

УДК 633.521: 631.172

КІНЕМАТИЧНИЙ РЕЖИМ ПІДБИРАЛЬНОГО БАРАБАНА ПРЕС-ПІДБИРАЧА І ФОРМУВАННЯ РУЛОНУ ЛЬОНОТРЕСТИ ПРИ Ї ЗБИРАННІ

А.С. Лімонт¹, канд. техн. наук;

В.М. Климчук², канд. техн. наук; О.Б. Плужніков¹, асп.

¹Житомирський національний агроекологічний університет

²Інститут сільського господарства Полісся НААН

Визначено кінематичний режим підбирального барабана прес-підбирачів ПР-1,2Л і ППР-110 залежно від швидкості їх руху. Досліджена зміна лінійної маси шару стебел у рулоні залежно від показника кінематичного режиму підбирального барабана. З'ясовано вплив кінематичного режиму підбирального барабана на пошкодження трести в рулоні та його щільність.

Ключові слова: льонотреста, збирання, пошкодження, прес-підбирач, режим роботи, рулон, формування, щільність.

Постановка проблеми. В льоносіючих країнах поширені декілька технологій збирання льонотрести як завершальної операції в технологічному процесі виробництва льону-довгунця. В розвитку льонарства найбільш перспективним напрямом вважають рулонну технологію збирання, за якої основним засобом механізації є прес-підбирачі, що формують із розстелених стрічок льоносировини відповідні упаковки у вигляді рулонів циліндричної форми. В проблемі наукового забезпечення механізованого виробництва льону-довгунця залишилася поки що не з'ясованою низка питань з оцінювання режимів роботи прес-підбирачів, що реалізують рулонну технологію збирання льонотрести. Деякі з цих питань передбачено висвітлити у пропонованому повідомленні.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження лляного прес-підбирача ПР-1.2Л з пресувальною камерою (ПК) змінного об'єму започатковано у праці [1]. У цій же праці доведена можливість використання на збиранні льонотрести сінного прес-підбирача ППР-110 з ПК сталого об'єму. Досліджувані прес-підбирачі обладнані пристроями для піднімання стрічки трести, що мають однакові підбиральні барабани з пружинними пальцями.

© А.С. Лімонт, В.М. Климчук, О.Б. Плужніков.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 98. 2013.

Технологічний процес підбирання соломистих матеріалів досліджував учень і послідовник акад. П.М. Василенка [2] Є.О. Офат [3], який з'ясовував кінематичний режим роботи підбирача. За визначених колової швидкості кінця пальця підбирача $v_{\text{пм}}$ і поступальної швидкості машини v_p , що наведені у праці [3], за нашими розрахунками відношення $v_{\text{пм}}$ до v_p має бути в межах $\lambda_{\text{пм}} = 1,4 \dots 2,1$. У випадку $\lambda_{\text{пм}} < 1,4$ погіршується подавальна спроможність пальця і взагалі підбирач за таких умов не встигає підбирати весь технологічний матеріал, що надходить на робочі органи. За відношення $\lambda_{\text{пм}} = v_{\text{пм}} / v_p > 2,1$ значно знижується продуктивність підбирача. На початку підбирання швидкість пальця має бути мінімальною для уникнення надмірних ударів пальця об технологічний матеріал. У момент розвантажування пальці підбирача повинні вільно виходити із соломи, не затягаючи її під барабан.

За колективною працею [4] в барабаних підбирачах з пружинними пальцями показник кінематичного режиму має бути в межах $1,5 < \lambda_{\text{пм}} \leq 2,5$. Збільшення $\lambda_{\text{пм}}$ призводить до розриву валка і підвищення сили удару пальців по оброблюваному матеріалу, а за незначних $\lambda_{\text{пм}}$ валок соломи скупчується перед барабаном.

Стосовно льону-довгунця підбирачі стебел відповідного технологічного призначення з різними робочими органами з визначенням і оцінюванням показника кінематичного режиму досліджували В.М. Климчук [5], М.М. Ковальов [6], В.І. Макаєв і В.О. Шейченко [7], Й.Й. Піуновський [8], В.І. Сизов [9], Г.А. Хайліс і Л.М. Клятис [10], В.Г. Черніков [11, 12] та ін. За дослідженнями В.Г. Чернікова [11, 12] для забезпечення безвартної або з незначними втратами роботи підбирача та його використання без нагромадження стебел, що поступають у підбирач, відношення колової швидкості пальців підбирального барабана до поступальної швидкості машини має бути $\lambda_{\text{пм}} > 1$. При цьому найменші втрати трести були одержані при $\lambda_{\text{пм}} = 1,2 \dots 1,6$. Таке співвідношення можна вважати оптимальним.

Пальці підбирача відривають стрічку трести від поверхні поля і подають її на проміжний транспортуючий орган та в ПК. Під дією вказаних робочих органів відбувається ущільнення і петлеподібний згин стрічки стебел [13] та закручування трести в рулон [4], що і є початком його формування [13]. Для надійного підбирання стебел із стрічки лінійна швидкість кінців пальців підбирального барабана має бути більша за швидкість руху агрегату. За сталої і меншої швидкості проміжного транспортуючого органу у порівнянні із швидкостями агрегату і кінців пальців підбирального барабана на цьому органі маса

нагромадженій трести в перерахунку на 1 м її довжини буде більша від лінійної маси стрічки трести на полі. Це відповідно призведе до збільшення щільності транспортованої трести. При цьому підвищення швидкості руху агрегату сприятиме збільшенню лінійної маси шару стебел на проміжному транспортуючому органі, що подається у ПК та буде запресована в рулон [14]. Збільшення лінійної маси шару стебел спричинює зростання його товщини, а товстіші шари стебел пресуються гірше, ніж тонші [1]. Таке викликатиме із підвищенням швидкості агрегату зменшення маси і щільності рулону. Зміна поступальної швидкості викликає відповідну зміну показника кінематичного режиму роботи підбирального барабана прес-підбирача.

Мета дослідження – підвищити ефективність механізованого збирання льонотрести шляхом поліпшення використання прес-підбирачів ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму та прес-підбирачів ППР-110 з ПК сталого об'єму.

Завдання дослідження: 1) в діапазоні можливих робочих швидкостей аналізованих прес-підбирачів за паспортних частот обертання підбиральних барабанів визначити показники кінематичного режиму роботи останніх; 2) дослідити зміну лінійної маси шару стебел у сформованому рулоні залежно від показника кінематичного режиму підбирального барабана в прес-підбирачах з різними ПК; 3) з'ясувати вплив показника кінематичного режиму підбирального барабана на пошкодження стебел трести в рулоні та його щільність з урахуванням положення регулятора щільності рулона (ПРЦР) в прес-підбирачах з ПК змінного і сталого об'ємів.

Об'єкт та методика дослідження. Об'єктом дослідження був технологічний процес підбирання стрічки трести з льонища з формуванням її рулону, визначенням пошкодження стебел льоносировини в ньому та щільності упаковки. Склад машинних агрегатів, умови експериментальних досліджень та методика визначення технологічних параметрів рулону і його окремих якостей висвітлені раніше [1, 14, 15]. Визначення показника кінематичного режиму підбирального барабана вели за формулами, які наведені у книзі [4]. Обробка експериментальних даних [1] здійснена з використанням стандартних комп'ютерних програм.

Результати досліджень. Урожайність льонотрести становила 21,7 ц/га, а лінійна маса стрічки трести, що її піднімали, дорівнювала 0,33 кг/м. Використання прес-підбирачів здійснені на швидкостях руху 4,26 та 7,25 і 8,90 км/год. Регулятор щільності рулону (РЦР) вста-

новлювали у мінімальне, основне та максимальне положення. В прес-підбирачі ПР-1,2Л мінімальне ПРЦР (клапана гідросистеми) відповідало відстані від маховичка до корпусу клапана 10 мм, основне – 5 мм, а максимальне – при повністю закритому клапані. В прес-підбирачі ППР-110 мінімальне ПРЦР відповідало відстані від кінця гвинта натягу пружини до полицки його кріплення 50 мм, основне – 60 і максимальне – 70 мм.

На рис. 1 наведені в розрізі досліджуваних прес-підбирачів експериментальні значення лінійної маси шару стебел в рулоні залежно від показника кінематичного режиму підбирального барабана. З рис. 1 видно, що лінійна маса шару стебел в рулонах, які сформовані прес-підбирачем з ПК змінного об'єму, перевищує аналогічний показник за формування рулону в прес-підбирачі з ПК сталого об'єму. При цьому досліджувана результативна ознака із збільшенням показника кінематичного режиму підбирального барабана зменшується. Для з'ясування характеру цього зменшення здійснено вирівнювання експериментальних даних рівнянням прямої з від'ємним значенням кутового коефіцієнта та деякими криволінійними залежностями. У разі вирівнювання рівняннями прямих значення R^2 -коефіцієнтів були однаковими щодо опису кількісної зміни значень $m_{сл}$ залежно від $\lambda_{пм}$ в прес-підбирачах з різними ПК і дорівнювали 0,982. Проте за значенням кутового коефіцієнта інтенсивність зменшення $m_{сл}$ залежно від $\lambda_{пм}$ у прес-підбирачі з ПК змінного об'єму перевищує цю інтенсивність, що характеризує зміну $m_{сл}$ залежно від $\lambda_{пм}$ у прес-підбирачі з ПК сталого об'єму. Так, із збільшенням показника $\lambda_{пм}$ на одиницю у прес-підбирачі ПР-1,2Л лінійна маса шару стебел у рулоні зменшується на 0,235 кг/м, а в прес-підбирачі ППР-110 – на 0,127 кг/м. Проте, краще наближення експериментальних даних до вирівнювальної залежності забезпечила апроксимація цих даних степеневими функціями вигляду:

- для прес-підбирача з ПК змінного об'єму

$$m_{сл} = 0,774\lambda^{-1,006636} \text{ при } R^2 = 0,999;$$

- для прес-підбирача з ПК сталого об'єму

$$m_{сл} = 0,576\lambda_{пм}^{-1,050565} \text{ при } R^2 = 0,999.$$

На рис. 1 наведені криві, що побудовані за рівняннями (1) і (2). З представлених кривих видно, що у міру збільшення $\lambda_{пм}$ інтенсивність зменшення m має тенденцію до сповільнення.

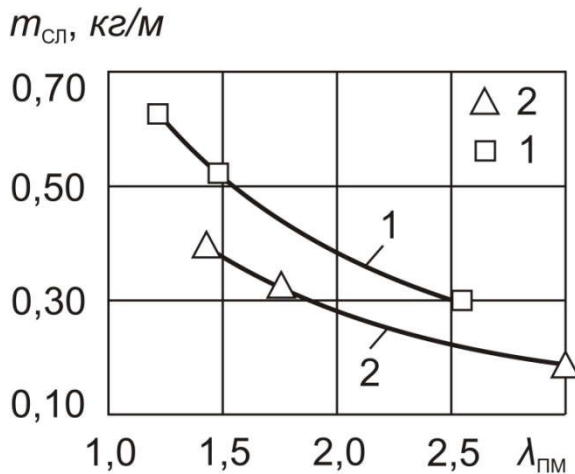


Рис. 1. Зміна лінійної маси $m_{сл}$ шару стебел в рулоні залежно від показника кінематичного режиму $\lambda_{пм}$ підбирального барабана: 1 – лінійний прес-підбирач ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму; 2 – сінний прес-підбирач ППР-110 з ПК сталого об'єму

На рис. 2, а наведена зміна пошкодження стебел трести в рулоні, що сформований прес-підбирачами, які мають ПК змінного і сталого об'єму, залежно від показника кінематичного режиму підбирального барабана. З рис. 2, а видно, що із збільшенням показника кінематичного режиму підбирального барабана пошкодження стебел трести в рулонах, сформованих прес-підбирачами в ПК змінного і сталого об'єму, зростає. В таблиці наведені опрацьовані прогностичні функції зміни пошкодження трести в рулонах, що сформовані в прес-підбирачах з ПК змінного і сталого об'єму. З оцінювання зміни пошкодження стебел трести рівняннями прямих з додатними кутовими коефіцієнтами впливає наступне. Із зміщенням РЦР в положення від мінімального до максимального за кутовими коефіцієнтами рівнянь інтенсивність зростання пошкодження трести в міру збільшення показника кінематичного режиму підбирального барабана зростає в прес-підбирачах, що мають ПК як змінного, так і сталого об'єму. При цьому пошкодження трести в прес-підбирачі з ПК сталого об'єму перевищують пошкодження, що виникають у рулонах, які формуються в прес-підбирачі з ПК змінного об'єму. За значеннями R^2 -коефіцієнтів краще наближення експериментальних даних до вирівняних забезпе-

чує степеневу функції, криві якої наведені на рис. 2, а. Переважна більшість досліджуваних режимів використання прес-підбирача ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму забезпечує пошкодження трести, що не перевищує 10% і лише при використанні прес-підбирача ПР-1,2Л з показником кінематичного режиму підбирального барабана, що дорівнює 2,56, та установці РЩР в максимальне положення пошкодження трести становить 10,2% і на 0,2% перевищує значення, яке регламентоване агротехнічними вимогами до сформованих рулонів льонотрести. Без переналадження на збиранні льонотрести можна використовувати і сінний прес-підбирач ППР-110, але з показником кінематичного режиму підбирального барабана, що становить 1,44 за установки РЩР в мінімальне положення.

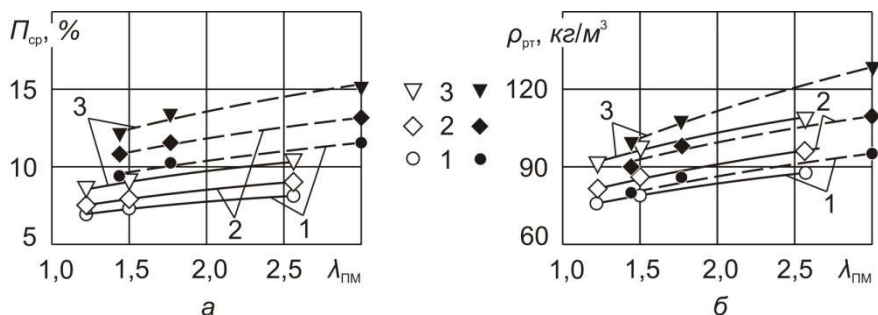


Рис. 2. Зміна пошкодження стебел трести в рулоні P_{cp} (а) та його щільності ρ_{rtl} (б) залежно від показника кінематичного режиму λ_{pm} підбирального барабана в прес-підбирачі ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму (суцільні лінії) і в прес-підбирачі ППР-110 з ПК сталого об'єму (пунктирні) за РЩР: 1 – мінімального; 2 – основного; 3 – максимального

З рис. 2, б і таблиці видно, що із збільшенням показника кінематичного режиму підбирального барабана, щільність рулонів зростає і це зростання краще описати степеневою залежністю. Щільність рулонів зростає із зміщенням РЩР від мінімального до максимального положення. При цьому за однакових значень показників кінематичного режиму підбирального барабана та установки РЩР щільність рулонів, що сформовані прес-підбирачем ППР-110 з ПК сталого об'єму, перевищує щільність рулонів, що сформовані прес-підбирачем ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму.

Таблиця. Прогностичні функції зміни пошкодження трести в рулоні і його щільності залежно від показника кінематичного режиму $\lambda_{\text{пм}}$ підбирального барабана в прес-підбирачах ПР-1,2Л (чисельник) і ППР-110 (знаменник) мінімальне положення.

Положення регулятора щільності рулону	Прогностична функція			
	прямолінійна		степенева	
	рівняння	R^2	рівняння	R^2
Пошкодження трести P_{cp} , %				
Мінімальне	$\frac{P_{\text{cp}} = 5,904 + 0,830\lambda_{\text{пм}}}{P_{\text{cp}} = 8,095 + 1,047\lambda_{\text{пм}}}$	$\frac{0,948}{0,947}$	$\frac{P_{\text{cp}} = 6,598\lambda_{\text{пм}}^{0,209}}{P_{\text{cp}} = 8,772\lambda_{\text{пм}}^{0,229}}$	$\frac{0,969}{0,966}$
Основне	$\frac{P_{\text{cp}} = 6,182 + 1,070\lambda_{\text{пм}}}{P_{\text{cp}} = 9,009 + 1,290\lambda_{\text{пм}}}$	$\frac{0,982}{0,975}$	$\frac{P_{\text{cp}} = 7,094\lambda_{\text{пм}}^{0,243}}{P_{\text{cp}} = 9,871\lambda_{\text{пм}}^{0,246}}$	$\frac{0,993}{0,988}$
Максимальне	$\frac{P_{\text{cp}} = 7,145 + 1,205\lambda_{\text{пм}}}{P_{\text{cp}} = 9,583 + 1,885\lambda_{\text{пм}}}$	$\frac{0,975}{0,953}$	$\frac{P_{\text{cp}} = 8,168\lambda_{\text{пм}}^{0,239}}{P_{\text{cp}} = 10,910\lambda_{\text{пм}}^{0,305}}$	$\frac{0,988}{0,969}$
Щільність рулону трести ρ_{cp} , кг/м ³				
Мінімальне	$\frac{\rho_{\text{cp}} = 65,46 + 8,468\lambda_{\text{пм}}}{\rho_{\text{cp}} = 66,79 + 9,359\lambda_{\text{пм}}}$	$\frac{0,941}{0,960}$	$\frac{\rho_{\text{cp}} = 72,49\lambda_{\text{пм}}^{0,196}}{\rho_{\text{cp}} = 73,17\lambda_{\text{пм}}^{0,237}}$	$\frac{0,963}{0,977}$
Основне	$\frac{\rho_{\text{cp}} = 67,78 + 10,57\lambda_{\text{пм}}}{\rho_{\text{cp}} = 76,63 + 10,81\lambda_{\text{пм}}}$	$\frac{0,977}{0,943}$	$\frac{\rho_{\text{cp}} = 77,73\lambda_{\text{пм}}^{0,222}}{\rho_{\text{cp}} = 83,94\lambda_{\text{пм}}^{0,239}}$	$\frac{0,990}{0,963}$
Максимальне	$\frac{\rho_{\text{cp}} = 77,17 + 12,47\lambda_{\text{пм}}}{\rho_{\text{cp}} = 74,00 + 18,24\lambda_{\text{пм}}}$	$\frac{0,976}{0,992}$	$\frac{\rho_{\text{cp}} = 87,74\lambda_{\text{пм}}^{0,231}}{\rho_{\text{cp}} = 87,67\lambda_{\text{пм}}^{0,349}}$	$\frac{0,989}{0,997}$

Висновки. Із збільшенням показника кінематичного режиму підбирального барабана прес-підбирачів на збиранні льонотрести від 1,22 до 3,02 лінійна маса шару стебел у рулоні зменшується за степенною залежністю від 0,63 до 0,18 кг/м. Пошкодження стебел трести

в рулонах та їх щільність із збільшенням показника кінематичного режиму підбирального барабана залежно від пресувальних камер прес-підбирачів зростають відповідно від 6,8 до 15,2% та від 74,5 до 128,8 кг/м³ з урахуванням положення регулятора щільності рулону. Визначені режими використання прес-підбирачів, що забезпечують дотримання агротехнічних вимог щодо пошкодження стебел трести в рулонах.

Напрямок подальших досліджень, на нашу думку, слід спрямувати на з'ясування впливу подачі льонотрести на одну граблину підбирального барабана прес-підбирачів на якісні показники сформованих рулонів льоносировини.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *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 сільського господарства. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ» УААН, 2008. – Вип. 92. – С. 493 – 500.
2. *Наукова школа академіка Василенка Петра Мефодійовича: монографія* / [Д.Г. Войтюк, В.А. Вергунов, О.С. Мудрук, О.П. Деркач]; наук. ред. М.К. Лінник. – К.: Аграрна освіта, 2005. – 72 с.
3. *Офат Е.Л.* Исследование технологического процесса подбора и транспортирования соломыстых материалов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е.А. Офат. – Минск, 1961. – 19 с.
4. *Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч.* / [Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін.]; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища шк., 2005. – 464 с.
5. *Климчук В.М.* Обґрунтування параметрів підбираючого барабана обертача льону / В.М. Климчук, В.А. Бондарчук // Механізація та електрифікація сільського господарства. – К.: Аграрна наука, 1997. – Вип. 82. – С. 48 – 51.
6. *Ковалев ММ.* Обоснование параметров и режимов работы подбирающего аппарата безударного воздействия на ленту льна / М.М. Ковалев // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ 2009. – Вип. 18. – С. 157 – 166.
7. *Макаєв В.І.* Теоретичні основи роботи підбирального пристрою льонопідбирача-молотарки ПМЛ-1 і розрахунок його параметрів / В.І. Макаєв, В.О. Шейченко // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2009. – Вип. 18. – С. 261 – 271.

8. *Пиуновский И.И.* Некоторые вопросы теории подбирающих аппаратов льноуборочных машин / И.И. Пиуновский // Тр. ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. – Минск: Ураджай. 1969. – Т. 6. – С. 151 – 158.
9. *Сизов В.И.* Обоснование параметров подборщика-оборачивателя льна / В.И. Сизов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1974. – № 10. – С. 12 – 14.
10. *Хайлис Г.А.* Некоторые вопросы теории работы льноподборщиков / Г.А. Хайлис, Л.М. Клятис // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1963. – № 3. – С. 52 – 54.
11. *Черников ВТ.* Анализ процесса подъема лент льнотресты / В.Г. Черников // Науч. тр. науч.-исследов. и проектно-технолог. ин-та механизации и электрификации сельского хозяйства. Северо-Запада. – Л., 1971. – Вып. 8. – С. 112 – 118.
12. *Черников ВТ.* О выборе показателя кинематического режима подборщика тресты / В.Г. Черников // Тр. Всесоюз. ордена Трудового Красного Знамени НИИ льна: экономика, механизация льноводства, первичная обработка льна. – Торжок, 1974. – Вып. 12. – С. 245 – 248.
13. *Хайліс Г.А.* Удосконалення пресувальної кемери рулонного прес-підбирача стрічки льону / Г.А. Хайліс, Н.О. Толстушко // Сільсько-господарські машини: зб. наук. ст. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2010. – Вип. 20. – С. 350 – 355.
14. *Климчук В.М.* Теоретичні основи формування рулонів льнотреста пресами з камерами змінюваного і постійного об'єму / В.М. Климчук // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ» УААН, 2007. – Вип. 91. – С. 148 – 156.
15. *Формування рулонів льнотрести прес-підбирачами* / А.С. Лімонт, В.М. Климчук, В.В. Любченко [та ін.] // Вісник аграрної науки. – 2011. – №8. – С. 45 – 48.

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПОДБИРАЮЩЕГО БАРАБАНА ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА И ФОРМИРОВАНИЕ РУЛОНА ЛЬНОТРЕСТЫ ПРИ ЕЕ УБОРКЕ

Определен кинематический режим подбирающего барабана прес-подборщиков ПР-1,2Л и ППР-110 в зависимости от скорости их движения. Исследовано изменение линейной массы слоя стеблей в рулоне в зависимости от показателя кинематического режима подбирающего барабана. Определено влияние кинематического режима подбирающего барабана на повреждение тресты в рулоне и его плотность.

Ключевые слова: льонотреста, уборка, повреждение, прес-подборщик, режим работы, рулон, формирование, плотность.

THE KINEMATIC REGIME OF THE GATHERING CYLINDER OF THE PRESS PICKER AND THE FORMATION OF THE FIBER STRAW ROLL UNDER ITS HARVESTING

The kinematic regime of the gathering cylinder of ПП-1,2Л and ППП-110 press pickers depending on their motion velocity is determined. The changes of the linear weight of the stem layer in the roll depending on the indices of the gathering cylinder kinematic regime are investigated. The effects of gathering cylinder kinematic regime on the fiber straw damage in the roll and its density are determined.

Key words: fiber straw, harvesting, damage, press picker, regime of work, roll, formation, density.