pi_{\text{ср}}$, %	
4,26	$\Pi_{\text{ср}} = 10,133 - 0,220I_{\text{рщ}}$ $\Pi_{\text{ср}} = 1,833 + 0,190I_{\text{рщ}}$	$\frac{0,989}{0,996}$
7,25	$\Pi_{\text{ср}} = 9,000 - 0,180I_{\text{рщ}}$ $\Pi_{\text{ср}} = 2,366 + 0,155I_{\text{рщ}}$	$\frac{0,964}{0,991}$
8,90	$\Pi_{\text{ср}} = 8,416 - 0,170I_{\text{рщ}}$ $\Pi_{\text{ср}} = 2,900 + 0,130I_{\text{рщ}}$	$\frac{0,972}{1,0}$

Зміна маси рулонів за їх формування прес-підбирачами ПР-1,2Л і ППР-110 залежно від швидкості руху збиральних агрегатів і положення РЦР в прес-підбирачах наведена на рис. 1. З наведених графіків видно, що досліджувані зміни відбуваються за прямолінійними залежностями з різним ступенем інтенсивності цих змін.

З підвищенням швидкості руху прес-підбирачів маса рулонів зменшується. Прес-підбирач ППР-110 у порівнянні з прес-підбирачем ПР-1,2Л формує рулони дещо більшої маси. Так, рулони формування прес-підбирачем ППР-110 мали масу в межах 90–140 кг, а що сформовані прес-підбирачем ПР-1,2Л – від 85 до 124 кг. За установки РЦР в основне положення підвищення швидкості руху від 4,26 до 8,90 км/год викликає зменшення маси рулонів, що формує прес-підбирач ПР-1,2Л, від 109 до 92 кг, а рулонів формування прес-підбирачем ППР-110 – від 124 до 103 кг.

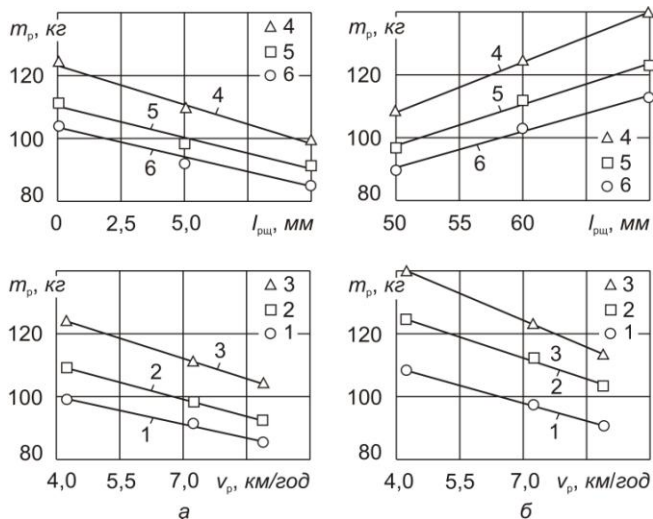


Рис. 1 – Зміна маси m_p рулонів трести формування прес-підбирачем з ПК змінного (а) і сталого (б) об'ємів залежно від швидкості руху v_p агрегату і положення РЩР $I_{рщ}$: 1 – положення РЩР мінімальне; 2 – основне; 3 – максимальне; 4 – швидкість руху $v_p = 4,26$ км/год; 5 – $v_p = 7,25$ км/год; 6 – $v_p = 8,90$ км/год

Із зміщенням установки РЩР від мінімального до максимального положення маса сформованих рулонів зростає. Так, на швидкості руху 7,25 км/год із зміщенням установки РЩР у вказаних межах маса рулонів, що сформовані прес-підбирачем ПР-1,2Л зростає від 91 до 111 кг, а рулонів формування прес-підбирачем ППР-110 – від 97 до 123 кг.

На рис. 2 наведені графіки зміни щільності рулонів і пошкодження стебел трести в них залежно від маси сформованих упаковок. З графіків, що наведені на рисунку, видно, що зміна щільності рулону від його маси незалежно від досліджуваних прес-підбирачів досить добре описується однією і тією ж прямою з додатним значенням кутового коефіцієнта. З наведеної прямої простежується, що із збільшенням маси рулону на 1 кг його щільність зростає приблизно на 1 кг/м^3 . З аналізу зміни пошкодження стебел в рулоні залежно від його маси видно, що пошкодження, яке не перевищує 10%, може бути забезпечене за формування рулонів масою 120 кг при використанні прес-підбирача ПР-1,2Л та орієнтовно 100 кг при використанні прес-підбирача ППР-110.

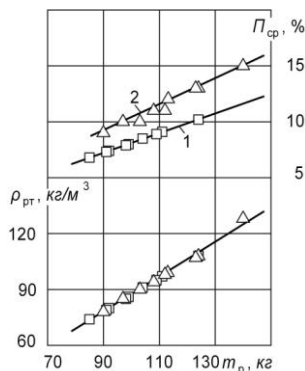


Рис. 2 – Вплив маси рулону m_p на його щільність ρ_{pt} і пошкодження стебел трести в рулоні P_{cp} при використанні прес-підбирачів з пресувальними камерами об'єму: 1 – змінного; 2 – сталого

Висновки. З підвищенням швидкості руху прес-підбирачів і зміщенням установки регулятора щільності рулонів від максимального до мінімального положення щільність і маса рулонів та пошкодження стебел трести в них зменшуються за прямолінійними залежностями. Використання прес-підбирачів ППР-110 у порівнянні з прес-підбирачами ПР-1,2Л супроводжується формуванням рулонів, що мають більші щільність і масу та пошкодження стебел трести в упаковках. Із збільшенням маси рулонів формування прес-підбирачами ПР-1,2Л і ППР-110 їх щільність зростає майже на 1 кг/м³. Пошкодження стебел, що не перевищує 10%, за умовами дослідження може бути забезпечене за формування рулонів масою 120 кг при використанні прес-підбирача ПР-1,2Л та орієнтовно 100 кг при використанні прес-підбирача ППР-110.

Напрямок подальших розвідок на нашу думку слід зосередити на з'ясуванні продуктивності прес-підбирачів на збиранні льонотрести, що уможливить проектування і організацію його вантажно-транспортного забезпечення.

Література

1. Хайлис Г.А. Расчет рулонного пресс-подборщика с камерой переменного объема / Г.А. Хайлис // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1988. – № 6. – С. 37 – 39.
2. Климчук В.М. Теоретичні основи формування рулонів льонотрести пресами з камерами змінюваного та постійного об'єму /

В.М. Климчук // Механізація та електрифікація с. г. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ» УААН, 2007. – Вип. 91. – С. 148 – 156.

3. Толстушко Н.О. Визначення сил натягу нескінченних пасів рулонного прес-підбирача / Н.О. Толстушко // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2012. – Вип. 22. – С. 197 – 209.

4. Егоров М.Е. Возможность сушки тресты в кипах / М.Е. Егоров, Р.И. Моторина // Лен и конопля. – 1978. – № 8. – С. 16 – 17.

5. Дударев І.М. Дослідження впливу параметрів шару льоносировини на інтенсивність вентилявання / І.М. Дударев // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2010. – № 1(16). – С. 69 – 72.

6. Машини для збирання зернових та технічних культур: [посіб. для підготовки фахівців з напрямку «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» в аграр. вищих навч. закл. II-IV рівнів акредитації] / [Колектив авторів]; за ред. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. – 296 с.

7. Порівняння технологічних параметрів і товарних якостей рулонів льонотрести, сформованих пресами з камерами змінюваного і постійного об'єму / [В.М. Климчук, В.В. Любченко, В.І. Камінський, Г.І. Карпека] // Механізація та електрифікація с. г. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ» УААН, 2008. – Вип. 92. – С. 493 – 500.