

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ  
ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

## ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: „ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДБИРАННЯ ЛЬОНО-  
ТРЕСТИ З ВИКОРИСТАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОГО  
ПРЕС-ПІДБИРАЧА ПРП-1,6”

Виконав: студент 4 курсу групи Аін-43 СП  
спеціальності 208 „Агроінженерія”  
(шифр і назва)

Федина Олексій-Арсен Ярославович  
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Семен Я.В.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент Паславський Р.І.  
(прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

УДК 631.3. – 635.21

Підвищення ефективності підбирання льоно-трести з використанням удосконаленого прес-підбирача ПРП-1,6. Федина О.-А. Я. –Дипломний проєкт. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. Олександра Семковича. –Дубляни, Львівський НУП, 2024.

56 с. текст. част., 8 рис., 1 табл., 22 джерела, 6 арк. графіч. част. формату А1.

Проаналізовано способи та засоби для збирання льону-довгунцю й підбирання льоно-трести зокрема.

Запроектована операційна технологія підбирання льоно-трести з використанням удосконаленого прес-підбирача ПРТ-1,6, розроблена операційна схема збирання та структурна схема виробництва льону-довгунцю.

Удосконалено конструкцію рулонного прес-підбирача, яка забезпечує підбирання льоно-трести на підвищених швидкостях без її пошкодження, переплутування та рівномірного ущільнення в рулоні.

Розроблено питання охорони праці та довкілля з визначенням травмонебезпечних місць і зон на МТА для підбирання льоно-трести.

Виконане економічне обґрунтування ефективності застосування удосконаленого прес-підбирача під час підбирання льоно-трести. Розрахунки показали, що прямі затрати зменшуються на 2024,91 грн. /га в порівнянні з базовою операційною технологією, а затрати праці на одиницю роботи під час використання удосконаленого прес-підбирача знижуються на 40,31%.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ</b> .....	7
1.1. Характеристика способів збирання льону-довгунцю.....	7
1.2. Аналіз засобів для збирання льону-довгунцю .....	7
1.3. Аналіз конструкцій машин для підбирання льоно-трести.....	11
Висновки.....	15
<b>2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ</b>	
<b>ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЮ</b> .....	16
2.1 Технологія збирання льону-довгунцю.....	16
2.2 Агробіологічні особливості та агротехнічні вимоги.....	16
2.3 Організація і технологія виконання операції.....	17
2.4 Розрахунок агрегату для підбирання льоно-трести.....	18
2.5 Технологічна наладка агрегату для підбирання льонотрести.....	27
Висновки.....	28
<b>3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ</b>	
<b>ПРЕС-ПІДБИРАЧА ЛЬОНОТРЕСТИ</b> .....	29
3.1 Обґрунтування конструктивної розробки.....	29
3.2 Розрахунок запропонованого удосконалення.....	29
3.2.1 Розрахунок параметрів розпушувача.....	30
3.2.2 Розрахунок ланцюгової передачі приводу розпушувача.....	32
3.2.3 Розрахунок шпонкового з'єднання.....	40
Висновки.....	41
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ</b> .....	42
4.1 Окреслення чинників можливих травм та аварій під час підбирання льоно-трести.....	42
4.2 Розрахунок стійкості роботи МТА.....	44
4.3 Техніка безпеки під час роботи на МТА для підбирання трести.....	45
Висновки.....	46

	4
<b>5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ</b> .....	47
5.1 Основні чинники негативного впливу на довкілля під час вирощування і збирання льону-довгунцю.....	47
5.2 Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів.....	48
5.3 Шляхи зниження негативної дії на довкілля об'єкту дослідження.....	48
Висновки.....	49
<b>6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ПРЕС-ПІДБИРАЧА</b> .....	50
Висновки.....	52
<b>ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ</b> .....	53
<b>СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ</b> .....	55

## ВСТУП

Льонарство – важлива галузь сільськогосподарського виробництва України останнім часом починає відроджуватися і займати своє місце в структурі виробництва, оскільки льоно-треста є сировиною для отримання волокна, а побічна продукція використовується для виготовлення меблів, у медицині й харчовій промисловості [10-12].

Вирощувати льон-довгунець слід в науково-обґрунтованих сівозмінах, які включають кормові та зернові культури. Льон-довгунець вимагає внесення мікродобрив, а також високої культури проведення окремих технологічних операцій.

Існують різні технології виробництва льону-довгунцю – інтенсивні, індустріальні енергозберігаючі. Вони характеризуються високою культурою землеробства, вимагають своєчасного проведення всіх агрономічних заходів, спрямованих на формування високого врожаю на всіх стадіях росту й розвитку рослин.

Рівень механізації більшості технологій становить 85-90 %, проте операції, пов'язані зі збиранням льону-довгунцю, на які припадає біля 30-40 % всіх затрат, механізовані лише частково, особливо під час проведення операцій, пов'язаних із отриманням льоно-трести [3, 11, 12, 17].

За існуючих технологій використувані МТА не завжди відповідають вимогам, які до них ставляться, особливо з погляду забезпечення якості зібраного врожаю та зменшення затрат механічної енергії й затрат праці. Під час збирання льону-довгунцю доводиться залучати значну кількість допоміжних працівників. Саме тому, перспективними в цьому плані вважаються агрегати, які за один прохід вибирають льон з одночасним обчісуванням його насінневих коробочок, що дасть можливість отримати готову продукцію вищої якості.

Тому метою дипломного проєкту є проведення аналізу способів і засобів для збирання льону-довгунцю, розробка операційної технології на збирання даної сільськогосподарської культури з конструктивним удосконаленням льонозбирального комбайна, розробка заходів для безпечної роботи машинно-тракторних агрегатів в загінці та охорони навколишнього середовища.

## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

### 1.1 Характеристика способів збирання льону-довгунцю

На сьогоднішній день вирощування льону-довгунцю в Україні дуже сильно скоротилося і посівні площі його не перевищують 1000 га в цілому. Незважаючи на це біля 70% всіх посівів льону-довгунцю збирають комбайновим способом з одночасним зв'язуванням вибраних стебел у снопи або розстеляючи їх стрічкою на вибраному полі. Решту посівів збирають сноповим способом з використанням льонобралок та льономолотарок МЛ-2,8П [3, 4, 12].

За комбайнового способу, через поєднання в льонокомбайні окремих елементарних технологічних операцій вибирання стебел, очісування з них насінневих коробочок і розстеляння очесаної льоно-соломки (або в'язання у снопи) затрати праці скорочуються в 1,8-3,2 рази, якщо реалізують продукцію у вигляді льоно-трести й приблизно в 2,2 рази, якщо реалізувати її у вигляді льоно-соломки порівняно з сноповим способом, за якого можливе ручне в'язання снопів [3, 4, 12, 17].

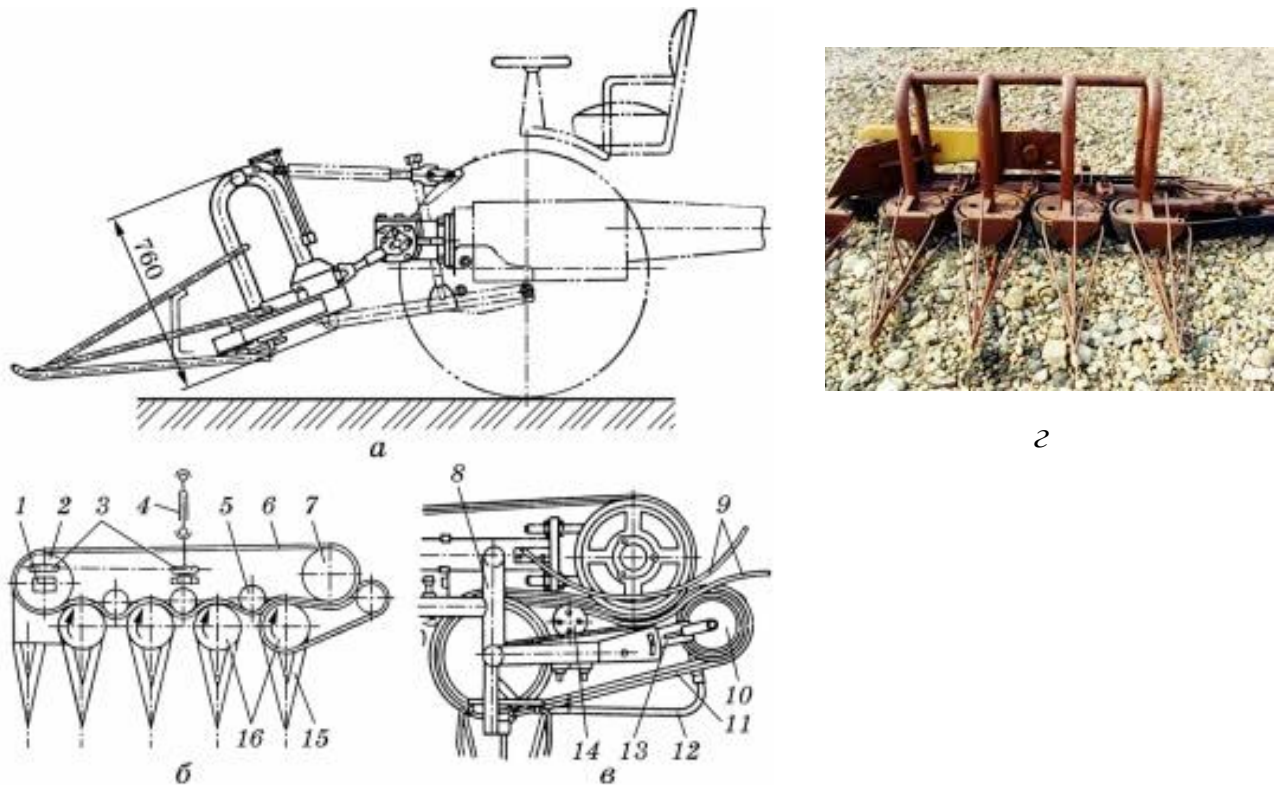
Незважаючи на досить суттєві переваги щодо продуктивності й технологічності за комбайнового способу виникла проблема штучного сушіння льоно-вороху, яка залишається не вирішеною до цього дня, оскільки технологічний процес сушіння лляного вороху досить складний за виконанням, характеризується значними затратами праці та енергії [3, 5, 17].

### 1.2 Аналіз засобів для збирання льону-довгунцю

В залежності від способів збирання льону-довгунцю застосовують два типи бральних машин – льонобралки або льонозбиральні комбайни.

Фронтальна льонобралка ТЛН-1,5А вибирає стебла льону-довгунцю з ґрунту й укладає їх у вигляді тонкої стрічки за ходом руху агрегату. Льонобралка складається з трубчастої рами 8 (рисунок 1.1) на якій через кожні 380 мм змонтовано п'ять подільників 15, чотирьох прогумованих дисків 16, діаметр кожного

з яких становить 350 мм, основного брального паса 6, що має ведучі й ведені шківви, вивідного пристрою – окремого нескінченного паса 11 з приводним вивідним шківвом 10 і прутками 9 [3, 12, 22].



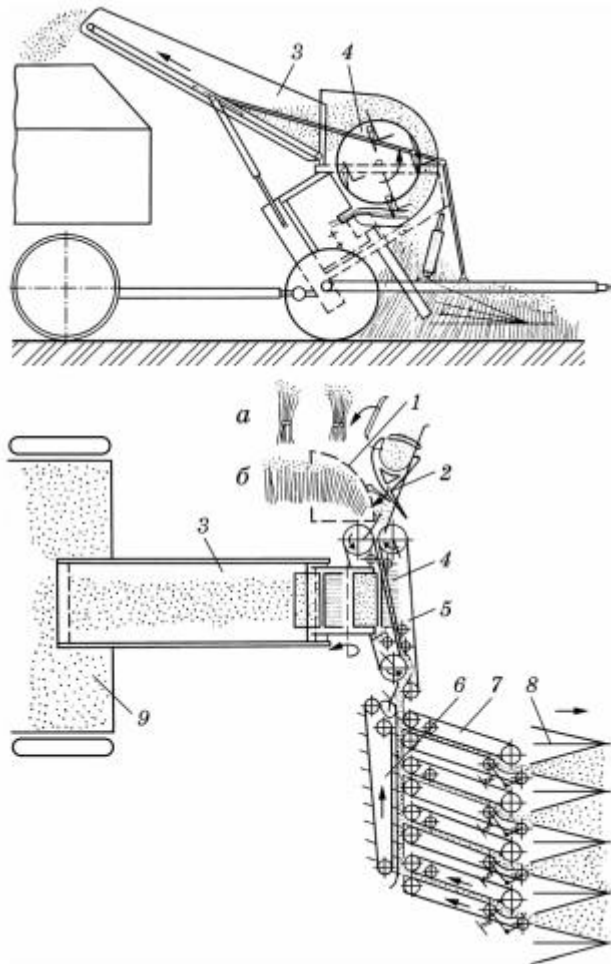
**Рисунок 1.1** Льнообралка ТЛН-1,5А:

*a* – вигляд збоку; *б* – схема функціональна; *в* – пристрій вивідний; *г* – загальний вигляд; 1 – редуктор; 2 – шків ведучий; 3 – передача ланцюгова; 4 – передача карданна; 5 і 14 – ролики притисні; 6 – пас бральний основний; 7 – шків натяжний; 8 – рама; 9 – прутки; 10 – шків вивідний; 11 – пас вивідний; 12 – пруток; 13 – пристрій натяжний; 15 – подільник; 16 – диски прогумовані.

Торпедоподібні подільники 15 виготовлені з металевих прутків у формі просторового клина із загнутим вверх носком, який запобігає зариванню їх в ґрунт.

Основний бральний пас 6 виготовлений у вигляді нескінченної стрічки з прямокутними виступами всередині. За допомогою цих виступів бральний пас заходить у спеціальні пази такого ж профілю ведучого 2 й натяжного 7 шківів, щоб запобігти зміщенню паса 6 в горизонтальній площині. Технологічно бральний пас 6 контактує з прогумованими дисками 16, утворюючи таким чином пасово-дисковий бральний апарат, для приводу якого в дію від ВВП трактора застосовують через карданну 4 і ланцюгову 3 передачі та центральний редуктор 1.

Льонозбиральний комбайн ЛКВ-4А вибирає стебла льону-довгунцю з ґрунту, очісує з них насіннєві коробочки, які подаються на причіп 9 (рисунок 1.2), а льоно-соломка в'яжеться у снопи (рисунок 1.2, а) або укладається на полі у вигляді тонкої стрічки (рисунок 1.2, б) в залежності від модифікації льонокомбайна [3, 12, 17, 22].



б

**Рисунок 1.2 Функціональна схема льонозбирального комбайна ЛКВ-4А:**

*а* – зв'язування стебел у снопи; *б* – розстилання стебел у стрічку; *в* – загальний вигляд; 1 – щит для розстеляння; 2 – апарат в'язальний; 3 – конвеєр вороху; 4 – барабан очісувальний; 5 – конвеєр затискний; 6 – конвеєр поперечний; 7 – апарат бральний; 8 – подільник; 9 – причіп.

Гідрофікований льонозбиральний комбайн ЛКВ-4А складається з таких основних вузлів (частин): зварної рами з причіпним пристроєм, п'яти подільників 8, стрічково-роликових бральних апаратів 7, поперечного 6 та затискного 5 конвеєрів, очісувального апарату, всередині якого змонтовано барабан 4 з гребінками, в'язального апарату 2 та конвеєра для транспортування у причіп 9 насіннєвих коробочок (вороху) 3. Рама комбайна опирається на три здвоєні пнев-



матичні колеса. Привід робочих органів льонокомбайна здійснюється від ВВП трактора через карданну передачу й передавальні механізми, передбачені конструкцією льонокомбайна. Замість в'язального апарату льонокомбайн обладнують щитом 1 для розстеляння льоно-соломки одразу на вибраному полі [3, 12].

Бральні апарати 7 льонозбирального комбайна – це чотири робочі секції прогумованих пасів. Вони контактують між собою завдяки чому утворюються робочі й холості вітки. Перед бральними апаратами змонтовано торпедоподібні подільники 8, розміщені на відстані 380 мм один від одного за фронтом руху льонокомбайна. Паси приводяться в дію ведучими шківками (роликами), змонтовані на вихідних валах редуктора шестерень.

Поперечний конвеєр 6 льонокомбайна – це три контури втулковороликів ланцюгів, на яких з однаковим кроком змонтовано голками для захоплення та транспортування вибраних стебел льону-довгунцю до затискного конвеєра 5.

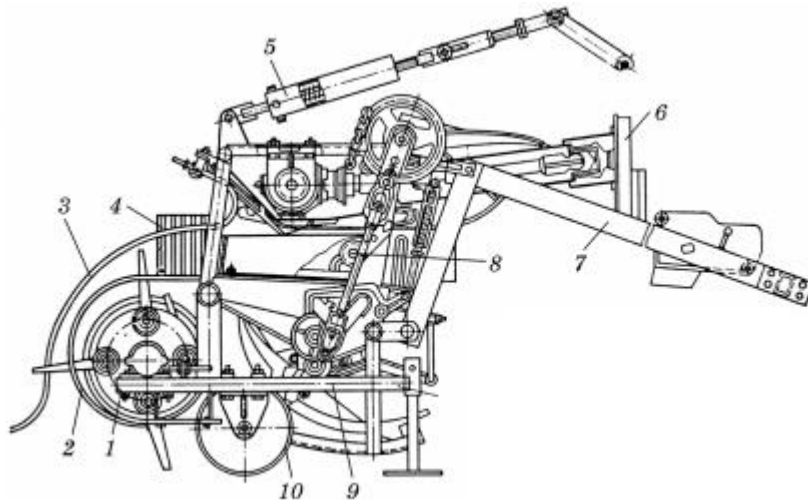
Обчісувальний апарат льонозбирального комбайна ЛКВ-4А містить барабан 4 (див. рисунок 1.2), який має чотири гребінки з вертикальними й горизонтальними лопатками. Горизонтальні лопатки перекидають очесаний зі стебел льонovorox на стрічковий конвеєр 3, а вертикальні – не дозволяють намотуватися на барабан 4 стебел льону-довгунцю, які можуть вирватися під час утримування їх між вітками затискного конвеєра 5 в момент очісування насінневих коробочок.

Під час руху льонозбирального комбайна на полі його подільники 8 поділяють смугу льону-довгунцю на окремі стрічки, звужують їх та скеровують у зазор між пасами бральних апаратів. Тут стебла захоплюються пасами, вириваються з ґрунту й переміщуються до поперечного конвеєра 6, де захоплюються його голками й скеровуються до затискного конвеєра 5. Захоплені вітками затискного конвеєра 6 стебла льону-довгунцю утримуються ними, а насінневі коробочки з стебел очісуються гребінками обчісувального барабана 4 й скеровуються на стрічковий конвеєр 3, а далі – у тракторний причіп 9.

Стебла льону-довгунцю вже без насінневих коробочок скеровуються затискним конвеєром 5 до в'язального апарата 2 (див рисунок 1.2, а) або розстелювального столу (див. рисунок 1.2, б).

### 1.3 Аналіз конструкцій машин для підбирання льоно-трести

Начіпний підбирач трести ПТН-1 застосовують для підбирання й одночасного зв'язування в снопи льоно-трести або стебел льону-довгунцю, розстелених стрічкою після збирання льонокомбайном чи льонобралкою. Підбирач має трубчасту основну раму 9, барабан 1 для підбирання льоно-трести, притискач стебел льону-довгунцю 3, в'язальний апарат 8 та конвеєр-підбивач 4. Приводиться в дію від ВВП трактора класу 0,6 через механізми передач 6. Начіпний пристрій 7 забезпечує з'єднання підбирача з енергетичним засобом. Амортизатор 5 разом з опорним колесом 10 забезпечують якісне копіювання поверхні поля й ефективне підбирання стрічки льону-довгунцю.



**Рисунок 1.3. Підбирач трести начіпний ПТН-1:**

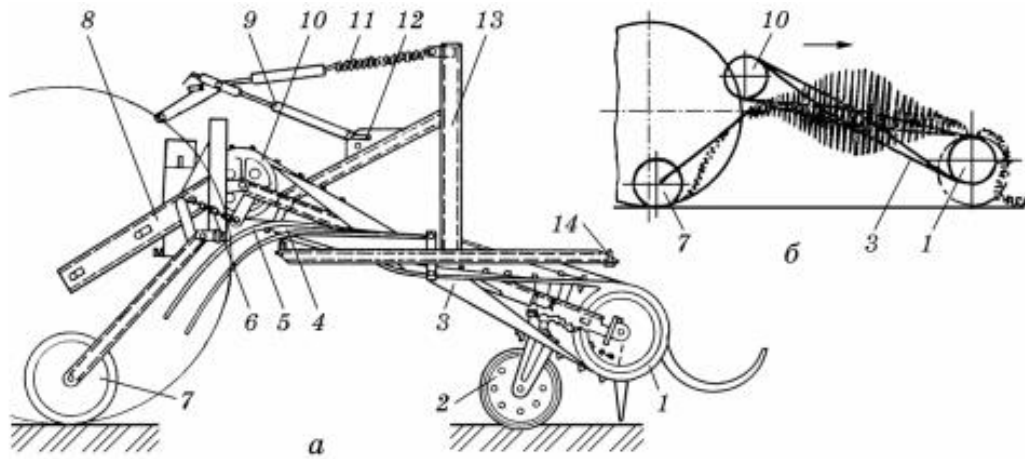
1 – барабан підбиральний; 2 – кожух; 3 – притискач стебел; 4 – конвеєр-підбивач; 5 – амортизатор; 6 – передавальний механізм; 7 – начіпний пристрій; 8 – в'язальний апарат; 9 – основна рама; 10 – копіювальне колесо.

Під час переміщення агрегату для підбирання стебел льону-довгунцю або льоно-трести з поверхні ґрунту зуби підбирального барабана 1 піднімають стебла і рівномірним потоком спрямовують їх між кожухом 2 барабана і притискачем 3 до приймальної камери (стола) в'язального апарата 8. Під час переміщення на столі шар стебел зі сторони їх кореневої системи піддається дії конвеєра-підбивача 4 для вирівнювання. Згодом пакувальниками вони скеровуються до

в'язального апарата 8, який зв'язує стебла льону (трести) в снопи й укладає їх на поверхню поля за напрямком руху агрегату.

Недоліком машини є надмірне пошкодження льоно-трести пальцями підбивального барабана та її втрати внаслідок неповного підбирання стебел льону.

Підбирач-обертач ОСН-1А призначений для обертання стрічки льону-довгунцю під час її вилежування на стелищі. Він має раму з начіпним пристроєм і механізмом приводу, підбиральний барабан 1, перехресний пальчиковий конвеєр 3, ведучий шків 10, ущільнювальний коток 7, опорні копіювальні колеса 2.



**Рисунок 1.4 Підбирач-обертач ОСН-1А:**

а – вигляд збоку; б – функціональна схема; 1 – барабан підбиральний; 2 – колесо копіювальне; 3 – конвеєр; 4 і 5 – прутки; 6 – ланцюг; 7 – коток; 8 і 13 – рами; 9 – тяга; 10 – шків ведучий; 11 – пружина; 12 – палець; 14 – гвинт регулювальний

Під час переміщення підбирача-обертача вздовж стрічки льону-довгунцю (льоно-трести) пальці його підбирального барабана 1 розміщуються по її центру. Обертаючись на барабані, пальці піднімають стебла льоно-соломки (льоно-трести) й спрямовують їх на перехресний пальчастий конвеєр 3, який обертає стебла на 180 град. та тут же укладає на поверхню поля. Одразу коток 7 вирівнює та ущільнює стрічку стебел на полі.

Недоліком машини є втрати льоно-соломки (льоно-трести), якщо машина працює на ділянках з доволі високою стернею на стелищі. Крім того, технологічний процес роботи підбирача-обертача ОСН-1А завершується тільки обертанням, а не підбиранням трести.

Підбирач-утворювач порцій ППП-3 призначений для згрібання готової льоно-трести із стрічок з одночасним формуванням з них невеликих валків (порцій). Машина має раму, на якій змонтовано секції пружинних зубів, розміщених у два ряди зубів, горизонтальні прутки очисної решітки та опорні колеса. Підбирач обладнаний механізмом піднімання секцій та начіпним пристроєм.

Під час руху агрегату вздовж розстеленої стрічки льоно-трести пружинні зуби згрібають її й формують валок (порцію). Коли порція готова грабельний апарат піднімають і вона залишається на поверхні поля.

Недоліком підбирача-утворювача порцій ППП-3 є те, що він тільки формує порції й залишає їх на поверхні поля. Отримані таким чином порції доводиться в'язати у снопи вручну.

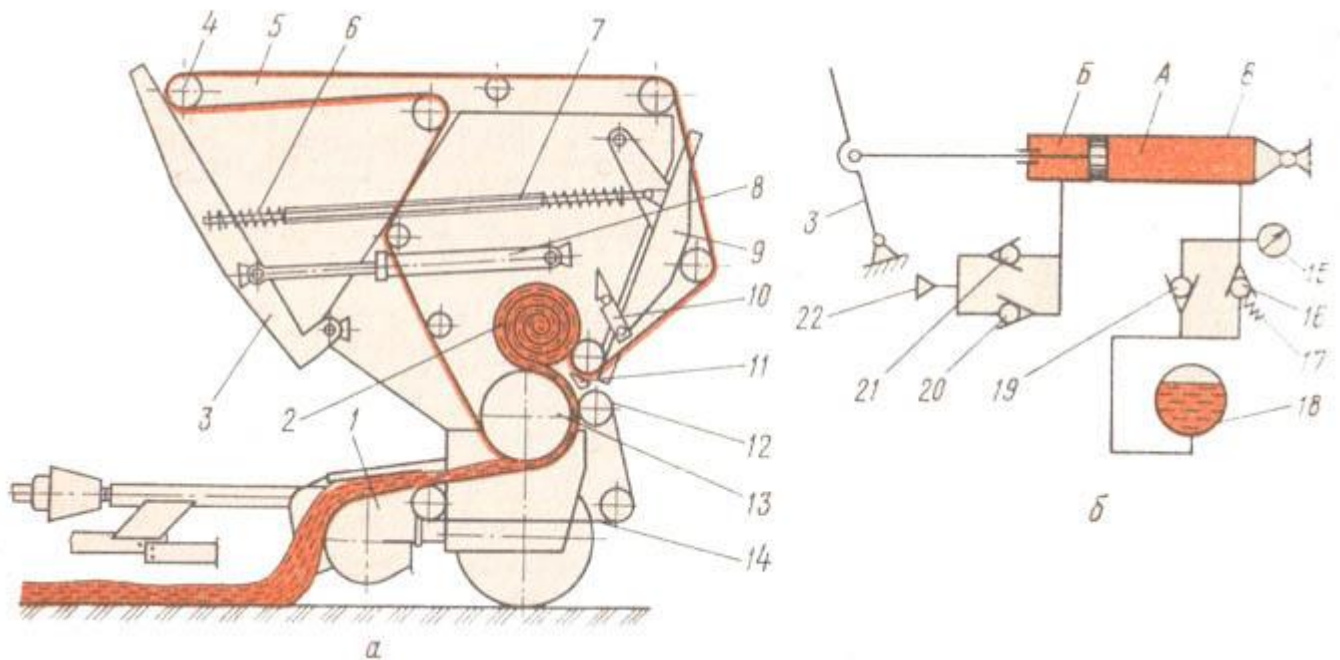
Рулонний прес-підбирач ППП-1,6 призначений для підбирання валків сіна чи соломи з формуванням з них рулонів циліндричної форми, вагою до 500 кг і діаметром до 1,5 м, які автоматично обмотуються шпагатом й укладаються на поверхню поля. Машина також може використовуватися для підбирання стрічок льоно-трести, формуючи з них рулони і укладаючи їх на поверхню поля.

Основними складовими прес-підбирача є ходова частина, підбирач 1 (рисунок 1.5, а) барабанного типу, подавальний пасовий транспортер 14, пресувальна камера, механізм приводу, обмотувальний апарат і система сигналізації.

Пресувальна камера, де формується циліндричний рулон, складається з боковини і п'яти пресувальних плоских пасів 5, які натягуються гідроциліндрами 8, закріпленими на боковинах прес-підбирача. Опирається прес-підбирач на два пневматичні колеса. Натискні паси приводяться під дію від гладкого барабана 13. В задній частині камери змонтовано клапан 9, що утримується в закритому положенні замком 10, а в передній частині – рухома рамка 3. Обмотувальний апарат складається з правої та лівої касет для шпагату, голки, механізму обрізання шпагату та механізму приводу.

Під час руху агрегату вздовж стрічки льон-трести пружинні пальці підбирача 1 підбирають стрічку й подають стебла на пас транспортера 14. Далі маса переміщується між стрічками транспортера і барабаном 13, де попередньо стис-

кається, ущільнюється та закручується в зоні петлі 2, утвореної пресувальними пасами 5.



*в*

**Рисунок 1.5 Прес-підбирач рулонний ПРП-1,6:**

*а* – схема технологічного процесу; *б* – схема гідравлічної системи; *в* – загальний вигляд; 1 – підбирач барабанний; 2 – петля; 3 – рамка; 4 – валик; 5 – пресувальний пас; 6 – пружина; 7 – штанга; 8 – гідроциліндр; 9 – клапан; 10 – замок; 11 – відсікач; 12 – рухливий валик; 13 – барабан; 14 – транспортер; 15 – манометр; 16 – зливний клапан; 17 – регулююча пружина зливного клапана; 18 – пневмогідроакумулятор; 19 – зворотний клапан; 20 і 21 – клапани затвора; 22 – гідролінія подачі масла від гідросистеми трактора; А і Б – порожнини гідроциліндра

При формуванні рулону розмір петлі збільшується завдяки повороту (за ходом годинної стрілки) рамки 3, яка долає протидію пружини 6 і робочої рідини, що витікає з порожнини А (див. рисунок 1.5, б) гідроциліндра 8 через зливний клапан 16 у пневмогідроаккумулятор 18. Коли рулон досягає заданого діаметра, включається обмотувальний апарат. Спочатку автоматично подається звуковий сигнал і в подальшому обмотування відбувається при зупиненому агрегаті. Після цього звільняють замки 10, клапан 9 повертається під дію пружини 6 і рулон викидається натискними пасами на землю.

Рамка 3 повертається у вихідне положення штоком гідроциліндра 8, що переміщується під дією тиску масла, яке надходить із пневмогідроаккумулятора 18 через зворотний клапан 19. При цьому золотник гідророзподільника трактора знаходиться в положенні «Плаваюче» і масло із порожнини Б гідроциліндра витісняється в бак гідросистеми трактора через клапан 20 затвора. Для відкриття клапана 9 під час проведення ТО або усунення несправностей важіль гідророзподільника трактора переводять в положення «Піднімання». В цьому випадку робоча рідина по магістралі 22 скеровується в порожнину гідроциліндра 8 через клапан 21 затвора.

Недоліком даної машини є надмірне ущільнення трести, а іноді заплутування та розривання волокна через дію на льоно-тресту пальців підбирача, а також втрати через неповне підбирання.

### Висновки

1. Для збирання льону-довгунцю застосовують два способи – комбайновий та сноповий;
2. Підбирання льоно-трести можна проводити машинами, які одночасно із її підбиранням формують снопи або рулони;
3. Для підбирання льоно-трести з формуванням рулонів доцільно використовувати прес-підбирачі, обладнані пасовим пресувальним механізмом.

## 2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЮ

### 2.1 Технологія збирання льону-довгунцю

Збирають льон-довгунець переважно льонокомбайнами ЛК-4А або ЛК-4Т врозстил. Можна також застосовувати й льонокомбайни ЛКВ-4 або ЛКВ-4А з в'язанням обчесаної льоно-соломки в снопи, з яких формують бабки для висушування в на полі, а потім відправляють на льонозавод з цехом промислового виготовлення льоно-трести.

Процес формування льоно-трести відбувається на стелищах з попередньо вистелених комбайном стрічок льоно-соломки, яка перетворюється в тресту впродовж 3-5 тижнів. Для покращення якості льоно-волокна стрічки у процесі їх вилежування обертають на другий бік обертачами ОСН-1А.

Як тільки стебла льону вилежались, тобто перетворились в льоно-тресту їх підбирають за допомогою підбирачів ПТН-1А, або переобладнаних рулонних прес-підбирачів ПРП-1,6.

### 2.2 Агробіологічні особливості та агротехнічні вимоги

Льон-довгунець – це однорічна високоросла одностеблова рослина, яку вирощують з метою отримання волокна й насіння. Діаметр стебла на період вибирання льону становить у середньому 1-2 мм, а у верхній частині стебла утворюється від 3 до 8 насінневих коробочок, діаметром 4-8 мм. Коренева система льону-довгунцю невелика та слабо зв'язана з ґрунтом, через що його легко виривати з нього із незначним (4-8 Н) зусиллям. Тому льон-довгунець вибирають з ґрунту льонозбиральними машин, відриваючи від стебел насінневі коробочки.

Льон-довгунець збирають у стадії ранньої жовтої або жовтої стиглості для отримання найбільшого виходу волокна. В цей період стебла й головки мають світло-жовтий відтінок, а їх вологість сягає 50-60%. Насіння льону-довгунцю дозріває під час польового сушіння в снопах, зложених у бабки (купи).

Під час збирання льону-довгунцю комбайнами чистота брання стебел має становити не менше 99% для прямостоячих і не менше 95% для полеглих стебел. Розірваних, поламаних, сплюснених або пошкоджених іншим чином стебел не повинно бути більше за 5%; усі насінневі коробочки повинні бути очесані – загальна їх кількість – не менше 98%; допустимі відходи стебел у льоновий ворох під час очісування насінневих коробочок – не більше 3-4%, а загальні втрати насіння – не більше 5% [3, 11, 17].

Стебла за льонозбиральним комбайном повинні укладатись у тонку стрічку без перекосів, розтягувань та переплутувань. Усі стрічки стебел льону-довгунцю (льоно-соломки) повинні бути прямолінійні, рівномірні за товщиною, без розривів і скупчування. Допустима розтягнутість стебел у стрічці – не більше як у 1,2 рази, їх перекіс – до 20 град. В'язальні апарати повинні високоякісно зв'язувати не менше 97% снопів, а їх діаметр має бути у межах 14-18 см [3, 11, 17].

Коли підбираються стрічки льоносоломки (льоно-трести) з одночасним зв'язуванням їх у снопи, то повнота підбирання повинна бути не меншою за 99%, а можливе пошкодження стебел не повинно перевищувати 3%; загальна кількість незв'язаних снопів – не більше 4%.

Під час пресування льоно-соломки (льоно-трести) в рулони їх загальні допустимі пошкодження не повинні перевищувати 5% [3, 11, 17].

### 2.3 Організація і технологія виконання операції

Прогресивною є комбайнова технологія збирання льону-довгунцю, за якої всі операції виконуються у безперервному потоці.

Перед початком роботи поле необхідно підготувати до роботи – розбити поле на загінки, величина яких обмежується площею поля, що може зібрати льонозбиральний комбайн за зміну, позначити поворотні смуги, вибравши з них льон-довгунець за допомогою льонобралки ТЛН-1,5А та відмітити перешкоди, які не можна усунути.

Для утворення льоно-трести льоно-соломку витримують на стелищі до повного формування волокна й розкладання пектинових речовин. При цьому стріч-



ку льону обертають машиною ОСН-1А. Після утворення льоно-трести її підбирають переобладнаною машиною ПРП-1,6.

Однією з основних технологічних операцій під час збирання льоно-трести є підбирання стрічки льону з формуванням рулону відповідної щільності, а тому проведемо розрахунок даної операції з використанням удосконаленого підбирача ПРП-1,6.

#### 2.4 Розрахунок агрегату для підбирання льоно-трести

Враховуючи те, що удосконалений прес-підбирач ПРТ-1,6 є тягово-привідним і вимагає доволі суттєвих затрат механічної енергії для приводу його робочих органів, то для його агрегування вибираємо трактор КИЙ 14820 класу 1,4.

Для підбирання льоно-трести в межах технологічно-допустимої швидкості вибираємо третю робочу передачу вибраного енергетичного засобу, для якої гакове зусилля  $P_T = 14,0$  кН, а теоретична швидкість  $V_T = 7,2$  км/год. (3,6 м/с) [21].

Розрахунки агрегату проводимо за методикою, наведеною в [1, 15].

Опір агрегату для підбирання льоно-трести визначаємо за формулою:

$$R_{agr} = R_{всп} + R_m, \quad (2.1)$$

де  $R_{всп}$  – опір, який міг би додатково бути реалізований на привід робочих органів підбирача льоно-трести від ВВП трактора, кН;

$R_m$  – тяговий опір підбирача льоно-трести, кН.

$$R_{всп} = \frac{N\eta_c}{V_p\eta_{mp}}, \quad (2.2)$$

де  $N$  – потужність приводу робочих органів підбирача льоно-трести через ВВП трактора, кВт;

$\eta_c$  – ккд силової передачі трактора;

$\eta_{mp}$  – ккд трансмісії трактора;

$V_p$  – робоча швидкість агрегату для підбирання льоно-трести, м/с.

Робоча швидкість агрегату для підбирання льоно-трести становить:

$$V_p = V_m \cdot (1 - \delta), \quad (2.3)$$

де  $\delta$  – коефіцієнт буксування;

$$V_p = 7,2 (1 - 0,15) = 6,12 \text{ км/год} = 1,7 \text{ м/с};$$

$$R_{\text{всп}} = \frac{12,0 \cdot 0,85}{1,7 \cdot 0,96} = 6,25 \text{ кН}.$$

Тяговий опір підбирача льоно-трести визначається за формулою:

$$R_m = n \cdot B_p \cdot k, \quad (2.4)$$

де  $n$  – кількість машин в агрегаті для підбирання льоно-трести;

$B_p$  – робоча ширина захвату агрегату для підбирання льоно-трести, м;

$k$  – питомий опір підбирача льоно-трести, кН/м.

Враховуючи, що прес-підбирач обладується додатковим розпушувачем його тяговий опір сумарно становить:

$$R_m = 1 \cdot 0,7 \cdot 1,6 + 1 \cdot 2,3 \cdot 1,6 = 4,8 \text{ кН}.$$

Згідно з формули 2.1. отримаємо:

$$R_{\text{агр}} = 6,25 + 4,8 = 11,05 \text{ кН}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання гакового зусилля трактора за формулою:

$$\eta = \frac{R_{\text{агр}}}{P_z}; \quad (2.5)$$

$$\eta = \frac{11,05}{14,0} = 0,79.$$

Коефіцієнт використання ефективної потужності енергетичного засобу визначаємо за формулою:

$$\eta_n = \frac{N_{\text{всп}} + N_{\text{зак}}}{N_e}, \quad (2.6)$$

де  $N_{\text{зак}}$ ,  $N_e$  – відповідно гакова та ефективна потужності двигуна трактора, кВт;

Гакова потужність:

$$N_{zak} = R_{azp} V_p. \quad (2.7)$$

$$N_{zak} = 110,5 \cdot 1,7 = 18,79 \text{ кВт.}$$

Для трактора КИЙ 14820  $N_e = 72,25$  кВт [21].

Тоді

$$\eta_n = \frac{6,25 + 18,79}{72,2} = 0,35.$$

Під час підготовки МТА до роботи проводять усі види заходів, регламентованих відповідними технічними умовами щодо забезпечення роботоздатності трактора та прес-підбирача. Так, для енергетичного засобу потрібно обов'язково виконати щозмінне, а за необхідності й періодичне ТО, перевірити справність роботи усіх його вузлів та систем, заправити трактор ПММ. Встановити систему навіски для приєднання напівначіпної машини ПРП-1,6 та карданну передачу для з'єднання приводів трактора й прес-підбирача.

Готуючи до роботи прес-підбирач перевіряють надійність кріплення робочих органів, механізмів, вузлів та агрегатів, натяг приводних ланцюгів, рівень оливи в редукторі та пневмогідроаккумуляторі, тиск у шинах пневматичних коліс і регулювання гальма правого колеса. За необхідності підтягують кріплення, доливають оливу, регулюють гальмо й натяг приводних ланцюгів. Величина прогину (від зусилля руки) середньої частини ланцюга блока привода підбирача й ланцюга підбирача повинні бути в межах 10-17 мм.

Перед початком збиральних робіт необхідно також провести підготовку поля до роботи, а саме усунути непередбачувані перешкоди, підібрати вручну тресту на поворотах та у місцях де робота агрегату буде неефективною.

Для роботи агрегату вибираємо круговий спосіб руху у межах загінки, величина якої відповідає змінній продуктивності агрегату. Спосіб руху обумовлюється попередньою операцією – розстеляння стрічки та конструкцією прес-підбирача, який є правостороннім і необхідно мати вільний прохід для трактора.

Визначаємо кінематичні параметри агрегату для підбирання льоно-трести. Мінімальна ширина поворотної смуги становить:

$$E_{\min} = 0,9 \cdot R + L_{\kappa} + D_{\kappa}, \quad (2.8)$$

де  $R$  – радіус повороту агрегату для підбирання льоно-трести, м;  
 $L_{\kappa}$  – кінематична довжина агрегату для підбирання льоно-трести, м;  
 $D_{\kappa}$  – кінематична ширина захвату агрегату для підбирання льоно-трести, м.  
 Радіус повороту агрегату для підбирання льоно-трести визначаємо за формулою

$$R = 1,3 \cdot B_{\kappa}, \quad (2.9)$$

$$R = 1,3 \cdot 1,6 = 2,08.$$

Кінематична довжина агрегату для підбирання льоно-трести становить:

$$L_{\kappa} = L_{\text{тр}} + L_{\text{м}}, \quad (2.10)$$

де  $L_{\text{тр}}$ ,  $L_{\text{м}}$  – відповідно кінематична довжина трактора та удосконаленого підбирача льоно-трести, м.

$$L_{\kappa} = 1,2 + 3,9 = 5,1 \text{ м.}$$

Кінематичну ширину агрегату для підбирання льоно-трести визначаємо за формулою:

$$D_{\kappa} = \frac{B_p}{2}, \quad (2.11)$$

$$D_{\kappa} = \frac{1,6}{2} = 0,8 \text{ м.}$$

Тоді, згідно формули (2.8) отримаємо:

$$E_{\min} = 0,9 \cdot 2,08 + 5,1 + 0,8 = 7,77 \text{ м.}$$

Через те, що фактична ширина поворотної смуги повинна бути кратною подвійній ширині захвату агрегату для підбирання льоно-трести, знаходимо кратність ходів агрегату за формулою:

$$Z = \frac{E_{\min}}{2B_p}. \quad (2.12)$$

$$Z = \frac{7,77}{2 \cdot 1,6} = 2,4 \text{ м;}$$

Приймаємо  $Z = 3$ ; тоді фактична ширина поворотної смуги становить:

$$E_{\phi} = 2 \cdot B_p \cdot Z, \quad (2.13)$$

$$E_{\phi} = 2 \cdot 1,6 \cdot 3 = 9,6 \cdot \text{м.}$$

Довжина холостого ходу агрегату для підбирання льоно-трести визначається за формулою:

$$L_x = 4R_0 + 2e + c, \quad (2.14)$$

де  $e$  – довжина виїзду агрегату для підбирання льоно-трести, м;

$c$  – середня довжина холостих переїздів агрегату для підбирання льоно-трести, м;

$$e = 0,1 \cdot L_k, \quad (2.15)$$

$$e = 0,1 \cdot 5,1 = 0,51 \text{ м.}$$

Тоді

$$L_x = 4 \cdot 9,6 + 24 + 2 \cdot 0,51 = 63,42 \text{ м.}$$

Робоча довжина заїмки для ефективної роботи агрегату для підбирання льоно-трести становить:

$$L_p = L - 2E_{\phi}, \quad (2.16)$$

де  $L$  – загальна довжина поля, м;

$$L_p = 400 - 2 \cdot 9,6 = 355,78 \text{ м.}$$

Чистий робочий час агрегату для підбирання льоно-трести в заїмці становить:

$$T_p = \varphi (T_{зм} - T_{зуп}), \quad (2.17)$$

де  $T_{зм}$ ,  $T_{зуп}$  – відповідно тривалість зміни й зупинок трактора з працюючим двигуном, год.;

$\varphi$  – коефіцієнт робочих ходів.

$$T_{зуп} = 0,1 \cdot T_{зм}, \quad (2.18)$$

$$T_{зуп} = 0,1 \cdot 7 = 0,7 \text{ год.}$$

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів агрегату для підбирання льоно-трести за формулою

$$\varphi = \frac{L_p \cdot N_p}{L_p \cdot N_p + L_x \cdot N_x}, \quad (2.19)$$

де  $N_p$ ,  $N_x$  – відповідно, кількість робочих та холостих ходів агрегату для підбирання льоно-трести.

$$N_p = C / B_p; \quad (2.20)$$

де  $C$  – ширина поля (загінки), м.

$$N_p = 300 / 1,6 = 187.$$

$$N_x = C / B_x - 1, \quad (2.21)$$

$$N_x = 300 / 1,6 - 1 = 186.$$

Тоді:

$$\varphi = \frac{355,78 \cdot 187}{355,78 \cdot 187 + 63,42 \cdot 186} = 0,74.$$

Тоді, згідно формули (2.17) чистий робочий час агрегату для підбирання льоно-трести становить:

$$T_p = 0,74 (7 - 0,7) = 4,65 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни агрегату для підбирання льоно-трести визначається за формулою:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (2.22)$$

$$\tau = \frac{4,65}{7} = 0,66.$$

Визначаємо продуктивність агрегату для підбирання льоно-трести за зміну, скориставшись формулою

$$W_{зм} = 0,1 B_p V_p \tau T_{зм}, \quad (2.23)$$

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 1,6 \cdot 6,12 \cdot 0,66 \cdot 7 = 4,55 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність МТА для підбирання льоно-трести за годину становить:

$$W_{\text{год}} = W_{\text{зм}} / 7, \quad (2.24)$$

$$W_{\text{год}} = 4,55 / 7 = 0,65 \text{ га/год.}$$

Визначаємо затрати праці на одиницю роботи:

$$Z_{\text{пр}} = \frac{m_{\text{осн}} \cdot T_{\text{осн}} + m_{\text{доп}} T_{\text{доп}}}{W_{\text{зм}}}, \quad (2.25)$$

де  $m_{\text{осн}}$ ,  $m_{\text{доп}}$  – відповідно кількість основних і допоміжних працівників;

$T_{\text{осн}}$ ,  $T_{\text{доп}}$  – відповідно час роботи основних і допоміжних працівників, год.

$$Z_{\text{пр}} = \frac{1 \cdot 7}{4,55} = 1,54 \text{ люд.год / га.}$$

Затрати механічної енергії на одиницю роботи:

$$A = (N_{\text{зак}} + N_{\text{ввн}}) / W_{\text{год}}, \quad (2.26)$$

$$A = (14,37 + 12,0) / 0,65 = 40,57 \text{ кВт/га.}$$

Визначаємо прямі експлуатаційні затрати на роботу МТА для підбирання льоно-трести за формулою:

$$B_e = Z_{\text{зн}} + Z_3 + Z_{\text{ам}} + Z_{\text{рто}} + Z_{\text{нал}}, \quad (2.27)$$

де  $Z_{\text{зн}}$  – сума затрат на заробітну плату, грн/га;

$Z_{\text{ам}}$  – сума затрат на амортизацію усіх складових МТА для підбирання льоно-трести, грн/га;

$Z_{\text{рто}}$  – сума відрахувань на ремонт і ТО усіх складових МТА для підбирання льоно-трести, грн/га;

$Z_{\text{нал}}$  – затрати ПММ, грн/га;

$Z_{\text{зб}}$  – затрати на зберігання усіх складових МТА для підбирання льоно-трести, грн/га.

Затрати на заробітну плату визначаємо за формулою:

$$Z_{\text{зн}} = \frac{n_{\text{мех}} \Pi_{\text{мех}} + n_{\text{доп}} \Pi_{\text{доп}}}{W_{\text{год}}}, \quad (2.28)$$

де  $\Pi_{\text{мех}}$ ,  $\Pi_{\text{доп}}$  – погодинна оплата праці механізаторів і допоміжних робітників за розрядом роботи та тарифною сіткою, грн./год.

$$Z_{зп} = \frac{1 \cdot 120,0}{0,65} = 184,62 \text{ грн./га.}$$

Балансова вартість окремих складових МТА для підбирання льоно-трести можна визначити за формулою

$$B = Ц + \kappa \cdot Ц; \quad (2.29)$$

де  $Ц$  – ціна трактора (удосконаленого прес-підбирача), грн.;

$\kappa$  – коефіцієнт торгової націнки (0,1-0,2) до ціни;

для трактора:  $B_{тр} = 1100000 + 0,1 \cdot 1100000 = 1210000$  грн.;

для удосконаленого прес-підбирача:  $B_M = 560000 + 0,1 \cdot 560000 = 616000$  грн.

Амортизаційні відрахування складових МТА для підбирання льоно-трести:

$$Z_{ам} = \frac{B_{тр} \alpha_{рентр}}{100 W_e t_{трф}} + \frac{n_M B_M \alpha_{рем}}{100 W_e t_{мф}}, \quad (2.30)$$

де  $\alpha_{рентр}$ ,  $\alpha_{рем}$  – коефіцієнт відрахувань на амортизацію трактора та удосконаленого прес-підбирача, відповідно, %,

$n_M$  – кількість одночасно агрегованих с.-г. машин в МТА для підбирання льоно-трести,

$t_{трф}$ ,  $t_{мф}$ , – тривалість фактичного річного використання трактора та удосконаленого прес-підбирача, відповідно, год.

$$Z_{ам} = \frac{1210000 \cdot 12,5}{100 \cdot 0,65 \cdot 1800} + \frac{616000 \cdot 14,2}{100 \cdot 0,65 \cdot 160} = 970,35 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на ремонт і технічне обслуговування складових МТА для підбирання льоно-трести визначаються за формулою:

$$Z_{рто} = \frac{B_{тр} (\alpha_{кртр} + \alpha_{ртопр})}{100 W_e t_{пртр}} + \frac{n_M B_M \alpha_{ртоМ}}{100 W_e t_{прМ}}, \quad (2.31)$$

де  $\alpha_{ртопр}$ ,  $\alpha_{ртоМ}$  – відповідно, норма відрахувань на ПР і ТО трактора енергетичного і удосконаленого прес-підбирача, %,

$t_{пртр}$ ,  $t_{прМ}$  – відповідно, нормативне річне завантаження трактора й удосконаленого прес-підбирача, год.

$\alpha_{кртр}$  – коефіцієнт відрахувань на КР (трактора), %,



$$Z_{пто} = \frac{1210000 \cdot (4 + 22)}{100 \cdot 0,65 \cdot 1800} + \frac{616000 \cdot 18}{100 \cdot 0,65 \cdot 160} = 1334,84 \text{ грн./га.}$$

Затрати на паливно-мастильні матеріали:

$$Z_{пм} = Q C_k, \quad (2.32)$$

де  $C_k$  – комплексна ціна ПММ, грн./кг;

$Q$  – максимальна експлуатаційна витрата палива, кг/га:

$$Q = \frac{G_{зм}}{W_{зм}} = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_z T_z}{0,1 B_p V_p T_{зм} \tau}, \quad (2.33)$$

де  $G_{зм}$  – витрата палива за зміну, кг/зм;

$G_p, G_x, G_z$  – годинна витрата палива двигуном трактора відповідно при роботі з навантаженням, на холостому ході та роботі двигуна на зупинках, кг/год;

$T_p, T_x, T_z$  – час використання для підбирання льоно-трести на відповідних режимах роботи двигуна, год.

$$Q = \frac{18 \cdot 4,55 + 10,2 \cdot 1,75 + 1,3 \cdot 0,7}{4,55} = 24,38 \text{ кг/га.}$$

Тоді згідно формули (2.32) отримаємо:

$$Z_{пм} = 24,38 \cdot 60,0 = 1463,10 \text{ грн/га.}$$

Витрати на зберігання складових МТА для підбирання льоно-трести:

$$Z_{зб} = 0,065 \cdot Z_{пто}. \quad (2.34)$$

$$Z_{зб} = 0,065 \cdot 1334,84 = 86,77 \text{ грн./га.}$$

Тоді сума прямих питомих експлуатаційних затрат (формула 2.27) становитиме:

$$B_e = 184,62 + 970,35 + 1334,84 + 1463,10 + 86,77 = 4039,67 \text{ грн/га.}$$

Виконані розрахунки показують, що на сьогоднішній день прями питомі експлуатаційні затрати на підбирання льоно-трести агрегатом у складі трактора КИЙ 14820 та удосконаленого прес-підбирача ПРП-1,6 становлять 4039,67 грн/га.

## 2.5 Технологічна наладка агрегату для підбирання льоно-трести

На першому етапі технологічної наладки візуально перевірити комплектність, справність, наявність всіх робочих вузлів, частин і деталей трактора і підбирача. При цьому детально перевіряють кріплення робочих органів, механізмів і вузлів, натяг приводних ланцюгів, рівень масла в редукторі, тиск у шинах пневматичних коліс і регулювання гальма правого колеса. За необхідності підтягнути кріплення, долити масло, відрегулювати гальмо і натяг приводних ланцюгів. Перевірити справність і легкість провертання вала розпушувача, впевнитись в надійній фіксації пружних пальців на ньому. Перевірити надійність кріплення розпушувача на кронштейні прес-підбирача.

Величина прогину (від зусилля руки) середньої частини ланцюга блока приводу підбирача і ланцюга підбирача повинні становити 10-17 мм. Тиск у шинах пневматичних коліс довести до  $0,3 \pm 0,02$  МПа. Заповнити пневмогідроаккумулятор повітрям до тиску 0,6-0,8 МПа. Встановити (шайбами) зазор між током гальма і головкою болта маточини правого колеса в межах 3-5 мм (положення важеля гальма верхнє – «Виключено»).

На другому етапі технологічної наладки прес-підбирач приєднують до трактора. Встановлюють центральну тягу та карданну передачу між ВВП трактора і центральним редуктором машини. На цьому етапі необхідно відрегулювати (натягом пружин) запобіжну муфту редуктора на передачу крутного моменту 350, муфту підбирача – на 150 Н·м. Крім того проводять регулювання окремих частин та робочих органів преса-підбирача.

Регулювання підбирача. Встановити тиск копіювального колеса на ґрунт натягом компенсаційної пружини. Довжина болта, не вгвинченого в пробку пружини, повинна бути 60-80 мм. Відрегулювати відстань (10-20 мм) від пальців барабана до поверхні ґрунту переміщення обмежувального ролика (при цьому сниця повинна бути горизонтальна).

Регулювання преса. Зусилля ущільнювальної маси відрегулювати натягом пружини верхнього заднього валика. Довжина розтягнутих пружин при щільності пресування  $250-170 \text{ кг/м}^3$  – 620-630 мм.

Щільність пресування встановити натягом пасів, змінюючи тиск у гідроциліндрах регулюванням клапана (повертаючи його маховичок). При щільності пресування соломи і льоно-трести в межах  $100-130\text{кг/м}^3$  тиск масла  $2,5-3,2\text{МПа}$ , сіна – відповідно  $130-170\text{кг/м}^3$  і  $2,5-3,2\text{МПа}$ .

Діаметром рулона до  $1300\text{мм}$  регулюють поворотом сектора механізму включення в роботу обмотувального апарата.

Хід голки обмотувального апарата регулюють зміною довжини тяги (в крайньому нижньому положенні голки відстань від стінки пресувальної камери до вічка голки має бути  $220-270\text{мм}$ , а довжина кінця шпагату, звисаючого з вушка, –  $300-400\text{мм}$ ).

Перед виїздом (третій етап технологічної наладки) в поле перевіряють наявність і за необхідності оливи в редуктори копача, проводять мащення підшипників. Включають ВВП і на холостих обертах двигуна перевіряють роботу прес-підбирача.

Польову перевірку (четвертий етап технологічної наладки) якості роботи підбирача починають з регулювання щільності рулона та висоти встановлення підбирача машини і додаткового розпушувача. Крім того остаточно вибирають швидкість руху агрегату для запобігання втрат льоно-трести внаслідок поганого підбирання стрічки з поверхні поля (стелища).

Під час роботи забезпечити якість збирання врожаю за якою не більше  $5\%$  – це загальні втрати льоно-трести внаслідок пошкодження пальцями підбирача та пасами формувача рулонів.

### Висновки

1. Змінна продуктивність МТА для підбирання льоно-трести у складі трактора КИЙ 14820 та удосконаленого прес-підбирача ПРП-1,6 становить  $4,55\text{ га/зм}$ ;
2. Затрати праці на одиницю роботи МТА складають  $1,54\text{ люд.}\cdot\text{год./га}$ ;
3. Прямі питомі експлуатаційні затрати під час використання МТА для підбирання льоно-трести у складі трактора КИЙ 14820 та удосконаленого прес-підбирача ПРП-1,6 становлять  $4039,67\text{грн/га}$ .

### **3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ РУЛОННОГО ПРЕС-ПІДБИРАЧА ЛЬОНО-ТРЕСТИ**

#### **3.1 Обґрунтування конструктивної розробки**

Суть запропонованого удосконалення полягає у обладнанні рулонного прес-підбирача додатковим розпушувачем для зворушування і піднімання стрічки льоно-трести. Дане пристосування встановлюється в передній частині підбирача перед підбиральним барабаном (див. аркуш 3 графічної частини) і служить додатковим елементом, що забезпечує піднімання трести і подачу її безпосередньо до прес-підбирача.

Запропоноване пристосування дозволить підвищити якість підбирання та працювати агрегату на підвищених швидкостях, завдяки чому підвищується його продуктивність.

Розроблений додатковий розпушувач (див. аркуш 4 графічної частини) складається з вала, на якому закріплені підігнуті пальці, опорно-приводних коліс, механізму начіпки та рами. За допомогою спеціальної начіпки обладнання приєднують до прес-підбирача ПТН-1,6. Вал з пальцями приводиться в дію ланцюговою передачею від двох опорно-приводних коліс.

Удосконалена машина (див. аркуш 3 графічної частини) працює наступним чином. Під час руху агрегату пальці зворушувала діють на стрічку стебел льону і відривають її від землі. Стрічка нерозривним потоком потрапляє до підбирального барабана машини ПРТ-1,6 у верхній частині якого встановлено компенсатор, що рівномірним потоком подає стебла на пальці підбирача, а далі – пасами до пресувальної камери. Сформовані рулони обмотуються шпагатом та викидаються з пресувальної камери й падають на землю.

#### **3.2 Розрахунок запропонованого удосконалення**

Мета розрахунку – визначити кінематичні та конструктивні параметри додаткового пристосування для зворушування і підбирання льоно-трести і його приводу.

### 3.2.1 Розрахунок параметрів розпушувача

Робота розпушувача характеризується подачею на один палець, максимальною товщиною стрічки  $h$  і показником кінематичного режиму  $\lambda$ . До вала розпушувача кріпиться, як правило декілька пальців. У процесі роботи пальці один за другим піднімають стрічку і підкидають її до підбирача.

Подача  $S_z$  на один палець залежить від швидкості  $V_p$  переміщення розпушувача і часу  $t_z$  за який наступний палець у відносному русі займе положення попереднього, тобто повернеться на кут, що дорівнює центральному куту між ними:

$$S = V_p t_z \quad (3.1)$$

Час  $t_z$  можна визначити за формулою

$$t_z = t_{об} / z \quad (3.2)$$

де  $t_{об}$  – час, за який вал розпушувача повернеться на один оберт;

$z$  – кількість рядів пальців на валу розпушувача.

Час одного оберт вала визначаємо з умови

$$\omega \cdot t_{об} = 2\pi,$$

де  $\omega$  – кутова швидкість вала розпушувача.

Звідси 
$$t_{об} = 2\pi/\omega.$$

Тоді, підставивши отримані залежності у формулу (3.2), а згодом у (3.1) будемо мати:

$$S_z = \frac{2\pi \cdot V_a}{\omega \cdot z} \quad (3.3)$$

В отриманій формулі невідомим залишається кількість пальців, а тому визначаємо шлях, що пройде агрегат для підбирання льоно-трести за один оберт вала розпушувача, виходячи із залежності:

$$S = \frac{2\pi \cdot R}{\lambda}, \quad (3.4)$$

$$S = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 0.265}{1.3} = 1.3 \text{ м.}$$

Визначаємо кутову швидкість вала колеса розпушувача за формулою

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot V_p}{S}, \quad (3.5)$$

$$\omega = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 1.7}{1.3} = 8.21 \text{ с}^{-1}.$$

Визначаємо частоту обертання вала колеса за формулою

$$n = \frac{30\omega}{\pi}, \quad (3.6)$$

$$n = \frac{30 \cdot 8.21}{3.14} = 74.44 \text{ об/хв.}$$

Визначаємо кількість пальців (прутків) вала розпушувача за формулою

$$z = \frac{60 \cdot V_p}{h \cdot n}, \quad (3.7)$$

$$z = \frac{60 \cdot 1.7}{0.14 \cdot 74.44} = 9.79, \text{ приймаємо } z=10.$$

Підставивши отримані значення у формулу (3.3) будемо мати:

$$S_z = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 1.7}{8.21 \cdot 10} = 0.13 \text{ м.}$$

Таким чином, подача на один палець (пруток) вала розпушувача становить 0,13м, за один оберт колеса розпушувача агрегат пройде шлях, що становить 1,3м, а товщина стрічки, яку піднімає пруток 0,14м.

Визначаємо кутову швидкість коліс зворушувача-підбирача за формулою

$$U_\kappa = \omega \cdot R, \quad (3.8)$$

$$U_\kappa = 8,21 \cdot 0,265 = 2,18 \text{ м/с.}$$

Визначаємо потужність, необхідну для приводу зворушувача-підбирача, скориставшись формулою

$$N = N_{\phi} + N_n, \quad (3.9)$$

де  $N_{\phi}$  – потужність зворушення і перекидання трести, кВт;

$N_n$  – потужність на переміщення пристосування, кВт;

$$N_n = V_p \cdot R_{np} \quad (3.10)$$

$$N_n = 1,7 \cdot 1,1 = 1,87 \text{ кВт.}$$

Потужність зворушення і перекидання трести визначається за формулою

$$N_h = \frac{V_p + U_k}{V_p} \cdot \frac{S_z \cdot n \cdot z}{60}, \quad (3.11)$$

$$N_h = \frac{1,7 + 2,18}{1,7} \cdot \frac{0,13 \cdot 74,44 \cdot 10}{60} = 2,8 \text{ кВт.}$$

Тоді, згідно формули (3.10) отримаємо:

$$N = 1,87 + 2,8 = 4,67 \text{ кВт.}$$

Отже, для якісної роботи пристосування для зворушення трести до підбирача необхідно, щоб радіус колеса (за величиною пальців) був 0,265м, а кількість пальців  $z=10$ . Для приводу вала необхідно затратити сумарно 4,67кВт потужності.

Привод вала здійснюється від опорно-приводних коліс через ланцюгову передачу, тому необхідно визначити її параметри.

### 3.2.2 Розрахунок ланцюгової передачі приводу розпушувача

З попередніх розрахунків потужність, яка затрачається на привід вала додаткового розпушувача прес-підбирача становить 4,67кВт. Визначаємо крутний момент на вихідному валу приводного колеса розпушувача, скориставшись формулою [6].

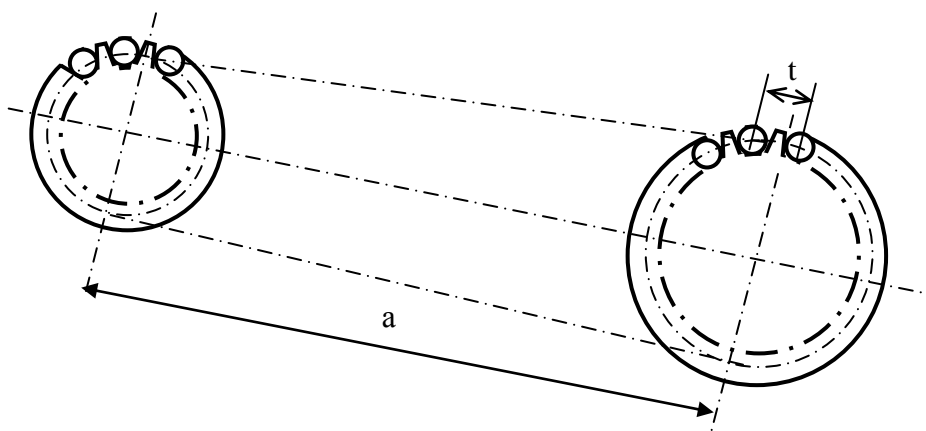
$$T_2 = \frac{N}{\omega}, \quad (3.12)$$

$$T_2 = \frac{4,67 \cdot 10^3}{8,21} = 0,568 \cdot 10^3 \text{ Н мм.}$$

Вважаємо, що крутний момент на ведучій та веденій зірочках однаковий, а тому

$$T_1 = T_2 = 0.568 \cdot 10^3 \text{ Н мм.}$$

Приймаємо діаметр вихідного кінця вала розпушувача  $d = 35 \text{ мм}$ . Зважаючи на конструктивні особливості приводу вибираємо передаточне число ланцюгової передачі  $i = 1$ ; режим роботи вузла в одну зміну; мащення ланцюга й регулювання його натягу – періодичне; ланцюг для приводу розпушувача розміщений на машині під певним кутом до горизонту (рисунок 3.1).



**Рисунок 3.1** Схема ланцюгової передачі приводу розпушувача

Розрахунок ланцюгової передачі проводимо за відомою методикою [6].

Для запропонованої конструкції вибираємо роликівий однорядний ланцюг, крок якого можна визначити за формулою

$$t = 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{N_1 k_e}{z_1 \omega_1 [p] m_p}}, \quad (3.13)$$

де  $k_e$  – коефіцієнт експлуатації:

$$k_e = k_\delta k_{pez} k_n k_{cm} k_{pej} k_a, \quad (3.14)$$

де  $k_\delta$  – коефіцієнт характеру навантажень,  $k_\delta = 1,25$ ;

$k_{pez}$  – коефіцієнт, який залежить від способу регулювання провисання вітки ланцюга приводу розпушувача,  $k_{pez} = 1,0$ ;

$k_n$  – коефіцієнт, який враховує величину натягу віток ланцюга,  $k_n = 1,0$ ;



$k_{см}$  – коефіцієнт, який враховує характер мащення ланцюга приводу розпушувача,  $k_{см}=1,0$ ;

$k_{реж}$  – коефіцієнт, який враховує тривалість роботи ланцюга приводу розпушувача,  $k_{реж}=1,0$ ;

$k_a$  – коефіцієнт довжини ланцюга приводу розпушувача,  $k_a=1,0$ .

Таким чином, згідно формули (3.14) будемо мати:

$$k=1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0=1,25;$$

$z_1$  – число (кількість) зубів веденої зірочки (приймаємо  $z_1=15$ );

$\omega_1$  – кутова швидкість вала ведучої зірочки, рад/с.;

$[p]$  – допустимий питомий тиск в шарнірах ланцюга приводу розпушувача,  $[p]=24$  МПа;

$m_p$  – коефіцієнт рядності.

Тоді крок ланцюга згідно формули (3.13) становитиме:

$$t = 280^3 \sqrt{\frac{4,67 \cdot 10^3 \cdot 1,875}{15 \cdot 8,21 \cdot 1 \cdot 24}} = 14,16 \text{ мм.}$$

Таким чином, для приводу розпушувача приймаємо однорядний роликотий ланцюг ПР-19,05-3180 ДСТУ 13568-75, параметри якого наступні:  $t=19,05$ ,  $v_1=12,7$ мм;  $d=11,91$ мм;  $P_t=22,78$ мм;  $v_4=26,9$ мм; погонна маса ланцюга  $q=1,9$ кг/м; розривне зусилля  $Q=31,8$ кН [6].

Число зубів веденої зірочки визначаємо з умови:

$$z_2 = z_1 i \leq z_{2 \max}, \quad (3.15)$$

де  $z_{2 \max}$  – максимальне число зубів веденої зірочки,  $z_{2 \max}=120$ ,

$$\text{а тому } z_2 = 15 \cdot 3 = 45 < 120.$$

Міжосьова відстань визначається з умови

$$a = a_t t, \quad (3.16)$$

де  $a_t$  – міжосьова відстань в кроках,  $a_t=22,65$ ;

$t$  – крок ланцюга, мм.

$$a=22,65 \cdot 19,05=431,86 \text{ мм.}$$

Довжина ланцюга приводу розпушувача (в кроках) становить:

$$L_2 = 2a_1 + a_1 + \frac{\epsilon}{a_1}, \quad (3.17)$$

де

$$a_1 = (z_1 + z_2) / 2 = (15 + 45) / 2 = 30;$$

$$\epsilon = \left( \frac{z_1 - z_2}{2\pi} \right)^2 = \left( \frac{45 - 15}{2 \cdot 3,14} \right)^2 = 22,82.$$

Остаточню отримаємо  $L_t = 2 \cdot 22,65 + 30 + (22,82 / 22,65) = 76,31$ ; приймаємо  $L_t = 77$  кроків.

Уточнена міжосьова відстань обчислюється за формулою

$$a = \frac{t}{4} (L_t - a_1 + \sqrt{(L_t - a_1)^2 - 8 \cdot \epsilon}) \quad (3.18)$$

$$a = \frac{19,05}{4} (77,0 - 30 + \sqrt{(77,0 - 30)^2 - 8 \cdot 22,82}) = 431,86 \text{ мм.}$$

Для забезпечення провисання віток ланцюга приводу розпушувача міжосьову відстань потрібно зменшити на величину  $\Delta = (0,002 - 0,004)a = 0,003 \cdot 431,86 = 1,30$  мм.

Після уточнення будемо мати:  $a = 431,86 - 1,30 = 430,56$  мм.

Розраховуємо число (кількість) ударів ланки ланцюга об зуб зірочки за одну секунду, скориставшись формулою:

$$v = \frac{2 \cdot z_1 \omega_1}{\pi L_t} \leq [v], \quad (3.19)$$

$$v = \frac{2 \cdot 15 \cdot 8,21}{3,14 \cdot 77} = 1,02 \leq [35].$$

Визначаємо зусилля, які діють у вітках ланцюга приводу розпушувача й сили тиску на вали.

Колова сила: 
$$F_t = \frac{1000 N_1}{V_{\pi}} \quad (3.20)$$

де  $V_n$  – швидкість ланцюга, м/с.

$$V_n = \frac{z_1 \cdot t \cdot \omega_1}{2000 \cdot \pi} \quad (3.21)$$

$$V_n = \frac{15 \cdot 19,05 \cdot 8,21}{2000 \cdot 3,14} = 0,87 \text{ м/с.}$$

Тоді 
$$F_t = \frac{1000 \cdot 4,67}{0,87} = 5367,8 \text{ Н.}$$

Визначаємо сила натягу ланцюга приводу розпушувача від провисання його віток за формулою

$$F_q = k_f \cdot q \cdot a \cdot g \quad (3.22)$$

де  $k_f$  – коефіцієнт провисання,  $k_f = 6,0$  [6].

$$F_q = 6,0 \cdot 1,9 \cdot 0,432 \cdot 9,8 = 48,26 \text{ Н.}$$

Визначаємо силу натягу ланцюга приводу розпушувача від відцентрових сил, скориставшись формулою

$$F_u = q \cdot V_n^2, \quad (3.23)$$

$$F_u = 1,9 \cdot 0,87^2 = 1,44 \text{ Н.}$$

Загальне (сумарне) зусилля у ведучій вітці ланцюга приводу розпушувача становить:

$$F_{\text{заг1}} = F_t \cdot k_d + F_q + F_u \quad (3.24)$$

$$F_{\text{заг1}} = 5367,8 \cdot 1,25 + 48,26 + 1,44 = 6759,45 \text{ Н.}$$

Загальне (сумарне) зусилля у веденій вітці ланцюга приводу розпушувача становить:

$$F_{\text{заг2}} = F_q + F_u \quad (3.25)$$

$$F_{\text{заг2}} = 48,26 + 1,44 = 49,70 \text{ Н.}$$

Зусилля, які діють на вали ведучої та веденої зірочки можна визначити з умови:

$$F_e = F_t \cdot k_o + 2F_q \quad (3.26)$$

$$F_e = 5367,8 \cdot 1,25 + 2 \cdot 48,26 = 6806,28 \text{ Н.}$$

Перевіряємо ланцюг приводу розпушувача на питомий тиск в шарнірах, скориставшись формулою

$$p = \frac{F_t \cdot k_e}{S \cdot m_p \cdot 10^2} \leq [p], \quad (3.27)$$

де  $S$  – проекція опорної поверхні шарніра,

$$p = \frac{5367,8 \cdot 1,15}{3,05 \cdot 1 \cdot 10^2} = 19,54 \leq [24] \text{ МПа.}$$

Визначаємо запас міцності вибраного ланцюга приводу розпушувача, виходячи з умови:

$$n = \frac{Q}{F_{\text{заг}}} \geq [n] \quad (3.28)$$

$$n = \frac{31800}{6806,28} = 4,7 \geq [4,3].$$

Таким умова міцності вибраного ланцюга забезпечується і можна вважати, що ланцюг приводу розпушувача прес-підбирача вибрано правильно.

Розраховуємо основні геометричні й конструктивні розміри обидвох зірочок.

Діаметр ділительного кола визначаємо за формулою

$$d_o = \frac{t}{\sin \frac{180}{z}}. \quad (3.29)$$

Для ведучої зірочки:  $d_o = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{15}} = 91,62 \text{ мм.}$

Для веденої зірочки:  $d_o = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{45}} = 273,09 \text{ мм.}$

Визначаємо діаметри зовнішніх кіл:

$$d_{amin} = d + 0,5d_1 \quad (3.30)$$

$$d_{amax} = d + 1,25t - d_1 \quad (3.31)$$

Для ведучої зірочки:  $d_{amin} = 91,62 + 0,5 \cdot 11,91 = 97,50$  мм,

$$d_{amax} = 91,62 + 1,25 \cdot 19,05 - 11,91 = 103,52 \text{ мм.}$$

Для веденої зірочки:  $d_{amin} = 273,09 + 0,5 \cdot 11,91 = 279,04$  мм,

$$d_{amax} = 273,09 + 1,25 \cdot 19,05 - 11,91 = 296,90 \text{ мм.}$$

Визначаємо радіус впадин зубів зірочок, виходячи з умови:

$$r_{imin} = 0,505 \cdot d_1 \quad (3.32)$$

$$r_{imax} = 0,505 \cdot d_1 + 0,069 \cdot \sqrt[3]{d_1} \quad (3.33)$$

Для обидвох зірочок:  $r_{imin} = 0,505 \cdot 11,91 = 6,01$  мм,

$$r_{imax} = 0,505 \cdot 11,91 + 0,069 \cdot \sqrt[3]{11,91} = 6,17 \text{ мм.}$$

Діаметр кола впадин

$$d_f = d - 2 \cdot r_1, \quad (3.34)$$

для ведучої зірочки:  $d_f = 91,62 - 2 \cdot 6,01 = 79,6$  мм,

для веденої зірочки:  $d_f = 273,09 - 2 \cdot 6,01 = 261,07$  мм.

Радіуси спряжень:

$$r_{lmin} = 0,12 \cdot d_1 (z + \alpha), \quad (3.35)$$

$$r_{lmax} = 0,008 \cdot d_1 (z^2 + 180), \quad (3.36)$$

для ведучої зірочки:  $r_{lmin} = 0,12 \cdot 11,91 \cdot (15 + 2) = 24,29$  мм,

$$r_{lmax} = 0,008 \cdot 11,91 \cdot (15^2 + 180) = 38,58 \text{ мм.}$$

Для веденої зірочки:  $r_{lmin} = 0,12 \cdot 11,91 \cdot (45 + 2) = 67,17$  мм,

$$r_{l_{min}} = 0,008 \cdot 11,91 \cdot (45^2 + 180) = 210,09 \text{ мм.}$$

Кути спряжень:

$$\alpha_{min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{z}; \quad (3.37)$$

$$\alpha_{max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{z}. \quad (3.38)$$

Для ведучої зірочки:

$$\alpha_{min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{15} = 114^\circ;$$

$$\alpha_{max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{15} = 134^\circ.$$

Для веденої зірочки:

$$\alpha_{min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{45} = 118^\circ,$$

$$\alpha_{max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{45} = 138^\circ.$$

Радіус заокруглень ведучої і веденої зірочок:

$$r_x = 1,5 \cdot d_1 = 1,5 \cdot 11,91 = 17,86 \text{ мм.}$$

Визначаємо ширину зубів зірочок за формулою

$$b_{f1} = 0,93 \cdot b_1 = 0,93 \cdot 12,7 = 11,81 \text{ мм.}$$

Визначаємо розміри зірочок.

$$\text{Ступиця зірочок} \quad d_{cm} = 1,6 \cdot d_6, \quad (3.21)$$

де  $d_u$  – діаметр вала, мм;

$$d_{cm} = 1,6 \cdot 35 = 56 \text{ мм.}$$

Довжина ступиці зірочок:

$$l_{cm} = (1,2 \div 1,5) \cdot d_6, \quad (3.22)$$

$$l_{cm} = (1,2 \div 1,5) \cdot 56 = 67,2 \div 84 \text{ мм; приймаємо } l_{cm} = 70 \text{ мм.}$$

Товщина диска зірочок становить:

$$b_1 = 0,93 \cdot B_{en}. \quad (3.23)$$

$$b_1 = 0,93 \cdot 5,72 = 5,3 \text{ мм.}$$

Зірочка з'єднана з валом за допомогою шпонки, тому потрібно розрахувати шпонкове з'єднання.

### 3.2.3 Розрахунок шпонкового з'єднання

Розрахунок проводимо з метою перевірки шпонкового з'єднання на зріз і на зминання.

Привідний вал розпушувача льоно-трести до прес-підбирача передає крутний момент  $T_1 = 0.568 \cdot 10^3$  Н мм за допомогою шпонкового з'єднання. Виходячи з вихідного кінця вала  $d = 35$  мм вибираємо розміри шпонки згідно ДСТУ 23360-78 [6]: ширина  $b = 6$  мм (рисунок 3.2), висота  $h = 6$  мм, глибина паза вала  $t_1 = 3.5$  мм; ступиці  $t_2 = 2.8$  мм; робоча довжина шпонки  $l = 14..40$  мм (приймаємо 20 мм).

Розрахунок шпонкового з'єднання на зминання проводимо за формулою

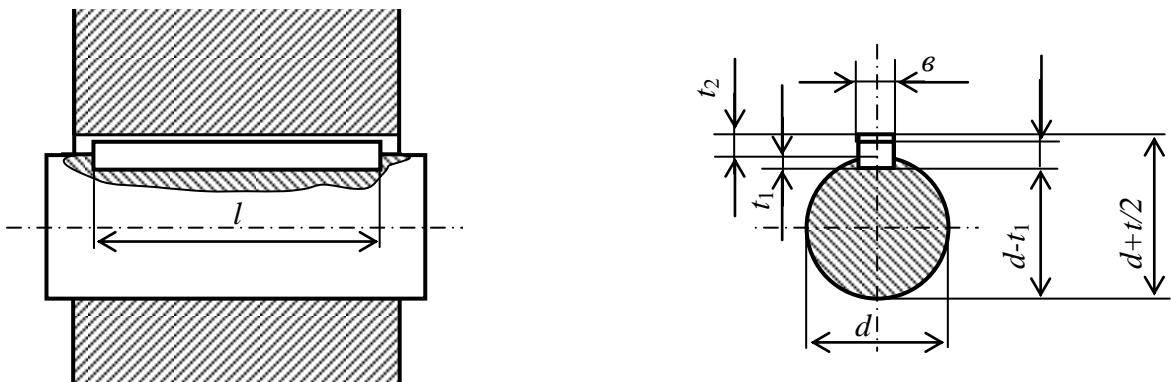


Рисунок 3.2 Схема для розрахунку шпонкового з'єднання

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{dl(h - t_1)} \leq [\sigma_{зм}] \quad (3.24)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 0,568 \cdot 10^3}{35 \cdot 30 \cdot (6 - 2,8)} = 50,7 \text{ МПа.}$$

Умова міцності забезпечена, оскільки  $[\sigma_{зм}] = 150$  МПа.

Розрахунок шпонкового з'єднання на зріз проводимо за формулою

$$\tau_{зр} = \frac{2T}{d \cdot l \cdot b} \leq [\tau_{зр}] \quad (3.25)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 0,568 \cdot 10^3}{35 \cdot 30 \cdot 6} = 27,0 \text{ МПа.}$$

Умова міцності забезпечена, оскільки  $[\tau_{зр}] = 90 \text{ МПа}$ .

Таким чином, шпонка підібрана правильно.

### Висновки

1. Подача на один палець (пруток) вала розпушувача становить 0,13 м, за один оберт колеса розпушувача агрегат пройде шлях, що становить 1,3 м, а товщина стрічки, яку піднімає пруток 0,14 м.
2. Для якісної роботи пристосування для зворушування трести до підбирача необхідно, щоб радіус колеса (за величиною пальців) був 0,265 м, а кількість пальців  $z = 10$ .
3. Привід вала зворушувача здійснюється ланцюговою передачею з кроком ланцюга 19,05 мм.
4. Виходячи з вихідного кінця вала  $d = 35 \text{ мм}$  вибираємо наступні розміри шпонки для з'єднання вала катушкового апарату й привідної зірочки: ширина  $b = 6 \text{ мм}$ , висота  $h = 6 \text{ мм}$ , робоча довжина шпонки  $l = 20 \text{ мм}$ .



## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Окреслення чинників можливих травм та аварій під час підбирання льоно-трести

Підбирання льоно-трести з одночасним формуванням рулонів виконуємо МТА, що складається з трактора КИЙ 14820 та удосконаленого прес-підбирача, робочі органи якого приводяться в дію від вала відбору потужності енергетичного засобу.

Серед основних можливих чинників отримання травм та виникнення аварій необхідно виділити постійно небезпечні зони (рисунок 4.1).

Особливо небезпечною є зона спереду прес-підбирача – між енергетичним засобом та с.-г. машиною (заштрихована ділянка А), що характеризується наявністю великої кількості активних робочих органів та механізмів їх приводу і регулювання, а також зона Б – задня частина прес-підбирача, де розміщується клапан 1, що утримується в робочому положенні до повного формування рулону. Знаходитись в цій зоні досить небезпечно через можливість самовільного відкриття клапана. Крім того, закривання клапана відбувається під дією робочої рідини, що подається до гідроциліндра 2 від роздільно-агрегатної системи енергетичного засобу, або пневмогідроакумулятора. Забороняється проштовхувати рулон чи вивантажувати його з бункера вручну.

Ще одним небезпечним місцем є нескінченні паси 4, які формують рулон і переміщують рухому рамку 5. Процес відбувається автоматично, а тому перебувати в цій зоні забороняється. Крім того, необхідно слідкувати за станом пасів, усувати їх можливий перекося тільки після повної зупинки енергетичного засобу і відключення ВВП трактора. Ретельного догляду вимагає також елементи гідросистеми, особливо комунікації високого тиску.

Наступним травмонебезпечним місцем є підбирач 6, що має активні робочі органи. Він становить певну небезпеку через постійне обертання вала з великою кутовою швидкістю. Знаходитись у цій ділянці під час роботи категорично забороняється.



Не дозволяється також прокручувати вал підбирача вручну або сторонніми предметами. Очищати робочі органи від рослинних решток, льоно-трести можна тільки за допомогою спеціальних чистиків і після повної зупинки двигуна.

Особливу небезпеку під час роботи становить також додатково встановлений розпушувач 7, який рухається спереду підбирача і опирається на колесо 8. Проводити будь-які регулювання чи усунення неполадок окремих елементів машини, що розміщені в цій зоні слід після повної зупинки двигуна і фіксації робочих органів спеціальними упорами.

Місце приєднання прес-підбирача до трактора і сам енергетичний засіб розглядаються також як елементи, в яких за певних умов можуть виникати поломки чи пошкодження, що призведуть до аварій. Оскільки машина напівначіпна і приєднується до серги трактора за допомогою пальця 9, то необхідно слідкувати за даним вузлом, особливо наявності надійного шплінта на пальці.

Енергетичний засіб під час виконання технологічного процесу повинен рухатися з певною швидкістю, особливо на поворотах та при роботі на схилах. Кабіна трактора 10 теж вимагає до себе уваги, оскільки в ній повинен забезпечуватися певний мікроклімат, освітленість робочого місця, відсутність відпрацьованих (угарних) газів 11. За відсутності даних вимог механізатор може зазнати травм, пошкоджень або захворювань.

#### 4.2 Розрахунок стійкості роботи МТА

Під час руху агрегату по криволінійній ділянці виникає відцентрова сила, яка діє на МТА для підбирання льоно-трести у напрямку від центра повороту. Якщо своєчасно не знизити швидкість, то внаслідок бокового ковзання коліс (занос) може статися перекидання.

Тоді швидкість руху трактора на повороті, при якій починається перекидання, можна визначити за формулою [7, 9]:

$$V_{max} = \sqrt{B \cdot R \cdot g \cdot h_y}, \quad (4.1)$$

де  $B$  – ширина колії, м;  $R$  – радіус повороту, м;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$h_y$  – висота центру ваги трактора, м;

$$V_{max} = \sqrt{1,4 \cdot 2,08 \cdot 9,8 \cdot 1,15} = 5,52 \text{ м/с.}$$

У сучасних тракторах спочатку відбувається занос (бокове ковзання коліс), а вже потім перекидання.

Визначаємо швидкість руху на поворотах за якої виникає початок заносу (ковзання):

$$V_{max} = \sqrt{R \cdot g \cdot \varphi}, \quad (4.2)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт поперечного зчеплення коліс з дорогою.

$$V_{max} = \sqrt{2,08 \cdot 9,8 \cdot 0,45} = 3,01 \text{ м/с.}$$

Якщо агрегати працюють на схилі, то його поперечний максимальний кут буде становити:

$$\beta = \arctg K_c, \quad (4.3)$$

де  $K_c$  – коефіцієнт статичної стійкості;

$$k_c = \frac{B}{2 \cdot h_y}, \quad (4.4)$$

$$k_c = \frac{1,4}{2 \cdot 1,15} = 0,52.$$

Тоді

$$\beta = \arctg 0,52 \approx 27^\circ.$$

#### 4.3.2 Техніка безпеки під час роботи на МТА для підбирання трести

Для безпечної роботи на МТА для підбирання трести потрібно дотримуватись наступних правил:

- не допускати до роботи осіб без посвідчення машиніста-тракториста на керування трактором і тих, що не пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що має бути зроблений запис в журналі;

- стороннім особам категорично забороняється знаходитись на працюючій машині, а також в безпосередній близькості від неї;
- забороняється проводити ремонт, усунення неполадок, очищення окремих вузлів і робочих органів або регулювання вузлів машини під час її роботи;
- всі види регулювань і технічного догляду слід виконувати тільки після повної зупинки робочих органів преса-підбирача і вимкненому двигуні трактора;
- забороняється проводити будь-які регулювання або роботи під підбирачем та розпушувачем преса-підбирача, якщо під його колеса не поставлені противідкочувальні башмаки;
- забороняється робота на агрегаті в незаправленому одязі та зі звисаючими полами й рукавами;
- перед початком роботи потрібно впевнитись в повній справності всього агрегату, перевірити наявність і міцність кріплення робочих органів, агрегатів, вузлів;
- інструменти, пристосування і обладнання для технічного обслуговування мають відповідати своєму призначенню, бути справними і забезпечувати безпечність проведення робіт;
- не допускати перевезення на прес-підбирачі вантажу і людей;
- після зупинки машини обов'язково перевести важіль коробки передач в нейтральне положення і вимкнути ВВП;

### Висновки

1. На МТА для підбирання трести існує 13 основних травмонебезпечних зон і місць.
2. Для безпечної роботи агрегату його швидкість руху на поворотах не повинна перевищувати 5,52 м/с.
3. Перекидання агрегату може відбутися, якщо його швидкість на повороті буде вищою 3,01 м/с, а максимальний кут схилу для роботи прес-підбирача в агрегаті з трактором КИЙ 14820 не повинен перевершувати 27 град.

## 5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

### 5.1 Основні чинники негативного впливу на довкілля під вирощування і збирання льону-довгунцю

Екстенсивне використання земельних та водних ресурсів шляхом збільшення залучування до виробництва земельних площ, вирощування сільськогосподарських культур у посушливих районах за рахунок їх зрошення, широке використання хімічних та біологічних засобів для збільшення врожаю – все це є причиною глобальної зміни клімату, порушення температурного і водного балансів [2].

Використання енергетичних засобів на окремих механізованих операціях під час вирощування і збирання льону-довгунцю, особливо під час підбирання трести призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту. Ходові системи енергетичних засобів негативно діють на ґрунт, рухаючись полем, що призводить до зниження їх родючості та зменшення гумусового шару, утруднюється доступ вологи, повітря та поживних речовин до кореневих систем культурних рослин.

Шкідливого впливу завдає нерозумне використання пестицидів. Пестициди – хімічні засоби захисту рослин від шкідників і хвороби, діють вони швидко і ефективно, проте їх застосування має також негативні наслідки для довкілля і здоров'я людини. Під час вирощування плодів широко використовуються отрутохімікати, тому слід вжити заходів щодо їх раціонального застосування, особливо в період цвітіння дерев.

Значних збитків сільському господарству завдає ерозія. Тому, одним з найважливіших природоохоронних засобів є боротьба з ерозією. Ерозія – руйнування ґрунту потоками води або вітру, а також технічними засобами. Найбільш ефективним заходом щодо недопущення ерозійних проявів в часі виконання окремих механізованих операцій під час вирощування і збирання льону-довгунцю є правильна організація використання МТА, особливо на схилах з доцільним для цих умов вибором їх способу руху. За необхідності доцільно використовувати розши-

ривачі колісних рушіїв і спарювання опорних коліс, щоб зменшити їх негативний вплив на ґрунт [2].

Під льон-довгунець доцільно вносити мінеральні добрива та мікродобрива методом поверхневого розподілу або прикореневим підживленням. За неправильної організації їх внесення добрива є серйозними забруднювачами навколишнього середовища через те, що стічні води забруднюють ґрунт та водойми, а аміак та сірководень надходять до атмосфери. Тому, щоб забезпечити екологічну чистоту атмосферного повітря й запобігти негативному впливу добрив на ґрунт необхідно правильно організувати роботу МТА, які готують, транспортують та вносять добрива у ґрунт.

## 5.2 Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів

Пасивне відношення до паливно-мастильних матеріалів також призводить до забруднення довкілля.

Спаляючи велику кількість палива, самохідна сільськогосподарська техніка викидає у повітря дуже багато шкідливих газів, що спричиняють забруднення повітря. Тому правильне зберігання і використання нафтопродуктів – один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря.

Під час підбирання трести льону-довгунцю потрібно вибирати такі режими роботи МТА, які відповідають екологічній його роботі. Особливо це стосується ділянок поля, що прилягають до кущових насаджень або польових доріг.

## 5.3 Шляхи зниження негативної дії на довкілля об'єкту дослідження

Кожен вид матеріального виробництва передбачає перетворення енергії і матеріальних ресурсів, утворюючи при цьому як енергетичні така і матеріальні відходи. При плануванні впровадження нових технологічних підходів чи організаційних заходів під час підбирання льоно-трести насамперед має звертатися увага на використання ресурсо- та енергоощадних технологій, вирішення проблем створення екологічно чистих виробництв. Запропоноване нововведення, крім йо-

го технічної чи технологічної доцільності, має бути кроком в напрямку реальної мінімізації екологічного впливу на довкілля (вода, повітря, ґрунт, безпека для життя і здоров'я людей) та появи непридатних матеріально-речовинних і енергетичних відходів. Має забезпечуватися, по можливості, концентрація відходів, їх повторне використання, можливі чи передбачувані технологічні шляхи видалення чи захоронення відходів.

Зменшення негативного впливу від ущільнення ґрунту засобами механізації під час підбирання льоно-трести можна досягнути наступними конструктивними та організаційними заходами:

- використання гусеничних тракторів та тракторів з напівгусеничною ходовою частиною, у яких питомий тиск на ґрунт значно нижчий ніж у колісних;
- використання розширювачів колісних рушіїв і спарювання опорних коліс;
- раціональне комплектування машинно-тракторних агрегатів;
- широке використання енергонасичених тракторів в агрегаті із широкозахватними комплексними агрегатами, які забезпечують зменшення кількості проходів на полі;
- використання тракторів, що працюють на підвищених швидкостях.

### Висновки

1. Для запобігання негативної дії МТА для підбирання льоно-трести необхідно правильно вибирати його спосіб руху й розвороту в кінці загінки;
2. Усі відпрацьовані технологічні матеріали, що мають шкідливу дію мають бути утилізовані.



## 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ПРЕС-ПІДБИРАЧА

Суть розрахунку економічної ефективності застосування удосконаленого прес-підбирача полягає у визначенні й порівняльній оцінці техніко-економічних показників роботи близького, за технологічною і технічною суттю до удосконаленого. Для порівняння вибираємо базову модель прес-підбирача ПРП-1,6, що агрегується з трактором КИЙ 14820. Розрахунки техніко-економічних показників роботи даного агрегату проводимо за методикою [15, 19], проведеною в розділі 2 дипломного проекту, вважаючи, що без удосконалення робочою буде друга передача трактора, для якої  $V_m = 4,2$  км/год.

Визначаємо продуктивність агрегату за зміну за формулою (2.23):

$$W_{zm} = 0,1 \cdot 3,66 \cdot 1,6 \cdot 0,66 \cdot 7 = 2,71 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність МТА за годину (формула 2.24):

$$W_{год} = 2,71 / 7 = 0,39 \text{ га/год.}$$

Затрати праці на одиницю роботи (формула 2.25) становлять:

$$z_{np} = \frac{1 \cdot 7}{2,71} = 2,58 \text{ люд.} \cdot \text{год} / \text{га.}$$

Затрати на заробітну плату визначаємо за формулою (2.28):

$$z_{zn} = \frac{1 \cdot 120,0}{0,39} = 307,69 \text{ грн./га.}$$

Балансова вартість базового прес-підбирача (формула 2.29) становить:

$$B_m = 480000 + 0,1 \cdot 480000 = 528000 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування для елементів МТА (формула 2.30) становлять:

$$z_{ам} = \frac{1210000 \cdot 12,5}{100 \cdot 0,39 \cdot 1800} + \frac{528000 \cdot 14,2}{100 \cdot 0,39 \cdot 160} = 1201,53 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на ремонт і технічне обслуговування (формула 2.31):

$$z_{ам} = \frac{1210000 \cdot (4 + 22)}{100 \cdot 0,39 \cdot 1800} + \frac{528000 \cdot 18}{100 \cdot 0,39 \cdot 160} = 1971,23 \text{ грн./га.}$$

Максимальна експлуатаційна витрата палива (формула 2.33):

$$Q = \frac{18 \cdot 4,55 + 10,2 \cdot 1,75 + 1,3 \cdot 0,7}{2,71} = 40,93 \text{ кг/га.}$$

Тоді згідно формули (2.32) затрати на ПММ становлять:

$$Z_{\text{пм}} = 40,93 \cdot 60,0 = 2456,0 \text{ грн/га.}$$

Витрати на зберігання машин (формула 2.34) становлять:

$$Z_{\text{зб}} = 0,065 \cdot 1971,23 = 128,13 \text{ грн./га.}$$

Прямі експлуатаційні затрати на роботу базової моделі прес-підбирача згідно формули (2.27) становлять:

$$B_e = 307,69 + 1201,53 + 1971,23 + 2456,0 + 128,13 = 6064,58 \text{ грн/га.}$$

Всі результати розрахунків зводимо в таблицю 6.1 для остаточного аналізу ефективності використання машинно-тракторних агрегатів під час підбирання льоно-трести з одночасним формуванням рулонів.

Таблиця 6.1—Показники використання МТА під час підбирання льоно-трести

Показники	Базовий МТА	Удосконалений МТА	Відхилення, +, -	
			абсолютні	відносні, %
1	2	3	4	5
Продуктивність, га/зм	2,71	4,55	+1,84	+67,90
Затрати праці, люд. · год./га	2,58	1,54	-1,04	-40,31
Сума прямих затрат, грн./га	6064,58	4039,67	-2024,91	-33,39
в т.ч. на заробітну плату	307,69	184,62	-123,07	-40,00
- на амортизацію	1201,53	970,35	-231,08	-19,24
- на ремонт і ТО	1971,23	1334,84	-636,39	-32,28
- на зберігання	128,13	86,77	-41,36	-32,28
- вартість ПММ	2456,0	1463,10	-995,90	-40,43

Як видно з таблиці використання удосконаленого прес-підбирача для підбирання льоно-трести з одночасним формуванням рулонів дозволить знизити затрати праці на 40,31% в порівнянні з аналогічним агрегатом на базі промислового

зразка прес-підбирача ПРП-1,6 й трактора класу 1,4. Відбулося й аналогічне зниження прямих затрат на 33,39%, причому вартість паливно-мастильних матеріалів зменшились на 40,43%. Основною причиною підвищення ефективності застосування удосконаленого прес-підбирача стало збільшення його продуктивності на 67,9%.

### Висновки

1. Прямі затрати на підбирання льоно-трести удосконаленим прес-підбирачем зменшилися на 2024,91 грн/га або 33,39%;
2. Затрати праці на одиницю роботи під час використання удосконаленого прес-підбирача знизились на 40,31%.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

На підставі виконаного способів та засобів для збирання льону-довгунцю, проведених розрахунків у технологічній, конструктивній, економічній частинах можна зробити наступні висновки й пропозиції:

1. Для збирання льону-довгунцю застосовують два способи – комбайновий та сноповий;
2. Підбирання льоно-трести можна проводити машинами, які одночасно із її підбиранням формують снопи або рулони;
3. Для підбирання льоно-трести з формуванням рулонів доцільно використовувати прес-підбирачі, обладнані пасовим пресувальним механізмом.
4. Змінна продуктивність МТА для підбирання льоно-трести у складі трактора КИЙ 14820 та удосконаленого прес-підбирача ПРП-1,6 становить 4,55 га/зм;
5. Затрати праці на одиницю роботи МТА складають 1,54 люд. · год./га;
6. Прямі питомі експлуатаційні затрати під час використання МТА для підбирання льоно-трести у складі трактора КИЙ 14820 та удосконаленого прес-підбирача ПРП-1,6 становлять 4039,67грн/га.
7. Подача на один палець (пруток) вала розпушувача становить 0,13 м, за один оберт колеса розпушувача агрегат пройде шлях, що становить 1,3 м, а товщина стрічки, яку піднімає пруток 0,14 м.
8. Привід вала зворушувача здійснюється ланцюговою передачею з кроком ланцюга 19,05 мм.
9. На МТА для підбирання трести існує 13 основних травмонебезпечних зон і місць.
10. Перекидання агрегату може відбутися, якщо його швидкість на повороті буде вищою 3,01 м/с, а максимальний кут схилу для роботи прес-підбирача в агрегаті з трактором КИЙ 14820 не повинен перевершувати 27 град.
11. Зменшення негативного впливу на навколишнє середовище досягається також завдяки впровадженню енергоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

- 12.Прямі затрати на підбирання льоно-трести удосконаленим прес-підбирачем зменшилися на 2024,91 грн/га або 33,39%;
- 13.Затрати праці на одиницю роботи під час використання удосконаленого прес-підбирача знизилась на 40,31%.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бендера І.М., Грубий В.П., Роздорожнюк П.І. та ін. Експлуатація машин та обладнання. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. 2013. 576 с.
2. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С. , Костіков І. Ю. Основи екології: підручник. К: Либідь, 2005. 407 с.
3. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Агроосвіта, 2015. 679 с.
4. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник. Київ. Вища освіта, 2005. 464 с.
5. Вплив способів збирання на урожайність льону олійного. Електронний ресурс: URL: [https://web.znu.edu.ua/herald/issues/2011/bio\\_2011\\_2/019-22.pdf](https://web.znu.edu.ua/herald/issues/2011/bio_2011_2/019-22.pdf).
6. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків. Електронний ресурс: URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/fc3fab8f-ed29-45e7-9d84-52d75700d4f6/content>.
7. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 352 с.
8. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф. та ін. Основи охорони праці. Київ: Основа, 2000. 416 с.
9. Лехман С.Д., Рубльов В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ : Урожай, 1993. 268 с.
10. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2-е вид., виправ. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
11. Лихочвор В.В., Петриненко В.Ф., Іващук П.В., Корнійчук О.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур 3-є вид., виправ., допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.
12. Мельник І.П., Панченко С.І., Ковальов В.Б. Механізація робіт у льонарстві. Ужгород: Карпати. 1988. 134 с.: іл.; табл.

13. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. -2-ге вид., стереотип. Київ: Техніка, 2004. 512 с.
- 14.Рибарук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини. Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. Львів : ЛДАУ, 1998. 264 с.
15. Ріпка І.І., Семен Я.В., Крупич О.М., Бендера І.М., Рудь А.В. Основи механізації сільськогосподарського виробництва: Навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2013. 224 с.;
- 16.Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т1. Київ. Агроосвіта, 2012. 584 с.; іл.
- 17.Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т2. Київ. Агроосвіта, 2012. 432 с.; іл.
- 18.Семен Я.В., Чухрай В.Є., Крупич О.М., Рис В.І., Буртак В.В. *Методичні рекомендації для виконання дипломного проекту студентами спеціальності 208 «Агроінженерія» ОС «Бакалавр»*. Львів. Сполом. 2023. 72 с.
- 19.Сосновська О.О., Ярошенко П.П., Іванюта М.В. Техніко-економічне обґрунтування господарських рішень у рослинництві: Навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.
20. Стандарт підприємства: дипломні і курсові проекти (роботи), загальні вимоги до оформлення. Львів: ЛНАУ, 2017. 13 с.
21. Трактор КИЙ 14820. Електронний ресурс: URL: <https://traktor-trade.com.ua/traktora/traktor-kij-14820/>
22. Хайліс Г.А., Налобіна О.О., Залужний В.І. Технології збирання льону та проблеми механізації льонарства. *Техніка АПК*. 2004. № 1-2. С. 17-19.