

ПОШКОДЖЕННЯ ЛЬОНОТРЕСТИ В РУЛОНАХ ЯК ПОКАЗНИК НАДІЙНОСТІ ПРЕС-ПІДБИРАЧІВ

Лімонт А.С., к.т.н., с.н.с., Климчук В.М., к.т.н., с.н.с.
Житомирський національний агроекологічний університет
Інститут сільського господарства Полісся НААНУ

Пошкодження трести в рулонах оцінює технологічну надійність прес-підбирачів. Досліджено вплив експлуатаційних режимів і регульованих параметрів прес-підбирачів на пошкодження трести. Залежно від досліджуваних факторів з урахуванням параметрів стрічки пошкодження трести в рулонах змінювалося в межах 6,8...15,2%.

Постановка проблеми. Тепер найбільш перспективними в льоносіючих країнах вважають паковки льонотрести циліндричної форми у вигляді рулонів. Підбирання трести і пакування в рулони супроводжується відповідним пошкодженням стебел, що на думку фахівців спричинює втрати довгого волокна при переробці трести. У цій статті передбачено висвітлити деякі з питань пошкодження трести при формуванні її рулонів, що за ДСТУ 2860–94 слід розглядати як одиничний показник надійності технологічного процесу прес-підбирачів.

Аналіз останніх досліджень і повідомлень. При збиранні льону-довгунця комбайнами машина очісує насінні коробочки зі стебел, а стебла розстелює в стрічку на льонищі для перетворення соломи в тресту. Для поліпшення і створення умов, що сприяють вилежуванню, розстелені стрічки соломи ворущать, обертають, подвоюють чи потроюють, а потім за допомогою прес-підбирачів із стрічок формують рулони трести. Використання льонокомбайнів, ворущарок стрічок льону, обертачів, подвоувачів стрічок і власне прес-підбирачів супроводжується пошкодженням стебел. За відповідною нормативною документацією [1] у стрічці соломи, утвореній комбайном, кількість стебел, що мають відкритий злам з розривом волокна, не повинна перевищувати 5%. Пошкодження стебел ворущарками має бути не більш 1%. За обертачами пошкодження, що впливають на вихід волокна, не допускається. Збільшення пошкодження стебел рулонними прес-підбирачами не повинно перевищувати 5%.

Пошкодження стебел при збиранні льону-довгунця пов'язано з дією на них робочих органів збиральних машин. За цієї дії стебла зазнають деформацій розтягу і стиску, вигину і зламу та кручення і зсуву. Здатність стебел чинити опір цим деформаціям оцінюють їх жорсткістю, мак-

симальним згинальним моментом і кутом вигину, максимальною силою і прогином, прогином від дії відповідної сили та силою зламу тощо [2].

Силу зчеплення між стеблами в стрічці, що визначає можливість піднімання стрічок без розривів в них, вивчали Й.Й. Піуновський та ін. [3]. Силу зчеплення стебел з льонищем, що уможливило їх відривання від останнього, вивчав В.Г. Черніков [4]. Н.О. Толстушко [5] вказує, що в прес-підбирачах з пресувальними камерами (ПК) змінного об'єму розтяг нескінченних пасів призводить до переплутування, скручування та пошкодження стебел, порушення паралельності між ними в рулоні, що негативно впливає на його якість.

У праці [6] розглянуто теоретичні основи формування рулонів прес-підбирачами з ПК змінного і сталого об'ємів, а в працях [7, 8] наведені результати експериментальних досліджень, які уточнюють теоретичні передумови формування рулонів. Проте проведені дослідження вимагають подальших узагальнень.

Мета дослідження полягала в підвищенні ефективності механізованого збирання льонотрести шляхом поліпшення технологічної надійності прес-підбирачів з ПК змінного і сталого об'ємів. *Завдання дослідження*: 1) дослідити вплив швидкості руху прес-підбирачів з ПК змінного і сталого об'єму за різних положень регулятора щільності рулону (ПРЦР) на пошкодження стебел трести в ньому; 2) проаналізувати зміну довжини піднятої з поля стрічки трести і довжини шару стебел в рулоні досліджуваних прес-підбирачів залежно від їх швидкості руху та ПРЦР; 3) з'ясувати пошкодження стебел трести в рулоні аналізованих прес-підбирачів залежно від відношення довжини шару стебел в рулоні до довжини стрічки трести, що її піднімають з поля; 4) оцінити зміну пошкодження стебел трести в рулоні при їх формуванні прес-підбирачами з різними ПК залежно від лінійної маси шару стебел в рулоні.

Об'єкт та методика дослідження. Об'єктом дослідження був технологічний процес підбирання трести з поля та утворення шару стебел, що подається в ПК прес-підбирача з визначенням пошкодження стебел в сформованому рулоні. Використовували машинні агрегати у складі трактора МТЗ-80 і льяного прес-підбирача ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму та такого ж трактора і сінного прес-підбирача ППР-110 з ПК сталого об'єму. Прес-підбирач ПР-1,2Л відрегулювали на формування рулонів, що за діаметром і шириною були однаковими з рулонами формування прес-підбирачем ППР-110. Незалежними змінними були швидкість руху агрегату, яку змінювали в межах 4,26...8,90 км/год, та ПРЦР. Регулятор щільності рулону (РЦР) встановлювали в 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 (нульова відмітка) – при повністю за-

критому 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. Масу рулону визначали в польових умовах за допомогою виготовленого переносного пристрою з силовим динамометром ДПУ-0,5-0,2. Пошкодження стебел трести в рулонах визначали з урахуванням методики, що опрацьована в колишньому Інституті луб'яних культур НААНУ та Інституті сільського господарства Полісся НААНУ. Враховували такі пошкодження стебел: відкритий перелом, перелом і розрив деревини з розплющуванням волокон, розплющування без тріщин, розплющування та скручування. Визначали довжину стрічки трести, підібраної з поля і спресованої в рулон, та довжину і лінійну масу шару стебел в рулоні. Обробка експериментальних даних [7] здійснена з використанням методів математичної статистики та стандартних комп'ютерних програм.

Результати досліджень. Урожайність і лінійна маса стрічки трести становили відповідно 21,7 ц/га і 0,33 кг/м. Солома льону-довгунця сорту Ірма була розстелена комбайном ЛК-4А за ширини захвату 1,52 м. Пошкодження стебел трести в рулоні залежно від швидкості руху збирального агрегату і ПРЦР наведено на рис. 1.

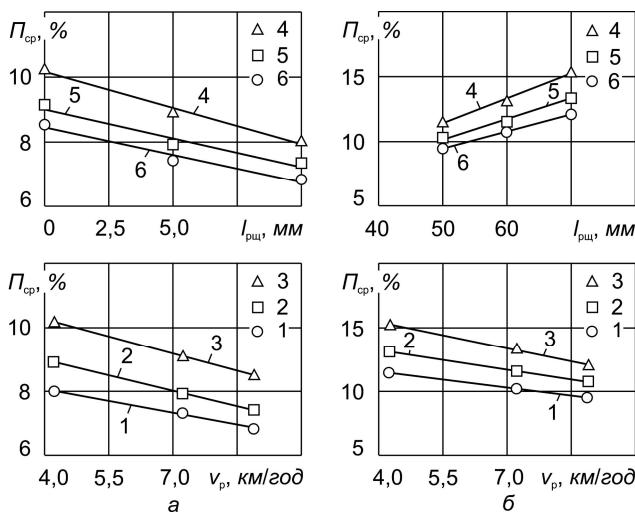


Рис. 1. Зміна пошкодження стебел трести в рулоні P_{cp} в прес-підбирачах з ПК змінного (а) і сталого (б) об'ємів залежно від швидкості руху v_p агрегату і ПРЦР l_{rcr} : 1 – мінімальне; 2 – основне; 3 – максимальне; 4 – швидкість руху $v_p = 4,26$ км/год; 5 - $v_p = 7,25$ км/год; 6 - $v_p = 8,90$ км/год

В межах досліджуваних швидкостей руху їх підвищення супроводжується зменшенням пошкодження трести за лінійними залежностями. При використанні прес-підбирача ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму пошкодження стебел змінювалося в межах 6,8...10,2%, а прес-підбирача ППР-110 з ПК сталого об'єму – від 9,4 до 15,2%. Аналіз показав, що з урахуванням ПРЩР підвищення швидкості руху на 1 км/год викликає зменшення пошкодження стебел трести в прес-підбирачі з ПК змінного об'єму на 0,25...0,37%, а з ПК сталого об'єму на 0,43...0,68%. Підвищене пошкодження трести в прес-підбирачі з ПК сталого об'єму зумовлено деяким відхиленням показників кінематичного режиму його роботи від аналогічних показників, що властиві прес-підбирачу ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму. Такого можна уникнути заміною деяких зірочок в кінематичній схемі прес-підбирача ППР-110 на інші, що мають змінену кількість зубів. Зменшене пошкодження із підвищенням швидкості руху можна пояснити збільшенням подачі трести з розрахунку а один палець підбирального механізму, за чого менша кількість стебел зазнає безпосереднього діяння робочих органів.

Пошкодження трести зростає із зміною ПРЩР від мінімального до максимального значення за прямолінійними залежностями. В прес-підбирачі із ПК змінного об'єму (ПР-1,2Л) із зміною ПРЩР від максимального, що відповідає повністю закритому клапану з нульовою відміткою, до мінімального з відміткою 10 мм на кожен мм збільшення регульованої відстані з урахуванням швидкості руху агрегату пошкодження трести зменшується на 0,17...0,22%. В прес-підбирачі з ПК сталого об'єму (ППР-110) із змінами ПРЩР від мінімального до максимального (від 50 до 70 мм регульованої відстані) на кожен мм збільшення цієї відстані з урахуванням швидкості руху агрегату пошкодження трести зростає на 0,13...0,19%.

Зміна довжини стрічки трести $l_{ст}$, що піднімають з поля і яка поступає в прес-підбирач та використовується для формування рулону, залежно від швидкості руху v_p збирального агрегату наведена на рис.2.

В межах зміни досліджуваних швидкостей руху із їх підвищенням довжина піднятої з поля стрічки зменшується за прямолінійними залежностями ($R^2=0,968...1,000$). Прес-підбирачі ПР-1,2Л, що мають ПК змінного об'єму для формування одного рулону залежно від швидкості руху і положення РЩР проходять шлях за відповідних урожайності і щільності стрічки трести в межах 253...378 м. Для формування рулону трести прес-підбирачем ППР-110 з ПК сталого об'єму, збиральний агрегат має пройти шлях в межах 348...548 м. При цьому як видно з наведених графіків із зміщенням РЩР від мінімальних до максимальних положень шлях агрегату для формування рулону збільшується. За кутовими коефіцієнтами рівнянь прямолінійної регресії $l_{ст}$ по v_p дійшли висновку, що в прес-

підбирачах з ПК змінного об'єму із підвищенням швидкості руху на 1 км/год залежно від положення РЦР шлях формування рулону зменшується на 8...12 м, а в прес-підбирачах з ПК сталого об'єму – на 16...24 м.

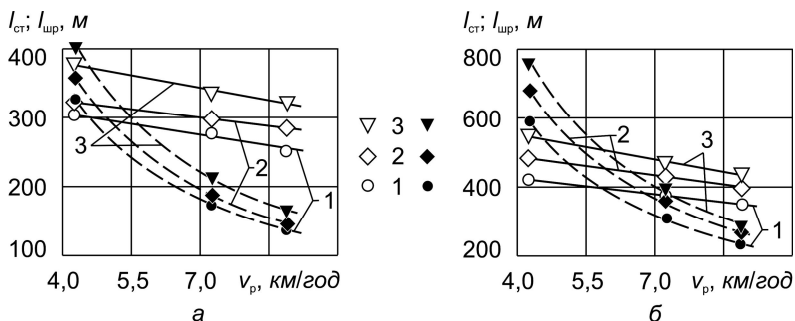


Рис. 2. Зміна довжини піднятої з поля стрічки трести $l_{ст}$ (суцільні лінії) і довжини шару стебел в рулоні $l_{шр}$ (пунктирні лінії) залежно від швидкості руху v_p збирального агрегату у складі прес-підбирачів ПР-1,2Л (а) і ППР-110 (б) за РЦР: 1 – мінімального; 2 - основного; 3 – максимального

Довжина шару стебел в рулоні з підвищенням швидкості руху від 4,26 до 8,90 км/год зменшується (рис.2) за степеневими залежностями ($R^2=0,999...1,000$). На нижньому рівні швидкості руху ($v_p = 4,26$ км/год) довжина шару стебел, запресованого в рулон, перевищує довжину стрічки трести, що піднята з поля. За такого співвідношення досліджуваних довжин створюються умови, що спричиняють підвищене пошкодження стебел трести в рулоні, яке зумовлене з одного боку дією пальців підбираючого механізму на стебла, а з іншого потоншенням шару стебел у формованому рулоні. З подальшим підвищенням швидкості руху довжина шару стрічки трести в рулоні зменшується, що викликає потовщення шару і відповідно сприятиме зменшенню пошкодження стебел трести в рулоні.

На рис.3,а наведена зміна пошкодження стебел залежно від відношення довжини шару стебел, що запресований в рулон, до довжини стрічки трести, яка піднята з поля. Вказане відношення з урахуванням досліджуваних прес-підбирачів, що мали різні ПК, змінювалося від 0,512 до 1,39. Збільшення цього відношення є ознакою потоншення шару стебел, що скочується в рулон і супроводжується підвищенням їх пошкодження.

Для з'ясування характеру підвищення пошкодження стебел при збільшенні відношення $\lambda_{де}$ здійснено вирівнювання експериментальних даних рівняннями прямих з додатними кутовими коефіцієнтами та степеневими, експоненціальними, показовими і логарифмічними функціями.

Найменше значення R^2 -коефіцієнта було зафіксовано у разі вирівнювання експериментальних даних експоненціальними і показовими функціями.

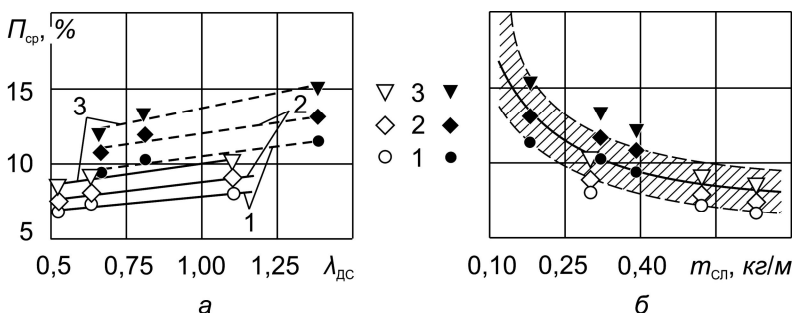


Рис. 3. Зміна (а) пошкодження стебел трести P_{cp} в рулоні, що сформований прес-підбирачем ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму (суцільні лінії) і прес-підбирачем ППР-110 з ПК сталого об'єму (пунктирні лінії), залежно від відношення λ_{dc} довжини шару стебел в рулоні до довжини стрічки трести, що її піднімають з поля, та вплив (б) лінійної маси $m_{сл}$ шару стебел трести в рулоні на їх пошкодження P_{cp} : 1 – положення РЦР мінімальне; 2 – основне; 3 – максимальне

Краще наближення до результатів експерименту забезпечувало вирівнювання прямими та степеневими і логарифмічними функціями. Наприклад, при використанні прес-підбирача ПР-1,2Л за установки РЦР в основному положенні у разі вирівнювання за прямою $R^2 = 0,976$, а за степеневію і логарифмічною функціями відповідно 0,988 і 0,993. Приблизно такі співвідношення відмічені і у решті досліджуваних зв'язках. Проте графічне зображення вказаних трьох вирівнюючих функцій засвідчило про їх майже цілковите співпадання. Тому на рис.3, а наведена апроксимація експериментальних даних за прямолінійними залежностями. За значеннями кутових коефіцієнтів рівнянь прямих збільшення відношення λ_{dc} на одиницю викликає підвищення пошкодження стебел на 1,9...4,1% залежно від типу ПК та положень РЦР прес-підбирачів. З графіків, які наведені на рис. 3, а, видно, що в прес-підбирачі ППР-110 з ПК сталого об'єму пошкодження стебел дещо більше у порівнянні з прес-підбирачем ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму.

В прес-підбирачі ППР-110 з ПК сталого об'єму пошкодження стебел залежно від діаметра рулону зростає за прямолінійною залежністю вигляду:

$$P_{cp} = 0,116 m_p - 1,177 \quad \text{при} \quad R^2 = 0,991, \quad (1)$$

а в прес-підбирачі ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму за рівнянням

$$P_{cp} = 0,088 m_p - 0,698 \quad \text{при} \quad R^2 = 0,999, \quad (2)$$

де m_p – маса рулону, що змінювалася від 85 до 140 кг.

Лінійна маса шару стебел в рулоні залежно від швидкості руху прес-підбирачів, типу їхніх ПК та положень РЩР змінювалася в межах від 0,18 до 0,63 кг/м, а її середнє арифметичне значення, середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації становили відповідно 0,39 і 0,14 кг/м та 35,9%. З урахуванням факторів, що вказані вище, розподіл пошкоджень коливався від 6,8 до 15,2% за середнього арифметичного значення і середнього квадратичного відхилення відповідно 10,0 і 2,22% та коефіцієнта варіації 22,2%. З відповідними позначеннями на рис. 3, б наведені експериментальні значення досліджуваних ознак. Опрацювання наведених даних показало, що зміну пошкодження стебел трести в рулоні P_{cp} (%) залежно від збільшення лінійної маси шару стебел в ньому m_{cl} (кг/м) можна подати рівнянням гіперболи вигляду:

$$P_{cp} = 6,03 + 1,33 / m_{cl} \quad \text{при} \quad R^2 = 0,569, \quad (3)$$

де R^2 – коефіцієнт, що визначає міру наближення вирівняних за залежністю (3) значень результативної ознаки до її експериментальних значень.

На рис.3,б наведена крива зміна P_{cp} залежно від m_{cl} , що побудована за залежністю (3). Помилка рівняння (3), що визначена за середнім квадратичним відхиленням розподілу P_{cp} та кореляційним відношенням P_{cp} по m_{cl} , становила 1,46%. За розрахованою помилкою на рис.3,б вказана заштрихована зона, що характеризує зміну P_{cp} залежно від m_{cl} з урахуванням визначеної помилки. В заштриховану зону увійшло 83,3% пар досліджуваних ознак, прийнятих для розрахунку рівняння (3). Коефіцієнт детермінації, що визначав силу зв'язку P_{cp} і m_{cl} , становив 0,569. Отже, варіація m_{cl} на 57% причинно зумовлює варіацію пошкодження стебел трести в рулоні. Аналіз рівняння (3) за його асимптотою свідчить, що шляхом відповідних технологічних регулювань прес-підбирачів, формуванням стрічки трести, яку підбирають, та вибором швидкісного режиму агрегату можна забезпечити його використання, за якого пошкодження не перевищуватиме 6%. За рівнянням (3) і графіком зміни P_{cp} залежно від m_{cl} (рис. 3, б) простежується, що пошкодження, яке не перевищує 10%, може бути забезпечене за умови формування рулону з лінійною масою шару стебел 0,34 кг/м. З урахуванням помилки рівняння (3) вказане обмеження пошкодження в експлуатаційних умовах витримуватиметься при зміні лінійної маси шару стебел в рулоні в межах 0,25...0,53 кг/м [8].

Висновки. Пошкодження стебел льонотрести в рулонах розглянуто як одиничний показник технологічної надійності прес-підбирачів з пресувальними камерами змінного і сталого об'ємів. З підвищенням швидкості руху збиральних агрегатів в межах 4,26...8,90 км/год пошкодження

стебел в прес-підбирачі з камерою змінного об'єму зменшується від 10,2 до 6,8%, а в прес-підбирачі з камерою сталого об'єму – від 15,2 до 9,4%. Зі зміною установки регулятора щільності рулону від мінімального до максимального положення пошкодження стебел трести зростає за прямолінійною залежністю. З підвищенням швидкості руху довжина стрічки піднятої трести досліджуваними прес-підбирачами залежно від положення регулятора щільності рулону зменшується за законом прямих, а довжина шару стебел в рулоні зменшується за степеневими залежностями. Зі зміною відношення довжини шару стебел в рулоні до довжини стрічки піднятої трести від 0,519 до 1,39 пошкодження стебел трести зростає за прямолінійними залежностями і це пошкодження більше в прес-підбирачі з пресувальною камерою сталого об'єму. З підвищенням лінійної маси шару стебел в рулоні від 0,18 до 0,63 кг/м їх пошкодження зменшується за гіперболічною залежністю, що варто враховувати при проектуванні організації збирання льонотрести та підвищення технологічної надійності прес-підбирачів.

Напрямок подальших розвідок на нашу думку слід зосередити на пізнанні ущільнення рулонів трести залежно від швидкості руху збиральних агрегатів та регулювань прес-підбирачів.

Список використаних джерел

1. 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 / за ред. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. – Дослідницьке: Укр НДПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. – 296 с.
2. Хайліс Г.А. Механіка рослинних матеріалів: навч. посіб. / Г.А. Хайліс, Ю.В. Федорусь. – Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького держ. техніч. ун-ту, 2004. – 302 с.
3. Пиуновский И.И. Исследование технологии раздельной уборки льна / И.И. Пиуновский, К.Ф. Терпиловский, В.П. Клявина // Тр. ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. – Минск: Урожай, 1969. – Т. 6. – С. 142 – 151.
4. Черников В.Г. К вопросу связи стеблей тресты с льнищем / В.Г. Черников // Тр. Великолукского с.-х. ин-та. – Великие Луки, 1969. – Вып. 8. – С. 414 – 418.
5. Толстушко Н.О. Визначення прогину нескінченних пасів рулонного прес-підбирача / Н.О. Толстушко // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького нац. техніч. ун-ту, 2012. – Вип. 23. – С. 125 – 129.

6. Климчук В.М. Теоретичні основи формування рулонів льонотрести пресами з камерами змінюваного і постійного об'єму / В.М. Климчук // Механізація та електрифікація с. г. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ» УААН, 2007. – Вип. 91. – С. 148 – 156.
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.
8. Формування рулонів льонотрести прес-підбирачами / А.С. Лимонт, В.М. Климчук, В.В. Любченко [та ін.] // Вісн. аграр. науки. – 2011. – № 8. – С. 45 – 48.

Аннотация

ПОВРЕЖДЕНИЕ ЛЬНОТРЕСТЫ В РУЛОНАХ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКОВ

А.С. Лимонт, В.М. Климчук

Повреждение тресты в рулонах оценивает технологическую надежность пресс-подборщиков. Исследовано влияние эксплуатационных режимов и регулировочных параметров пресс-подборщиков на повреждение тресты. В зависимости от исследуемых факторов с учетом параметров ленты повреждение тресты в рулонах изменялось в пределах 6,8...15,2%.

Abstract

THE DAMAGE OF FLAX STALKS IN ROLLS AS THE ONLY INDEX OF THE RELIABILITY OF PRESS-PICKUPS

A. Limont, V. Klimchuk

The damage of flax stalks in rolls shows the technological reliability of press-pickups. The effects of operational regimes and regulation parameters of press-pick on the level of flax stalks damage have been studied. The results of the study show flat the damage of flax stalks in rolls ranges from 6,8 to 15,2 percent depending on the factors under study and with the account of the band parameters.