

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему: «Удосконалення робочих органів машин для обертання валків льону в умовах Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН»

Виконав:

(підпис)

Семанов М.В.
(Прізвище, ініціали)

Група:

АІ 2202-2 ст

(Науковий) керівник:

(підпис)

Семірненко С.Л.
(Прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“__” _____ 202_ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Семанову Максиму Вадимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: *Удосконалення робочих органів машин для обертання валків льону в умовах Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН,*

керівник роботи: Семірненко Світлана Леонідівна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “15” 05 2024 року
№ _____ 3484/ос _____

2. Строк подання здобувачем роботи: “27” 05 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: Виробничо-фінансовий звіт господарства за останні роки, довідникова література з даної тематики, посібники, журнали з даної тематики, матеріали, отримані під час проходження практики, інтернет джерела.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ.

1. Характеристика інституту сільського господарства північного сходу НААН

2. Загальна характеристика льону та технологічні аспекти його механізованої обробки

3. Удосконалення робочих органів обертача валків льону ОЛ-140 «ДОВГУНЕЦЬ»

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Економічне обґрунтування удосконалення пальців барабана-підбирача валків льону ОЛ-140

Висновки.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Аналіз господарської діяльності;
- 2-4. Конструкторська розробка
5. Техніко-економічні показники

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: “05” вересня 2024 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Обрання теми	до 14. 09.24 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 30.11.24 р.	
3.	Складання плану роботи	до 11.01.25 р.	
4.	Написання вступу	до 17.03.25 р.	
5.	Написання першого розділу «Характеристика інституту сільського господарства північного сходу НААН»	до 14.02.25 р.	
6.	Написання другого розділу «Загальна характеристика льону та технологічні аспекти його механізованої обробки»	до 12.03.25 р.	
7.	Написання третього розділу «Удосконалення робочих органів обертача валків льону ОЛ-140 «ДОВГУНЕЦЬ»»	до 15.04.25 р.	
8.	Підготовка розділів «Охорона праці» та «Економічне обґрунтування удосконалення пальців барабана-підбирача валків льону ОЛ-140»	до 01.05.25 р..	
9.	Написання висновків	до 12.05.25 р.	
10.	Подання роботи на перевірку унікальності	до 15.05.25 р.	
11.	Подання роботи на рецензування	23.05.2025 р.	
12.	Подання роботи до попереднього захисту	27.05.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Семанов М.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Семірненко С.Л.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	5
ВСТУП	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ІНСТИТУТУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПІВНІЧНОГО СХОДУ НААН	8
1.1 Загальна характеристика підприємства.....	8
1.2 Організаційна структура підприємства.....	11
1.3 Матеріально-технічна база підприємства.....	14
1.4 Наукова та виробнича діяльність	17
1.5 Досвід роботи з льоном (2014-2016рр.).....	20
1.6 Висновки до розділу 1	20
2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЬОНУ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЙОГО МЕХАНІЗОВАНОЇ ОБРОБКИ	22
2.1 Загальна характеристика льону як сільськогосподарської культури	22
2.2 Технологія механізованого вирощування та збирання льону	23
2.3 Фізико-механічні властивості льону.....	24
2.4 Аналіз технологічного процесу механізованого обертання валків льону .	27
2.5 Огляд існуючих технічних рішень для механізованого обертання валків льону.....	30
3 УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ОБАРТАЧА ВАЛКІВ ЛЬОНУ ОЛ-140 «ДОВГУНЕЦЬ».....	33
3.1 Опис ОЛ-140 «Довгунець».....	33
3.2 Проблеми та удосконалення пальців барабана-підбирача.	37
3.3 Принцип взаємодії пальців зі стеблами та аналіз роботи барабана- підбирача.....	39
3.4 Визначення діаметру пальця барабана-підбиральника.....	41
3.5 Висновок до розділу 3	42
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ..	44
4.1 Загальні положення.....	44
4.2 Стан охорони праці в інституті сільського господарства північного сходу НААН	44
4.3 Протипожежна безпека на підприємстві та при роботі з льоном	45
4.4 Аналіз захворюваності на підприємстві	47

4.5 Заходи з попередження нещасних випадків при експлуатації обертача валків льону ОЛ-140 «ДОВГУНЕЦЬ»	48
4.6 Висновок до розділу 4	48
5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПАЛЬЦІВ БАРАБАНА-ПІДБИРАЧА ОБЕРТАЧА ВАЛКІВ ЛЬОНУ ОЛ-140.....	50
5.1 Загальні положення та методологічні засади економічного аналізу.....	50
5.2 Характеристика існуючої та вдосконаленої конструкцій.....	50
5.3 Визначення капітальних витрат на виготовлення пальців	51
5.4 Розрахунок експлуатаційних витрат та економічних показників.....	53
5.5 Висновки по 5 розділу	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60

АНОТАЦІЯ

Семанов М.В. Удосконалення робочих органів машин для обертання валків льону в умовах Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. – Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти за освітньою програмою та спеціальністю 208 «Агроінженерія». Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

Дипломна робота присвячена вдосконаленню конструкції обертача валків льону ОЛ-140 «Довгунець» шляхом модернізації пальців барабана-підбирача. У роботі проведено аналіз фізико-механічних властивостей стебел льону та їх взаємодії з робочими органами машин для обертання валків. Виявлено основні недоліки існуючої конструкції пальців барабана-підбирача: інтенсивне зношування через контакт з ґрунтом та абразивними частинками, корозію та пошкодження стебел льону внаслідок високої жорсткості металевих пальців.

Запропоновано технічне рішення щодо використання змінних поліуретанових накладок на пальці підбирача. Обґрунтовано вибір поліуретану як оптимального матеріалу завдяки його підвищеній твердості, міцності на розрив, опору роздиру та кращій стійкості до абразивного зношування порівняно з гумою. Проведені інженерні розрахунки дозволили визначити оптимальний діаметр циліндричного пальця (10 мм) для заміни стандартних прямокутних пальців. Перевірочні розрахунки на зріз та згин підтвердили достатню міцність запропонованої конструкції при максимальних навантаженнях.

Економічний аналіз показав високу ефективність запропонованого технічного рішення: незважаючи на збільшення собівартості виготовлення на 10,05%, досягається зменшення експлуатаційних витрат на 45,82% завдяки подвоєнню терміну служби та скороченню часу технічного обслуговування. Період окупності становить 81,5 днів. Розроблено комплекс заходів з охорони праці для безпечної експлуатації удосконаленої машини.

Ключові слова: льон, обертач валків, барабан-підбирач, поліуретанові накладки, модернізація.

ABSTRACT

Semanov M.V. Improvement of Working Elements of Machines for Flax Swath Turning under the Conditions of the Institute of Agriculture of the Northeast NAAS. – Qualification thesis for obtaining a higher education degree in the educational program and specialty 208 "Agroengineering". Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

Qualification thesis is devoted to improving the design of the flax swath turner OL-140 "Dovgunets" by modernizing the fingers of the pickup drum. The work analyzes the physical-mechanical properties of flax stems and their interaction with the working elements of swath turning machines. The main disadvantages of the existing pickup drum finger design have been identified: intensive wear due to contact with soil and abrasive particles, corrosion, and damage to flax stems due to the high rigidity of metal fingers.

A technical solution is proposed for using replaceable polyurethane overlays on the pickup fingers. The choice of polyurethane as the optimal material is justified due to its increased hardness, tensile strength, tear resistance, and better resistance to abrasive wear compared to rubber. Engineering calculations made it possible to determine the optimal diameter of the cylindrical finger (10 mm) to replace standard rectangular fingers. Verification calculations for shear and bending confirmed sufficient strength of the proposed design under maximum loads.

Economic analysis showed high efficiency of the proposed technical solution: despite an increase in manufacturing cost by 10.05%, a reduction in operating costs by 45.82% is achieved due to doubling the service life and reducing maintenance time. The payback period is 81.5 days. A comprehensive set of occupational safety measures has been developed for safe operation of the improved machine.

Keywords: flax, swath turner, pickup drum, polyurethane overlays, modernization.

ВСТУП

Льон-довгунець є важливою технічною культурою, яка має значний потенціал для розвитку аграрного сектору України, особливо в північно-східному регіоні. Стебла льону містять волокно, яке широко використовується в текстильній промисловості для виготовлення високоякісних тканин, а насіння є цінною сировиною для харчової та фармацевтичної галузей. Вирощування та переробка льону-довгунця може стати не лише перспективним напрямком сільськогосподарського виробництва, але й основою для відродження льонарства в Україні.

Технологічний процес вирощування льону-довгунця включає важливий етап збирання, який передбачає брання льону, формування валків, їх сушіння та обертання для рівномірного просихання. Саме якість обертання валків суттєво впливає на збереження стебел, запобігання їх пошкодженню та втратам цінного волокна.

Незважаючи на постійне вдосконалення технічних засобів для обробки льону, більша частина агрегатів являється застарілими та їх порівняння з сучасними виявило низку суттєвих недоліків. Основна з проблем - інтенсивне зношування робочих органів, зокрема пальців барабана-підбирача, їх корозію та надмірне пошкодження стебел льону через високу жорсткість пальців. Крім того, існуючі конструкції часто демонструють недостатню адаптивність до нерівностей ґрунту, що призводить до неякісного підбирання стебел і додаткових втрат сировини. Значною проблемою також є високі енергетичні витрати при роботі обертачів та невідповідність швидкісних режимів роботи пальців до оптимальних для збереження цілісності стебел льону. Ці фактори негативно впливають на якість кінцевої продукції та збільшують експлуатаційні витрати.

В даний час удосконалення робочих органів обертачів валків льону, зокрема пальців барабана-підбирача, являє собою актуальне завдання, вирішивши яке дозволить певним чином підвищити ефективність збирання льону, зменшити втрати цінної сировини та знизити експлуатаційні витрати.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ІНСТИТУТУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПІВНІЧНОГО СХОДУ НААН

1.1 Загальна характеристика підприємства

Інститут сільського господарства північного сходу Національної академії аграрних наук України (ІСГ ПС НААН) є провідною науково-дослідною установою регіону, розташований за адресом : Сумська область, Сумський район, с. Сад, вул. Зелена 1. Інститут здійснює наукову, дослідницьку та виробничу діяльність у сфері сільського господарства.

ІСГ ПС НААН являється однією з провідних установ аграрного комплексу наукових установ в північно-східному регіоні України. Інститут займається вирішенням проблем в сільському господарстві за допомогою власних розробок та досягнень в аграрній науці та виробництві.

В державному реєстрі сортів рослин зареєстровано 8 сортів різних морфотипів гречки, 2 сорти соняшнику, 3 сорти кормових злаків котрі були створені в Інституті сільського господарства північного-сходу НААН. Насінням сортами гречки, котрі були виведені в Інституті, засівають 40% посівних площ в Україні, та 70% в Сумській області.

ІСГ ПС НААН – один з найстаріших наукових установ на території України, заснований в с. Сад неподалік міста Суми в 1905 році, як частина Сумського сільськогосподарського училища і мав на балансі власні дослідницькі поля.

В період з 1905 по 1910 роки в тогочасний інститут, котрий на той момент був дослідницькою станцією, використовував 65 гектар землі для вивчення ефективності парового обробітку ґрунту і використання органічних та мінеральних добрив. Починаючи з 1910 почали проводити дослідження окремих елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур, з метою їх удосконалення, розробка та впровадження прийомів використання різних видів добрив.

В 1930 році наукову станцію реорганізували в пункт Українського науково-дослідницького інституту зернового господарства. В березні 1934

станцію було переведено в підпорядкування Всесоюзному науково-дослідницькому інституту добрив, агротехніки та ґрунтознавства. Також в цьому році почалось вивчення співробітниками агробіологічні основи удобрення в зерно бурякові сівозміни.

Кардинальні зміни в структурі відбулися в 1956 р., підчас реформування сільськогосподарських науково-дослідницьких установ. Від тепер це була Сумська обласна державна сільськогосподарська дослідницька станція, під упорядкуванням Сумського обласного управління сільського господарства. Для кращого виконання поставлених завдання в структурі дослідницької станції було створено 7 наукових відділів: механізації, кормо виробництва, землеробства, насінництва, рослинництва та тваринництва. Також було створено виробничий відділ, в складі якого було дослідне господарство та чотири радгоспи.

З 1957 року почалася робота з удосконалення племінного стада рогатої худоби. В цей час відділ тваринництва був спрямований на поліпшення племінних та породних якостей «лебединської» породи.

В період 70-х рр. співробітниками станції було розроблено і впроваджено агротехнологічні заходи по найбільш раціональному застосуванню добрив під сільськогосподарські культури, їх дози, форма та спосіб внесення. Також в ці роки на станції була створена селекційна лабораторія, для роботи по створенню нових високоврожайних сортів гречки з високими технологічними якостями для вирощування по всій території України.

З відновленням незалежності України на Станції було продовжено роботи по вивченню ефективності технологій вирощування зернових культур в різних умовах використання добрив і захисту культур, створення нових систем захисту рослин. Були продовжені дослідження кормо виробництва та селекція гречки і кормових трав.

В 2001 році наказом №87 Президента Української академії аграрних наук, постановили реорганізувати Сумську державну сільськогосподарську дослідницьку станцію в Сумський інститут агропромислового виробництва. В новоствореному інституті були взяті такі напрямки діяльності:

- Розробка з подальшим впровадженням науково обґрунтованих моделей ресурсозберігаючих систем землеробства;
- Опрацювання систем ведення нових технологій по тваринництву з рослинництвом, та їх науковий супровід в освоєнні на агровиробництвах області;
- Створення нових сортів сільськогосподарських культур, вдосконалення та вирощування різних порід, типів і ліній сільськогосподарських тварин.
- Виробництво з подальшою реалізацією насіннєвого матеріалу сільськогосподарських культур;
- Виконання функцій центру регіонального наукового забезпечення агропромислового комплексу в Сумській області.

В 2011 р. було ліквідовано відділення регіональних центрів наукового забезпечення. На базі трьох інститутів АПВ було створено нові регіональні науково-дослідні установи. Однією з цих установ був і Сумський інститут аграрного виробництва, котрий переорганізували в Інститут сільського господарства Північного Сходу. Він був визначений як провідна багатогалузева установа на Сумщині по вирішенню комплексних проблем розвитку сільського господарства на основі досліджень та розробок для впровадження в виробництво.

На даний момент Інститут активно займається такими напрямками діяльності: створення нових сортів гречки, конопель, кондитерського соняшнику, злакових кормових культур; Вдосконалення технологій вирощування різних сільськогосподарських культур , їх адаптація до ґрунту та кліматичних умов північно-східного регіону; розробка нових систем коротко ротаційних сівозмін; Насінництво та розведення насіння нових культур для вирощування в умовах регіону; Науково-консультаційний супровід сільськогосподарських підприємств в регіоні; організація полігонів, виставок та виставок-ярмарок для демонстрації нових технологій, програм та розробок. [1-2]

1.2 Організаційна структура підприємства

1.2.1 Кадровий склад

ІСГ ПС НААН має потужний кадровий потенціал, що забезпечує виконання науково-дослідних робіт та виробничу діяльність. Динаміка кадрового складу за 2021-2023 роки представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Кадровий склад адміністрування та сектору бухгалтерського обліку.

Посада	Кількість персоналу		
	2021	2022	2023
Директор	1	1	1
Заступник директора з наукової роботи	1	1	1
Учений секретар	1	1	1
Заступник директора з науково-інноваційної діяльності	1	1	1
Інспектор з кадрів	1	0,25	0,25
Фахівець з державних закупівель	1	0,5	0,5
Головний бухгалтер	1	1	1
Заступник головного бухгалтера	1	1	1
Бухгалтер	2	2	2

З таблиці видно, що з 2022 року спостерігається зменшення кількості персоналу.

Таблиця 1.2 - Кадровий склад відділу землеробства.

Посада	Кількість персоналу		
	2021	2022	2023
Завідувач відділу	1	1	1
Стар. науковий співробітник	1	1	1
Пров. фахівець	1	1	0
Пров. агроном	1	0	0
Науковий співробітник	2	2	1
Мол. науковий співробітник	0,5	1,5	2,5
Лаборант	2	2	1

З таблиці видно, що на деяких посадах кількість працівників зменшувалась, а на деяких збільшувалась.

Таблиця 1. 3 - Кадровий склад відділу рослинництва

Посада	Кількість персоналу		
	2021	2022	2023
В.о. Завідуючого відділу	1	1	1
Пров. науковий співробітник	0,5	1,5	1,5
Стар. науковий співробітник	0,5	1	1
Науковий співробітник	3	1,5	0,5
Мол. науковий співробітник	0,5	0	0
Фахівець	1	0	0
Лаборант	3	4	2

З таблиці видно, що на деяких посадах кількість працівників зменшувалась, а на деяких збільшувалась.

Таблиця 1.4 - Кадровий склад лабораторії селекції та насінництва

Посада	Кількість персоналу		
	2021	2022	2023
Завідувач лабораторії	0,5	1	1
Пров. агроном	1	1	0
Пров. фахівець	1	0	0
Пров. науковий співробітник	0,5	0,75	0,75
Мол. науковий співробітник	0,25	2,5	3,5
Лаборант	2	1	1

З таблиці видно, що на деяких посадах кількість працівників зменшувалась, а на деяких збільшувалась.

Таблиця 1. 5 - Кадровий склад лабораторії тваринництва та кормовиробництва

Посада	Кількість персоналу		
	2021	2022	2023
Завідувач лабораторії	1	0	1
Пров. науковий співробітник	1	0	0
Стар. науковий співробітник	1	1,25	2
Лаборант	2	2	2

З таблиці видно, що на деяких посадах кількість працівників в 2022 році зменшувалась, а на деяких збільшувалась, проте в 2023 році на деяких з посад кількість працівників повернулася до значення 2021 року, а на деяких збільшилась.

Таблиця 1.6 - Кадровий склад відділу інноваційного провайдингу та сільськогосподарського дорадництва

Посада	Кількість персоналу		
	2021	2022	2023
Завідувач відділу	1	1	1
Пров. науковий співробітник	0,5	0,5	0,5
Науковий співробітник	2	2	2
Мол. науковий співробітник	0	0	1
Лаборант	3	3	2
Завідувач відділу	1	1	1
Пров. науковий співробітник	0,5	0,5	0,5
Науковий співробітник	2	2	2
Мол. науковий співробітник	0	0	1
Лаборант	3	3	2

З таблиці видно, що в 2022 та 2023 роках спостерігається зменшення кількості персоналу.

Таблиця 1.7 - Кадровий склад відділу інноваційного провайдингу та сільськогосподарського дорадництва

Посада	Кількість персоналу		
	2021	2022	2023
Завідувач відділу	1	1	1
Фахівець	1	2	1
Енергетик	0,25	0,25	0,25
Технік	2	2	1,25
Водій	2	2	1
Тракторист-машиніст	3	3	3
Робітник	1	0	1
Сторож	3	6	6
Прибиральник приміщень	1	0	0

З таблиці видно, що з 2023 року спостерігається зменшення кількості персоналу.

З таблиці видно, що багато персоналу працюють на з неповною занятістю (0,25 та 0,5) – це, частково, викликане тим, що деякі працівників займають одну і ту саму посаду в різних відділах з ціллю оптимізації витрат на оплату праці.

Також з цією ціллю інша частина працівників з неповною зайнятістю – це персонал котрий не потребує постійної присутності та виконання своїх обов'язків лише в певний сезон і може бути найнятий з іншого підприємства на пів ставки.

Також, по таблицях, можна побачити тенденцію зменшення кількості молодшого складу, наукових співробітників, молодших наукових співробітників, лаборантів і тому подібних. Частково це викликано підвищенням, в деяких відділах лаборантів підвищували до молодших наукових співробітників. Також це пов'язано зі скороченням штату, викликаний кризовою ситуацією в економічній та політичній ситуації в Україні з 2022 року. Через це спостерігається динамічне зменшення штату. В порівнянні 2023 року з 2021 роком штат скоротився мінімум на 6 осіб.

1.2.2 Структурні підрозділи

Організаційна структура інституту включає такі основні підрозділи:

- Відділ землеробства;
- Відділ рослинництва;
- Відділ селекції та насінництва
- Відділ інноваційного провайдингу та сільськогосподарського дорадництва
- Господарський відділ

1.3 Матеріально-технічна база підприємства

1.3.1 Земельні ресурси

ІСГ ПС НААН має в своєму розпорядженні земельні ресурси які використовуються для проведення науково-дослідницьких та виробничих робіт. Використання земельної площі за 20xx-20xx роти наведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.8 - Використання земельних площі Інституту сільського господарства північного сходу НААН

Показники	2021р	2022р	2023р
Загальна площа земель	294,97	294,97	294,97
С/г угіддя	285,42	285,42	285,42
Рілля	285,42	285,42	285,42
Господарські шляхи	33,14	33,14	33,14
Господарські двори	6,41	6,41	6,41

Аналіз таблиці демонструє стабільність земельного фонду установи, це характеризується незмінною загальною площею земельних угідь та площею ріллі. Така стабільність характерна для науково-дослідницьких установ, які мають чітко визначену земельну ділянку для виконання своїх статутних функцій. Також, така стабільність вказує на спрямованість досліджень інституту на підвищення продуктивності земель за рахунок впровадження сучасних агротехнологій та результатів науково-дослідницької роботи, а не екстенсивне розширення земельного фонду.

1.3.2 Матеріальні активи

Матеріально-технічна база інституту включає будівлі, сільськогосподарську техніку та обладнання, необхідні для виконання наукової та виробничої діяльності підприємства.

Таблиця 1.9 - зернозбиральні комбайни

Найменування активів	Кількість	Загальна вартість
Зернозбиральний комбайн John Deere 925	1	108 366,00 ₴
Зернозбиральний комбайн MF 307	1	105 930,00 ₴

Таблиця 1.10 – Тракторний парк

Найменування активів	кількість	Загальна вартість
Трактор FT354k	1	240 666,00 ₴
Трактор Беларус-1025	1	114 871,00 ₴
Трактор КИЙ-14102	1	106 835,00 ₴
Трактор МТЗ-82	1	31 376,00 ₴
Трактор МТЗ892	1	93 046,00 ₴
Трактор Т-16	1	5 771,00 ₴
Трактор Т-16-М-У-1	1	5 219,00 ₴

Таблиця 1.11 – Сільськогосподарські машини

Найменування активів	Кількість	Загальна вартість
Борони		
Борона БЗЛС-1,0	6	1 548,00 ₴
Борона БЗТС-1	2	539,00 ₴
Борона БІГ-3	1	38,00 ₴
Борона БЗСС-1	4	1 320,00 ₴
Борона Радченко	1	242,00 ₴
Культиватори		
Культиватор КНРФ-5, 6-03	1	83 333,00 ₴
Культиватор вертикал-фр	1	3 347,00 ₴
Культиватор КВФ-2,8	2	9 252,00 ₴
Культиватор Клд-2,0	1	18 105,00 ₴
Культиватор КН-3, 8-12	1	18 021,00 ₴
Культиватор КПЕ-3,8	1	1 170,00 ₴
Культиватор КРН-4,2	1	3 601,00 ₴
Культиватор КПН-4	1	14 339,00 ₴
Культиватор УСМК-5,4	1	6 666,00 ₴
Плуги		
Плуг оборотний	1	17 120,00 ₴
Плуг ПЛН-3,35	2	26 834,00 ₴
Плуг ПЛН-3,5	1	3 110,00 ₴
Сівалки		
Сівалка "Сіва Нова" 3,61	1	666 666,00 ₴
Сівалка СЗ-3,6	1	9 745,00 ₴
Сівалка СС-16	2	19 347,00 ₴
Сівалка СЗ-5,4А-0,6	1	295 441,00 ₴
Сівалка СКС-1610	1	5 467,00 ₴
Сівалка СО-2	1	50,00 ₴

Таблиця 1.12 - Лабораторне обладнання

Найменування активів	Кількість	Загальна вартість
Ваги AXIS BTU-2100	1	2 592,00 ₴
Вологомір AXIS АДС 100	1	11 585,00 ₴
Дистилятор	2	6 522,00 ₴
Мікроскоп	1	231,00 ₴
РН-метр РН-150МА	1	2 208,00 ₴
Сепаратор	1	19 657,00 ₴
Сушильна шафа ТПЛ-3	4	781,00 ₴
Стерилізатор ВК-30	1	40 000,00 ₴
Вологомір для зерна Wile-55	2	10 414,00 ₴
Щільнометр ґрунту Wile	1	2 196,00 ₴

В загальному підсумку по даних з таблиць можна виділити що більша частина активів являється сільськогосподарською технікою та агрегатами. Це зумовлено специфікацією установи, оскільки потрібність в ефективному та вчасному проведенні польових досліджень на великій площі ріллі, яка є у власності інституту, ручна праця задовільнити не може, тому і потрібна механізація процесу обробки ґрунту, підготовки його до посівного сезону, засівання ріллі сільськогосподарськими культурами, догляду за с/г культурами, та збирання культур в період жнив. Саме тому більша частина припадає саме на сільськогосподарську техніку.

Також одна з найбільших часток в структурі матеріальних активів – лабораторне обладнання котре використовується для досліджень інституту. Вони являються такими ж самими основними активами для діяльності інституту як і сільськогосподарська техніка, оскільки без них неможлива науково-дослідницька діяльність інституту.

1.4 Наукова та виробнича діяльність

1.4.1 Наукові здобутки підприємства

Науковці інституту мають великі досягнення в селекції та науково-дослідній роботі. Вперше в світі, саме науковці ІСГ ПС НААН створили і районували сорти гречки детермінантного морфотипу з високою

продуктивністю. До державного реєстру сортів, були занесені такі сорти гречки, створеними в інституті – Крупинка, Сумчанка, Слобожанка, Іванна, Ювілейна 100, Ярославна, Сімка, Селяночка; коноплі – Софія; лучна вівсяниця – Росинка та Венера; соняшник – Сяйво.

Беручи до уваги зазначене вище, сорти гречки, котрі були виведені в інституті, займають більше 70% посівних площ в Сумській області і більше 40% в Україні. Це стало можливим через високий потенціал урожайності, рівномірного дозрівання, стійкістю до осипання з виляганням, та високими технологічними якостями цих сортів.

У співавторстві вчених інституту було створено сумський нові типи української бурої та чорно-рябої молочної породи корів з підвищеними показниками найбільшого поширення набули два основні види: льон-довгунець якості молока.

Розроблена нова система виробництва більш високоякісної свинини на гібридній основі для господарств Сумського регіону.

Також Інститутом було розроблено та впроваджено ряд технологій, адаптованих до умов регіону:

- Енергоощадна різноглибинна система основного обробітку ґрунту в зерно-просапній сівозміні.
- Технологія вирощування озимої пшениці, яка базується на використанні високопродуктивних, пластичних, адаптованих до регіону сортів та удосконалених агрозаходів.
- Ресурсозберігаючі технології вирощування зернобобових культур на основі максимально можливого використання азотфіксуючої здатності рослин.
- Удосконалена зональна технологія вирощування соняшнику, яка забезпечує отримання 3-4 т/га зерна при зменшенні до 25% собівартості продукції. [1]

1.4.2 Виробничі показники

В Інституті проводять не лише наукові дослідження а й здійснюють виробничу діяльність. Основні її показники для аналізу виробничою діяльністю наведено в табл. 1.13.

Таблиця 1.13 - Виробничі показники ІСГ ПС НААН

Показники	2021		2022		2023	
	ц	га	ц	га	ц	га
Валовий збір зернових та зернобобових культур	3715,7	129,6	7018	191	4288	119,3
Валовий збір технічних культур	1182,7	89	1655	87,1	2356	159,4
Валовий збір коренеплодів, насіння овочевих і баштанних культур	677,35	58	378	3	-	-
Валовий збір кормових культур	366,7	2,3	330	2,2	-	-

Аналіз таблиці демонструє суттєві зміни в структурі виробництва. Спостерігається значне підвищення урожайності зернових та зернобобових культур з 28,7 ц/га у 2021 році до 35,9 ц/га у 2023 році, що свідчить про впровадження ефективніших технологій вирощування. Водночас була збільшено виробництво технічних культур, площа яких у 2023 році збільшилась майже вдвічі порівняно з попередніми роками.

Примітним є повне припинення вирощування коренеплодів, овочевих, баштанних та кормових культур у 2023 році, що вказує на стратегічну переорієнтацію підприємства на більш затребувані в регіоні та, можливо, менш трудомісткі напрямки рослинництва. Така трансформація структури посівних площ відображає адаптацію інституту до сучасних економічних умов та підвищення фокусу на пріоритетних для регіону культурах.

Загалом, продуктивність земельних ресурсів інституту демонструє позитивну динаміку, особливо у сфері вирощування технічних культур, валовий

збір яких за три роки зріс майже вдвічі, що свідчить про ефективне використання наукового потенціалу установи для оптимізації агротехнічних процесів.

1.5 Досвід роботи з льоном (2014-2016рр.)

По при те, що ІСГ ПС НААН надав перевагу вирощуванню коноплі замість льону, в період 2014-2016 років в інституті проводилися дослідження в галузі льонарства. У той період часу інститут спеціалізовану техніку для льонарства, зокрема і машини для обертання валків льону ОЛ-140 «Довгунець».

В результаті досліджень, проведених в термін вирощування льону в інституті, було виявлену низку проблем, пов'язаних з механізацією процесу обертання валків льону:

1. Підвищений рівень пошкодження стебел льону при роботі машин;
2. Нерівномірність обертання валків на ділянках з різною густотою стеблостою;
3. Надмірне зношення елементів в машині для обертання валків льону.

Зазначені проблеми залишаються актуальними і в наш час для підприємств котрі займаються вирощуванням льону та потребують інженерних рішень для їх усунення.

1.6 Висновки до розділу 1

ІСГ ПС НААН є потужною науково-дослідницькою установою, з відповідним цьому кадровим та матеріально-технічним потенціалом, для забезпечення проведення досліджень в різних галузях сільського господарства. Не зважаючи на те що на даний час інститут не займається вирощуванням льону, досвід роботи з ним у минулих роках та виявлені проблеми процесу обертання валків льону дають підґрунтя для теоретичних та експериментальних досліджень у цьому напрямку.

У період 2021–2023 років діяльність науково-дослідницької установи характеризувалася системним підходом до адаптації в умовах кризи. Були впроваджені заходи з оптимізації кадрової політики, зокрема шляхом

запровадження часткової зайнятості та скорочення молодшого персоналу. Постійна стабільність фонду. Відбулася суттєва реорганізація виробничої структури з акцентом на більш затребувані напрями: урожайність зернових зросла з 28,7 до 35,9 ц/га, площі під технічні культури майже подвоїлися, водночас припинено вирощування деяких культур культур (коренеплодів, овочевих, баштанних і кормових). Матеріально-технічна база установи, що включає сільськогосподарську техніку та лабораторне обладнання, дозволяє ефективно поєднувати наукові дослідження з виробничою діяльністю, що, дозволить підвищити продуктивність використання земельних ресурсів в умовах економічних викликів.

2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЬОНУ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЙОГО МЕХАНІЗОВАНОЇ ОБРОБКИ

2.1 Загальна характеристика льону як сільськогосподарської культури

Льон (*Linum usitatissimum* L.) є однією з найдавніших технічних культур, вирощування якої на території України має багатовікову історію. Згідно з ботанічною класифікацією, льон належить до роду *Linum*, родини Льонових (*Linaceae*). У сільськогосподарському виробництві найбільш поширеними видами льону є: льон-довгунець, що вирощується переважно для отримання волокна, та льон олійний, який культивується для отримання насіння, багатого на олію.

Льон-довгунець (*Linum usitatissimum* L. var. *elongata*) характеризується тонким стеблом висотою 70-125 см, слабким гілкуванням і малою кількістю коробочок. Технічна довжина стебла льону-довгунця складає 60-110 см, що дозволяє отримувати довге волокно високої якості. Льон олійний (*Linum usitatissimum* L. var. *breviseptala*) має розгалужене стебло висотою 30-60 см та значно більшу кількість насінневих коробочок.

Господарська цінність льону визначається можливістю комплексного використання всіх частин рослини. Стебла льону-довгунця містять 20-30% волокна, яке використовується для виробництва різноманітних тканин, технічних матеріалів та композитів. Насіння льону містить 35-45% олії, що знаходить застосування у харчовій, фармацевтичній, лакофарбовій та інших галузях промисловості. Відходи первинної переробки льону – костриця (здерев'яніла частина стебла) – використовуються для виробництва будівельних матеріалів, паперу та як біопаливо. [3]

Сучасна географія вирощування льону охоплює переважно регіони з помірним кліматом. У світовому масштабі найбільшими виробниками льоноволокна є Франція, Бельгія, Нідерланди, Білорусь та Росія. В Україні традиційними зонами льонарства є Полісся та передгірські райони Карпат, де

кліматичні умови (достатня кількість опадів, помірні температури) сприяють формуванню високоякісного волокна.

За даними Держстату України, площі посівів льону-довгунця в Україні протягом останніх десятиліть значно скоротилися – з 172 тис. га у 1990 році до менш ніж 10 тис. га на початку 2020-х років. Це пов'язано з економічними трансформаціями та втратою ринків збуту льонопродукції. Однак останніми роками спостерігається відновлення інтересу до льонарства, зумовлене зростанням попиту на екологічно чисті натуральні матеріали та диверсифікацією сільськогосподарського виробництва. [4]

2.2 Технологія механізованого вирощування та збирання льону

Технологія вирощування льону-довгунця включає комплекс механізованих агротехнічних заходів, спрямованих на отримання високого врожаю якісного волокна та насіння. Оптимальними для льону є дерново-підзолисті, сірі лісові та чорноземні ґрунти з нейтральною або слабокислою реакцією (рН 5,5-6,5). Льон вимагає ретельної механізованої підготовки ґрунту, оскільки його дрібне насіння та слабка коренева система у початковий період вегетації потребують оптимальної структури посівного шару.

Агротехнічні вимоги до механізованого посіву льону передбачають ранні строки сівби, оптимальну норму висіву та глибину загортання насіння. Вегетаційний період льону-довгунця складає 75-90 днів, протягом яких рослина проходить фази сходів, "ялинки", бутонізації, цвітіння, зеленої та повної стиглості.

Механізований технологічний процес збирання льону є одним із найважливіших етапів у льонарстві, оскільки безпосередньо впливає на якість отриманої сировини. Збирання льону-довгунця проводиться коли вміст волокна в стеблах досягає максимуму, а його якість є найвищою. Основними способами механізованого збирання льону є:

Комбайновий спосіб передбачає одночасне відділення насінневих коробочок та розстилання стебел у стрічку за допомогою спеціалізованих

льонокомбайнів. Цей спосіб застосовується на засмічених та полеглих посівах. Сучасні льонокомбайни оснащені механізмами, що забезпечують підйом та обчисування стебел, відділення насінневих коробочок та формування рівномірних валків.

Роздільний спосіб полягає у механізованому підбиранні (висмикуванні) стебел з кореневою системою за допомогою льонобралок та вкладанні їх у стрічку, з подальшим підбиранням та обмолотом насінневих коробочок підбирачами-молотарками. Цей спосіб забезпечує отримання волокна вищої якості за рахунок більш дбайливого поводження зі стеблами.

Комбінований спосіб поєднує елементи обох попередніх способів залежно від конкретних умов збирання та призначення льонопродукції. При цьому використовуються різні комбінації сільськогосподарських машин: льонобралки, льонокомбайни, підбирачі-молотарки та обертачі валків.

Після механізованого збирання стебла льону розстилаються на полі у вигляді стрічок (валків) для вилежування (росяного мочіння), під час якого під дією мікроорганізмів, вологи та сонячного випромінювання відбувається природне відділення волокна від деревної частини стебла. Цей процес триває від 2 до 6 тижнів залежно від погодних умов.

Особливості формування та механізованого обертання валків льону обумовлені необхідністю забезпечення рівномірного просихання та вилежування стебел. Валки формуються шириною 15-20 см і товщиною 2-3 см, що відповідає щільності розстилу 1,2-1,5 кг/м². Для забезпечення рівномірного вилежування стебел проводиться механізоване обертання валків через 5-7 днів після росяного мочіння спеціалізованими машинами для обертання валків льону. Ці машини повинні забезпечувати повне обертання валка без порушення паралельності розташування стебел та їх крокування. [5, 6, 7]

2.3 Фізико-механічні властивості льону

Ефективність механізованих процесів по збиранню та первинній обробці льону значною мірою залежить від фізико-механічних властивостей стебел, які

визначають характер взаємодії з робочими органами сільськогосподарських машин. Основними характеристиками, що впливають на процес обертання валків, є структурні, морфологічні та механічні властивості стебел льону.

2.3.1 Структурні та морфологічні характеристики стебел льону

Стебло льону-довгунця має циліндричну форму з невеликим потовщенням у нижній частині. Середній діаметр стебла становить 1,5-2,5 мм, при цьому спостерігається поступове зменшення діаметра від комлевої до верхівкової частини. У поперечному перерізі стебло складається з декількох шарів:

Епідерміс (кутикула) – зовнішній захисний шар товщиною 20-30 мкм, вкритий восковим нальотом, який впливає на процес взаємодії стебла з робочими органами машин під час механізованого обертання валків.

Кора – включає паренхіму (тканина, що містить хлорофіл) та луб'яні пучки, які є основним джерелом технічного волокна, що становить головну цінність льону-довгунця.

Камбій – тонкий шар поділу між лубом і деревиною, який під час механічної обробки стебел є найбільш вразливим місцем.

Деревина (ксилема) – центральна частина стебла, що складається з здерев'янілих клітин і формує кострицю, яка відділяється під час механічної переробки льону.

Серцевина – внутрішня порожнина, заповнена паренхімними клітинами, що надає стеблу певної жорсткості при взаємодії з робочими органами машин.

Волокнисті пучки, що містяться в корі, складаються з елементарних волокон довжиною 20-40 мм, що з'єднані пектиновими речовинами у комплексні волокна, які проходять уздовж усього стебла. Вміст волокна в стеблах залежить від сорту, умов вирощування та фази стиглості і становить у середньому 20-30% від маси стебел. [8]

2.3.2 Вологість та щільність стебел та валків

Вологість стебел льону є динамічним показником, що змінюється залежно

від фази вегетації та погодних умов. Підчас фази ранньої жовтої стиглості проводиться механізоване збирання, вологість стебел становить 55-65%. Під час розстилу та вилежування вологість поступово знижується до 18-20%, а після повного висихання може становити 12-14%.

Вологість стебел у валку не є рівномірною – нижній шар, що контактує з ґрунтом, має вищу вологість порівняно з верхнім. Ця нерівномірність є однією з причин необхідності механізованого обертання валків для забезпечення рівномірного просихання та розвитку мікрофлори, що здійснює біологічне руйнування пектинових речовин.

Щільність розстилу валків льону, що визначається як маса стебел на одиницю площі поля, є важливим параметром, який впливає на інтенсивність процесу вилежування та якість одержуваної трести. Оптимальна щільність розстилу становить 1,2-1,5 кг/м², що забезпечує необхідний повітрообмін і розвиток аеробних мікроорганізмів.

2.3.3 Механічні властивості стебел льону

Механічні властивості стебел льону визначають їх поведінку при взаємодії з робочими органами машин для обертання валків. Основними механічними характеристиками є:

Міцність на розрив для свіжозібраних стебел льону-довгунця становить 25-35 кгс/мм², для вилежаних стебел (трести) – 15-25 кгс/мм². Зниження міцності відбувається внаслідок руйнування пектинових речовин у процесі вилежування.

Згинальна жорсткість характеризує опір стебла деформації згину і залежить від діаметра, вологості та ступеня вилежування. Для свіжозібраних стебел згинальна жорсткість складає 8-12 Н·мм², для вилежаних – 3-5 Н·мм². При проектуванні механізмів для обертання валків необхідно враховувати цю властивість для запобігання пошкодженню стебел.

Коефіцієнт тертя для стебел льону по різних поверхнях робочих органів машин складає: по сталі – 0,3-0,5, по гумі – 0,5-0,7, по дереву – 0,4-0,6. При

збільшенні вологості стебел коефіцієнт тертя зростає, що важливо враховувати при виборі матеріалів для робочих органів машин.

Кут природного укусу для льняної соломи становить 45-55°, для трести – 40-50°. Цей параметр впливає на процес формування та обертання валків, особливо при використанні гравітаційних механізмів обертання.

Об'ємна маса для валка льону залежить від щільності розстилу і становить 60-80 кг/м³ для свіжозібраних стебел і 40-60 кг/м³ для вилежаних. Цей показник є важливим при розрахунку продуктивності та енергоємності механізованого процесу обертання валків.

2.4 Аналіз технологічного процесу механізованого обертання валків льону

Механізоване обертання валків є важливою технологічною операцією у процесі приготування льонотрести, яка забезпечує рівномірне вилежування стебел та отримання однорідної за якістю сировини. Необхідність обертання валків зумовлена нерівномірним розподілом вологи та розвитком пектиноруйнуючих мікроорганізмів у верхньому та нижньому шарах валка.

2.4.1 Агротехнічні вимоги до процесу механізованого обертання валків

Відповідно до агротехнічних вимог, механізоване обертання валків льону повинно забезпечувати:

Повне обертання валка на 180° з мінімальним порушенням паралельності стебел, що є важливим для подальшої переробки льонотрести на льонозаводах.

Збереження щільності та рівномірності розстилу стебел після обертання для забезпечення рівномірного вилежування всіх стебел у валку.

Мінімальне засмічення стебел ґрунтом та рослинними рештками, оскільки забруднення негативно впливає на якість волокна та ускладнює процес його переробки.

Зменшення розтягування валка по довжині не більше ніж на 5-7%, що важливо для збереження технологічності подальшого підбирання валків.

Збереження прямолінійності валка після обертання для забезпечення ефективної роботи підбирачів-трестозбиральних машин.

Виконання операції у оптимальні агротехнічні строки (через 5-7 днів після розстилу) для досягнення максимальної ефективності процесу вилежування.

Недотримання цих вимог при механізованому обертанні валків призводить до зниження якості льонотрести, збільшення втрат волокна та погіршення його якісних характеристик.

2.4.2 Вплив механізованого обертання валків на якість трести

Своєчасне та якісне механізоване обертання валків льону забезпечує низку позитивних ефектів:

Рівномірне вилежування стебел – після механізованого обертання стебла, що контактували з ґрунтом, опиняються зверху валка, що сприяє вирівнюванню умов для розвитку мікрофлори та забезпечує однорідність якості волокна по всій довжині валка.

Прискорення процесу вилежування – механізоване обертання валків сприяє активізації аеробних мікроорганізмів, що руйнують пектинові речовини, які зв'язують волокно з деревною частиною стебла. Це дозволяє скоротити загальний термін вилежування на 2-3 дні, що особливо важливо в умовах нестабільної погоди.

Покращення кольору волокна – рівномірне сонячне опромінення всіх стебел після механізованого обертання забезпечує однорідність кольору волокна, що є важливим показником його якості та впливає на сортність готової продукції.

Зменшення втрат волокна – своєчасне механізоване обертання запобігає надмірному перележуванню нижнього шару стебел, що могло б призвести до деструкції волокна та зниження його виходу.

Дослідження показують, що якісне механізоване обертання валків дозволяє підвищити вихід довгого волокна на 1,5-2,0% та покращити його сортність на 0,5-1,0 номера, що має суттєвий економічний ефект при переробці льонотрести.

2.4.3 Критерії оцінки якості механізованого обертання валків

Якість виконання операції механізованого обертання валків оцінюється за такими основними критеріями:

Ступінь обертання валка визначається як відсоток стебел, що змінили своє положення відносно поверхні ґрунту після проходження машини. Оптимальним вважається обертання 90-95% стебел, що забезпечує рівномірне вилежування трести.

Ступінь розтягування валка характеризує збільшення довжини валка після механізованого обертання порівняно з початковою. Допустиме розтягування не повинно перевищувати 7%, оскільки надмірне розтягування погіршує умови подальшого підбирання.

Втрати стебел оцінюються як відсоток стебел, що не потрапили до валка після механізованого обертання. Допустимий рівень втрат при роботі сучасних машин – не більше 5%, що дозволяє зберегти економічну ефективність виробництва льону.

Ступінь засмічення валка визначається як відсоток сторонніх домішок (ґрунт, бур'яни) у масі валка після механізованого обертання. Допустимий рівень засмічення – до 5%, оскільки підвищене засмічення негативно впливає на якість волокна.

Рівномірність товщини валка оцінюється як відхилення товщини валка від середнього значення після механізованого обертання. Допустима нерівномірність – менше 15%, що забезпечує рівномірне вилежування стебел та полегшує подальше підбирання валків.

Для комплексної оцінки якості механізованого обертання валків використовують методику, що враховує вагові коефіцієнти для кожного з критеріїв, що дозволяє отримати інтегральний показник якості виконання операції та об'єктивно порівнювати різні конструкції машин для обертання валків.

2.5 Огляд існуючих технічних рішень для механізованого обертання валків льону

2.5.1 Класифікація машин для обертання валків

Машини для механізованого обертання валків льону класифікуються за кількома основними ознаками:

За типом агрегування машини поділяються на навісні, які закріплюються на навісній системі трактора та не мають власних опорних коліс; причіпні, що мають власну ходову систему та з'єднуються з трактором через зчіпний пристрій; самохідні, які мають власний привод ходової частини та не потребують додаткового енергетичного засобу.

За кількістю одночасно оброблюваних валків існують однорядні машини, які обертають один валок за прохід; дворядні, що обробляють два паралельних валки; багаторядні, здатні обертати три і більше валків одночасно, що суттєво підвищує продуктивність механізованого процесу.

За конструкцією підбирального пристрою розрізняють машини з барабанним підбирачем, оснащеним пружинними пальцями; з пальцевим підбирачем, що має жорсткі або пружні пальці на планках; з стрічковим підбирачем, що використовує гумо-тканинну стрічку з виступами для підбирання стебел.

За принципом обертання валка виділяють машини з активними робочими органами, що здійснюють примусове обертання валка за рахунок енергії трактора; з пасивними робочими органами, де обертання відбувається під дією сили тяжіння при проходженні валка по нахиленим поверхням; комбіновані, що поєднують обидва принципи.

За типом приводу робочих органів розрізняють машини з механічним приводом від ВВП трактора через карданні передачі та редуктори; з гідравлічним приводом, де обертання робочих органів забезпечується гідромоторами; з електричним приводом, що використовується переважно на самохідних машинах.

Найбільш поширеними в Україні є навісні та причіпні однорядні та дворядні обертачі валків з барабанним або пальцевим підбирачем та активними робочими органами, що забезпечують оптимальне співвідношення вартості, продуктивності та якості механізованого обертання валків льону.

2.5.2 Аналіз конструкцій робочих органів існуючих машин

Основними робочими органами машин для механізованого обертання валків льону є:

Підбиральний пристрій призначений для підбирання валка з поверхні поля і є початковою ланкою технологічного процесу обертання. Одними з найпоширеніших є барабанні підбирачі, котрі забезпечує рівномірне підбирання стебел по всій ширині валка без пошкодження структури стебел. Частота обертання барабана підбирача становить 70-120 об/хв, що забезпечує лінійну швидкість кінців пальців 2,5-3,5 м/с, що є оптимальним для взаємодії з валком льону.

Обертальний пристрій забезпечує обертання валка на 180° і є ключовим елементом, що визначає якість виконання технологічного процесу. Існують різні конструктивні рішення обертальних пристроїв: направляючі скати або плоскі лотки з пасивним обертанням валка під дією сили тяжіння, що відрізняються простотою конструкції, але не забезпечують якісного обертання при підвищеній вологості стебел; ланцюгові або стрічкові транспортери з активним обертанням валка, що мають високу надійність та продуктивність, але складніші в конструктивному виконанні; обертальні барабани з гвинтовими ребрами, які забезпечують поступове обертання валка під час його переміщення; гумово-пальцеві вали, що обертаються у різних напрямках і забезпечують обертання валка за рахунок різниці швидкостей та напрямків обертання.

Розстильний пристрій призначений для рівномірного розстилання обернутого валка на поверхні поля і є завершальною ланкою технологічного процесу. Як розстильні пристрої використовуються пасивні скати, що направляють валок на поверхню поля під дією сили тяжіння; активні розстильні

транспортери, що забезпечують активне переміщення стебел та формування рівномірного валка; розстильні барабани з пружинними пальцями, які забезпечують рівномірне укладання стебел на поверхню поля.

Найбільш поширеними в Україні є обертачі валків льону ОСН-1, ОЛ-1, ОЛП-1 та їх модифікації, а також білоруські моделі ОЛ-140 та ОД-1. Вони забезпечують обертання валків шириною 18-22 см при робочій швидкості 6-8 км/год, що дозволяє досягти продуктивності 0,8-1,5 га/год при якісному виконанні технологічного процесу.

2.6 Висновки до розділу 2

Льон є цінною технічною культурою комплексного використання, що має значний потенціал для відродження в аграрному секторі України. Традиційні зони вирощування льону-довгунця (Полісся та передгірські райони Карпат) мають оптимальні кліматичні умови для отримання високоякісного волокна, що дає можливість розвивати конкурентоспроможне льонарство. Фізико-механічні властивості стебел льону (структурні, морфологічні та механічні характеристики) визначають характер їх взаємодії з робочими органами машин для обертання валків і повинні враховуватися при проектуванні цих машин для забезпечення більш якісного виконання технологічних процесів.

Сучасні технології механізованого вирощування та збирання льону передбачає комплекс взаємопов'язаних операцій, серед яких значне місце займає механізоване обертання валків під час росяного мочіння. Збирання льону може здійснюватися комбайновим, роздільним або комбінованим способами, кожен з яких має власні переваги та недоліки. Перспективним напрямком удосконалення існуючих машин для обертання валків льону є розробка інноваційних конструкцій робочих органів, що забезпечують підвищення якості обертання валків при мінімальних енергетичних витратах з урахуванням змінюваних фізико-механічних властивостей льонотрести в процесі вилежування.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ОБАРТАЧА ВАЛКІВ ЛЬОНУ ОЛ-140 «ДОВГУНЕЦЬ»

3.1 Опис ОЛ-140 «Довгунець»

Причіпний обертач валків льону ОЛ-140 «довгунець» був розроблений для роботи з льоном урожайність якого 8-10 ц/га незалежно від погодних умов, з продуктивністю не менше 0,8 га/год. ОЛ-140 призначений для обертання валків стебел льону в процесі сушки для подальшого збору. Агрегується апарат з тракторами тягового класу 1,4, має синхронний привід від валу відбору потужності. Приєднується до начіпного пристрою трактора в трьох точках.

Обертач ОЛ-140 складається з таких основних вузлів і механізмів: основної рами, причіпної рами, опорних коліс, обертального та розстильного стрічкових конвеєрів, гідросистеми, приводу та опорних коліс.

Основна рама виконує роль несучої конструкції, на якій закріплено всі основні вузли й механізми машини. Вона обладнана спеціальною опорою, що забезпечує стійке горизонтальне положення обертача під час зберігання, а також полегшує приєднання й від'єднання агрегату від трактора. Зліва спереду до рами прикріплений бічний кронштейн для з'єднання з напіврамою трактора. Знизу розміщені опорні колеса з двома пневматичними шинами. Основна рама шарнірно з'єднується з причіпною рамою, що дозволяє обертачу здійснювати поперечне зміщення відносно трактора.

Причіпна рама призначена для три-точкового з'єднання з навісним обладнанням трактора. На ній встановлено конічний редуктор приводу агрегату. У разі від'єднання агрегату від трактора причіпна рама встановлюється на спеціальну опору.

Стрічковий конвеєр складається з зварної рами, копіювального пристрою, підбирача, гвинтоподібних направляючих прутків, перехресної стрічки з кілками, ведучого барабана та направляючого ролика з очищувачами. Він встановлений шарнірно до основної рами. Спереду він спирається на копіювальне колесо з шиною і гвинтовим механізмом для плавного регулювання

положення пальців підбирача відносно ґрунту. Підбирач барабанного типу з ексцентричною віссю містить два ряди підбиральних пальців. Привід підбирача здійснюється через стрічку обертального конвеєра від ведучого барабана. Гвинтоподібні направляючі зроблені з вигнутих металевих, що розташовані паралельно до робочої поверхні стрічки. Під час роботи вони утримують і притискають стебла льону до стрічки. Перехресна гумотканинна стрічка обладнана П-подібними колками та шарнірним з'єднанням. Ведучий барабан забезпечує привод як підбирача, так і обертального та розтирального конвеєрів.

Розстильний транспортер призначений для переміщення обернених стебел льону по похилій поверхні відносно поля. Транспортування здійснюється двома гумотканинними стрічками, кожна з яких оснащена П-подібними колками. Ліворуч від похилого настилу встановлено вирівнювач, що допомагає вирівняти стрічку льону за комлевою частиною стебел. Стебла спрямовуються на розстил за допомогою напрямних полозів.

Гідросистема забезпечує переведення обертача та копіювального механізму в транспортне положення та назад безпосередньо з робочого місця тракториста. Вона складається з рукавів високого тиску, маслопроводів та двох гідроциліндрів.

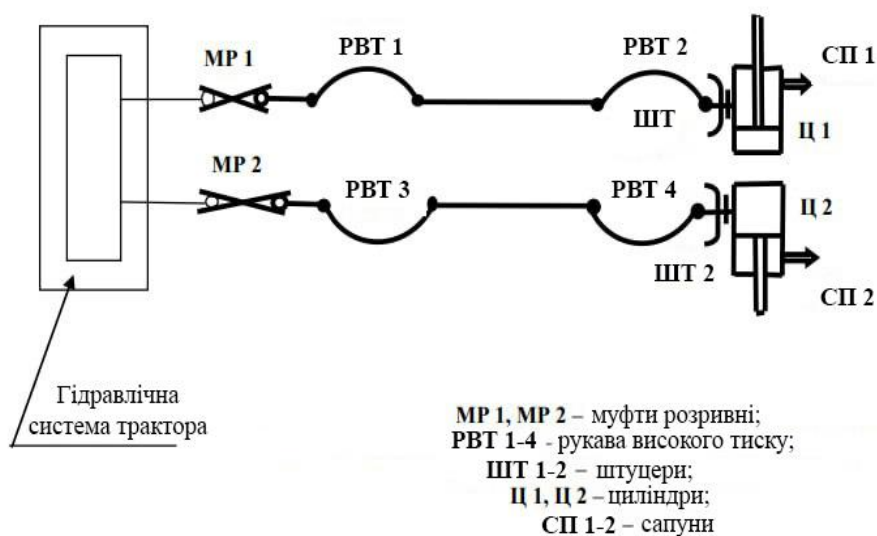


Рисунок 3.1 – Схема гідравлічної системи обертача

Привод обертача працює від синхронного валу відбору потужності трактора і включає конічний редуктор, два телескопічні карданні вали, запобіжну муфту, ланцюгову передачу та стабілізуючий механізм. Карданні вали поміщені в захисні пластикові кожухи, що кріпляться до рами за допомогою ланцюгів. Конічний редуктор встановлений на причіпній рамі та з'єднується з валом відбору потужності трактора за допомогою телескопічних валів і карданних шарнірів.

Запобіжна муфта захищає привод та механізми від пошкоджень при перевищенні допустимих навантажень. Вона оснащена зсувним штифтом діаметром 6 мм для регулювання крутного моменту, що обмежується на рівні 400 Н/м.

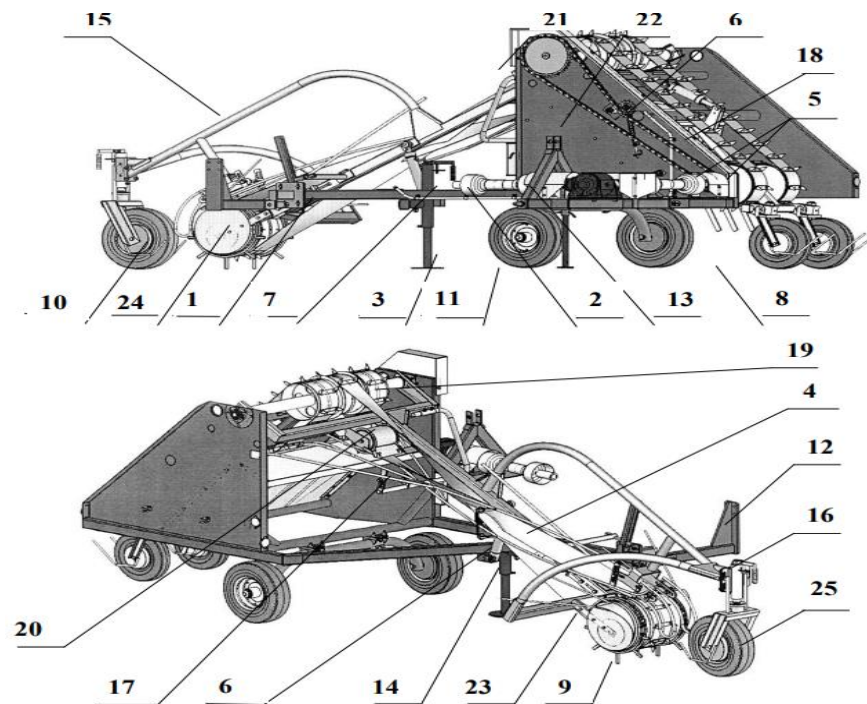


Рисунок 3.2 – Будова обертача ОЛ-140 «Довгунець»

1 – Основна рама; 2 – причепна рама; 3 – опорні колеса; 4 – стрічка-обертач; 5 – розстильний транспортер; 6 – гідроциліндри; 7 – привід; 8 – прикатані колеса; 9 – пальці підбирача; 10 – підбиральник; 11 – стійка; 12 – кронштейн; 13 – конічний редуктор; 14 – опора; 15 – рама конвеєра; 16 – копіювальний механізм; 17 – гвинтоподібні направляючі; 18 – стрічка; 19 – ведучий барабан; 20 – направляючий ролик; 21 – ланцюгова передача; 22 – натяжне; 23 – натяжний пристрій; 24 – стрічка; 25 – копіювальне колесо

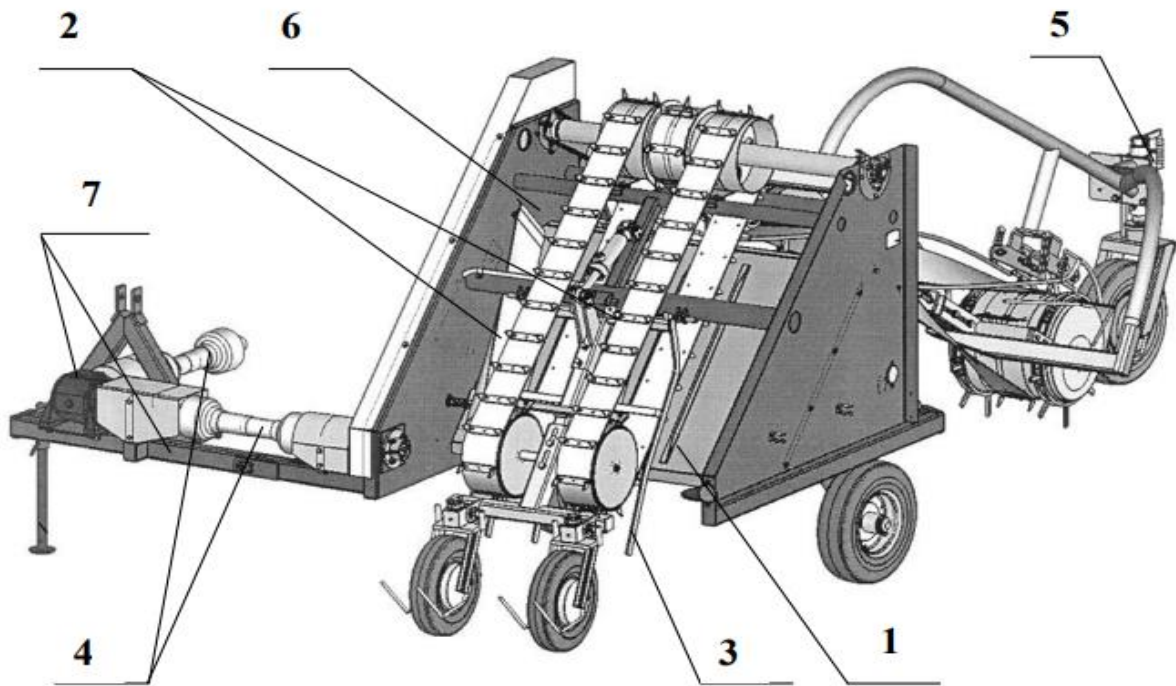


Рисунок 3.3 – Будова обертача ОЛ-140 «Довгунець» (вигляд ззаду)

1 – настил; 2 – стрічки; 3 – відвідні полози; 4 – карданні вали; 5 – рукоятка; 6 – вирівнювач, 7 – рама з приводом

Технологічний процес обертача проходить таким чином – під час руху агрегату вздовж валку льону, котрий повинен бути праворуч від трактора, а верхівка стебел направлена ліворуч, відносно напрямку руху, пальці підбирача захоплюють стебла та спрямовують їх на канал між стрічкою транспортера та гвинтовими направляючими, котрі із-за своєї гвинтоподібної форми перевертають стрічку з льоном на 180 градусів. П-подібні кілки, котрі закріплені на стрічці утримують льон направляючи його далі по стрічці. Після обертання, льон надходить зі стрічки до розстильного транспортеру. Він переміщує льон за допомогою двох стрічок по похилій поверхні до вирівнювача. Наприкінці транспортування стебла огинають ведучі шківви, звільняються, опускаються вниз і рівномірно розподіляються на льонище. Завершальним етапом є притискання валку льону до ґрунту котками прикочувального механізму, для запобігання зміщенню валка поривом вітру. Обернений валок льону укладається зі зміщенням в 45 см праворуч, що забезпечує безперешкодний рух агрегату та запобігає пошкодженню сусіднього валка. [9]

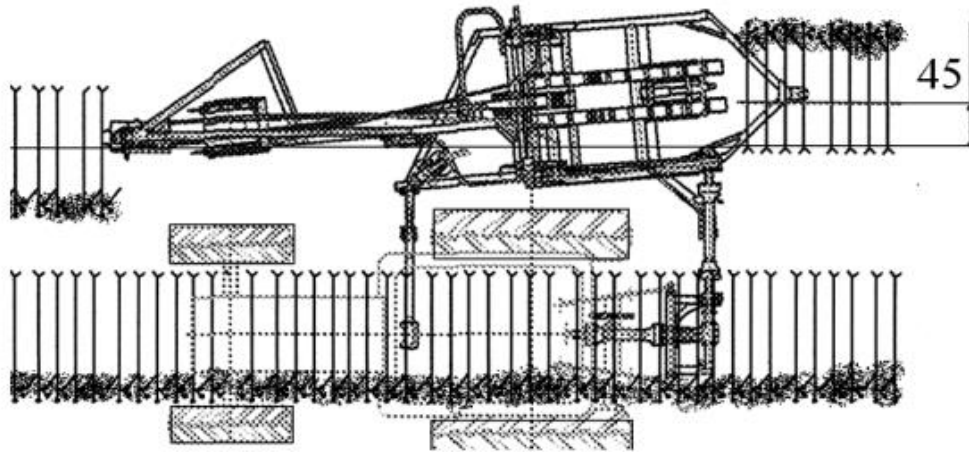


Рисунок 3.4 – Схема зміщення валків льону обертачем

3.2 Проблеми та удосконалення пальців барабана-підбирача.

При аналізі експлуатації обертача валків льону ОЛ-140 «Довгунець» було виявлено декілька проблем, пов'язаних із пальцями барабана-підбирача, які безпосередньо контактують із льоносоломою. Основні з них є інтенсивне зношування пальців, їх корозія та пошкодження стебел через високу жорсткість пальців.

Зношування пальців відбувається внаслідок тісного контакту з ґрунтом при нерівностях поля, абразивними частинками та тертям з стеблами підібраного льону. Також це викликає облущення захисного шару фарби, що призводить до оголення не захищеного від корозії металу, з якого виготовлені пальці. В умовах з підвищеною вологістю або недостатньо висушеними стеблами льону, метал піддається електрохімічній корозії, що додатково прискорює руйнування робочих поверхонь. Внаслідок цього збільшується кількість пошкоджених стебел, втрати льоносоломи та пропуск через зменшення довжини пальців, а також зростають витрати на ремонт та технічне обслуговування.

За для забезпечення зносостійкості пальців можна використовувати зміні поліуретанові накладки. Відмінно від традиційних методів покриття металевої поверхні пальця, це дасть можливість замінювати лише пошкоджену накладку, а не весь палець. Основні переваги такого покриття – економія на матеріалах. Швидке відновлення робочих характеристик обладнання, можливість

використання різних видів цього покриття, збільшення терміну експлуатації пальців.

Накладки з поліуретану мають кращу стійкість до абразиву, а ніж лако-фарбове покриття, та вищу стійкість до води, рослинних олій і соків, відносно металу.

Таблиця 3.1 - Порівняння поліуретану з гумою

Властивість	Поліуретан	Гума
Твердість за Шором А	75-95	40-80
Міцність на розрив, Мпа	30-60	10-25
Опір роздиру, кН/м	70-120	20-60
Еластичність по підскоку, %	40-60	50-70

З даних, що наведено в таблиці можна помітити перевагу в твердості та міцності на розрив у поліуретану над гумою. Саме тому розглядається накладка саме з даного матеріалу.

Зафіксувати накладку можна декількома типами:

Муфтовий – насадку можна зробити у вигляді трубчастої муфти, що насаджується на металевий палець. Переваги такого способу фіксації в простоті та відсутності додаткових деталей, але при цьому залишає недолік в обмеженій надійності при динамічних навантаженнях, оскільки покриття фіксується лише за допомогою тертя між поверхнею пальця та муфти. Це можна вирішити за допомогою спеціальних пазів пазів та виступів, котрі будуть зціплятися при нанесенні і термоусадки. Термоусадка допоможе збільшити щільність прилягання покриття до пальця, але ускладнить демонтаж, оскільки потрібно буде попередньо нагрівати накладку для конструктивного методу демонтажу.

Гвинтовий тип – насадка накручується на палець з різьбою. В переваги можна записати, що таке з'єднання являється надійним, якщо правильно підібрати висоту різьби та товщину поліуретанової накладки. З недоліки є те, що такий тип фіксації доступний лише на циліндричних пальцях, при прямокутних пальцях як в агрегаті ОЛ-140 доведеться замінювати всі пальці на циліндричні з різьбою.

Поліуретани представляють собою клас полімерних матеріалів, що містять в основному ланцюзі макромолекули уртанову групу $-NH-CO-O-$. Синтез поліуретанів зазвичай відбувається шляхом реакції поліізоціанатів з поліолами. Поліуретани являються синтетичними еластомерами – полімерами з високими еластичними властивостями в широких температурних діапазонах, а через свій широкий діапазон міцності та твердості використовується як замітник гуми при роботі в агресивних середовищах зі змінним навантаженням та діапазоном температур від -60 до $+80$ градусів С. Це досягається через можливість зміни співвідношення компонентів та наявності і кількості модифікуючих добавок. [10-13]

Таблиця 3.2 Модифікаційні добавки для поліуретану

Добавка	Ефект	приблизна концентрація
Дисульфід молібдену	Підвищення зносостійкості	2-5%
Наночастинки оксиду алюмінію	Підвищення твердості та стійкості до абразиву	1-3%
УФ-стабілізатори та пігменти	Захист від дії сонячного випромінювання	1-2%
Гідрофобні добавки	Зниження коефіцієнту тертя з вологим матеріалом	1-3%

З таблиці ми бачимо, що залежно від середовища в якому буде експлуатуватися агрегат можна змінювати концентрацію певних добавок, наприклад: збільшити концентрацію дисульфиду молібдену або наночастинок оксиду алюмінію для полів з високою абразивністю, або збільшити концентрацію УФ-стабілізаторів в південних регіонах, де сила сонячного випромінювання сильніша. [15]

3.3 Принцип взаємодії пальців зі стеблами та аналіз роботи барабана-підбирача

3.3.1 Принцип роботи барабана-підбирача

При роботі валкообертача льону ОЛ-140, пальці встановлені на ньому пальці рухаються по полю, захоплюючи масу стебел M на висоті h_0 та піднімає їх, з подальшим накладанням на стрічку-обертач (рис. 3.5).

В залежності від викривлення стебел та нерівності на поверхні ґрунту змінюється висота захвату стебел h_0 . Для підняття прямих стебел на рівному ґрунті висота h_0 є незначною. Зі збільшенням кривизни стебел, ґрунту, або особливо всього разом – висота h_0 збільшується.

При подальшому руху пальців, маса стебел M здійснює складний рух, котрий складається з швидкості переносного руху V_e – спільного з рухом пальця барабану-підбирача, та швидкості руху V_r – відносно пальця. Швидкість V_r направлена паралельно пальцям, тобто по лінії O_1M . Розташована під кутом ψ до вертикалі O_1B , котра проведе від центру обертання пальців O_1 вниз, паралельно висоті h_0 . Швидкість V_e - перпендикулярна до поверхні пальця і є паралельною до напрямку руху пальця. Абсолютна швидкість руху маси стебел льону V_a являє собою геометричним складанням згаданих вище швидкостей V_r і V_e .

Так як вісь обертання пальців O_1 рухається з тією ж швидкістю, що і агрегат, то система координат з початком в центрі обертання пальців O_1 та полярної осі ρ рухаються прямолінійно відносно землі зі швидкістю руху агрегату V_M .

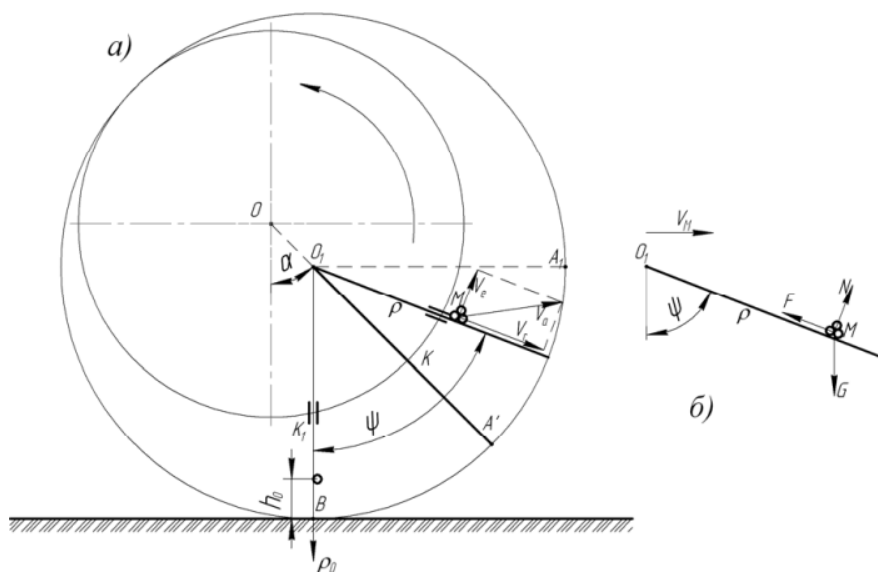


Рисунок 3.5 – Схема взаємодії пальців барабану-підбирача з масою стебел льону (а) та сили що діють на цю масу стебел (б)

Якість підбирання стебел льону залежить від кінематичного режиму роботи та частоти обертання барабана-підбирача. Кінематичний режим роботи λ являє собою співвідношення колової швидкості барабана-підбирача U до швидкості роботи агрегату V_M і записується формулою:

$$\lambda = \frac{U}{V_M}$$

З цього слідує що при $\lambda = 1,2$, а $V_M = 2,22$ маємо такий вираз для знаходження колової швидкості:

$$U = \lambda * V_M = 1,2 * 2,22 = 2,66, \text{ м/с}$$

При діаметрі барабана $D = 0,75\text{м}$ розраховуємо частоту обертання використовуючи вираз:

$$n = \frac{60 * U}{\pi * D} = \frac{60 * 2,66}{\pi * 0,75} = 67,87, \text{ об/хв}$$

Визначаємо шлях, котрий долає агрегат за час одного оберту барабану-підбирача виразом:

$$L = V_M t = V_M \frac{60}{n} = 2,22 \frac{60}{67,87} = 1,96, \text{ м}$$

3.4 Визначення діаметру пальця барабана-підбиральника.

Оскільки модифікація пальця являє собою заміну прямокутного пальця на циліндричний з різьбою для накручування поліуретанової накладки потрібно розрахувати його діаметр при можливому навантаженні на метал. [14-15]

Приймаємо допустиму напругу $[\sigma]$, взявши в розрахунок коефіцієнт запасу, котрий буде рівний 1,5. Виберемо сталь марки СТ 3 зі значенням границі текучості $\sigma_T = 260\text{МПа}$.

Маємо таке рівняння таке рівняння:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{1,5} = \frac{2600}{1,5} = 1733,33 \text{ кгс/см}^2$$

Для розрахунку діаметру пальця візьмемо пластину товщиною 10мм, для кріплення пальця до барабану, тож товщин $\sigma_\Sigma = 1\text{см}$. Значення навантаження на палець A_x приймемо в 3500.

Маємо таке рівняння:

$$d_n = \frac{A_x}{2 * [\sigma] * \sigma_\Sigma} = \frac{3506}{2 * 1733,33 * 1} = 1,01 \text{ см} = 10,1, \text{ мм}$$

Округлимо і приймаємо діаметр пальця $d_n = 1$ см, для перевірки напруги T на зріз пальця.

Маємо таке рівняння:

$$T = \frac{A_x}{2 * \pi * \left(\frac{1}{2} d_n\right)^2} = \frac{3506}{2 * 3,14 * 0,5^2} = 2182,88 \text{ Н/см}^2 = 21,83, \text{ МПа}$$

Визначаємо напругу на згин, таким рівнянням:

$$\sigma = \frac{A_x}{2 * 0,1 * d_n^3} = \frac{3506}{2 * 0,1 * 1^3} = 16940,2 \text{ Н/см}^2 = 169,4, \text{ МПа}$$

Границя текучості металу з котрого зроблено палець повинен бути рівним, або більшим за $1,5\sigma$:

$$\sigma_T \geq 1,5\sigma = 169,4 * 1,5 = 254,1, \text{ МПа}$$

3.5 Висновок до розділу 3

У даному розділі було проведено аналіз конструкції та принципу роботи обертача валків льону ОЛ-140 «Довгунець», виявлено основні недоліки в роботі пальців барабана-підбирача та запропоновано шляхи їх удосконалення.

Проведений аналіз експлуатації обертача виявив такі проблеми в роботі пальців підбирача як: інтенсивне зношування внаслідок контакту з ґрунтом та абразивними частинками, піддавання корозії через оголення незахищеного металу, а також пошкодження стебел льону через високу жорсткість металевих пальців. Для вирішення цих проблем запропоновано використання змінних поліуретанових накладок на пальці підбирача.

Обґрунтовано доцільність використання поліуретану як матеріалу для накладок завдяки його підвищеній, порівняно з гумою, твердості, міцності на розрив, опору роздиру та кращій стійкості до абразивного зношування. Також розглянуто можливість модифікації властивостей поліуретану шляхом додавання спеціальних добавок, таких як дисульфід молібдену, наночастинки оксиду алюмінію, УФ-стабілізатори та гідрофобні добавки, що дозволяє

адаптувати матеріал до конкретних умов експлуатації.

Проведені розрахунки дозволили визначити оптимальний діаметр циліндричного пальця (10 мм) для заміни стандартних прямокутних пальців. Перевірочні розрахунки на зріз та згин підтвердили достатню міцність запропонованої конструкції при максимальних навантаженнях. Удосконалення конструкції пальців дозволить збільшити термін їх експлуатації, знизити витрати на технічне обслуговування та ремонт, а також зменшити пошкодження стебел льону під час обертання валків.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Загальні положення

Охорона праці являє собою сукупність заходів, правил та засобів для недопущення виникнення небезпечних, або надзвичайних ситуацій та перенавантаження працівників та загрози їх здоров'ю. Для цього проводяться заходи по навчанню працівників діям при виникненні надзвичайних ситуаціях, або ситуаціях з загрозою здоров'ю чи життю.

При виконанні робіт з небезпечними хімікатами, працівники повинні забезпечуватися засобами індивідуального захисту (рукавиці для роботи з хімічними речовинами, окремий комплект одягу та респіратор при роботі з летючими сполуками).

До виконання робіт з транспортною технікою у вигляді тракторів, зернозбиральних комбайнів, або гразових автомобілів, допускаються лише працівники з відкритою відповідною категорією в посвідченні тракториста-машиніста, або посвідчення водія.

Для зменшення шансу виникнення загрози надзвичайних ситуацій, або загрози життю потрібно чергувати режими праці та відпочинку, та правил поводження з технікою, або іншими засобами праці. Також при виконанні робіт працівнику слід максимально слідкувати за власним самопочуттям, особливо при хронічних хворобах, для попередження ускладнень стану здоров'я. Якщо ж працівник має хронічних хвороби, про котрі не було повідомлено керівництво, то працівник повинен повідомити про них, для надання йому роботи з взяттям до уваги хвороби.

4.2 Стан охорони праці в інституті сільського господарства північного сходу НААН

У структурі Інституту функціонує відділ охорони праці, котрі підпорядковується безпосередньо директору установи. Відділ складається з двох фахівців: заступника директора з охорони праці, та відповідального за пожежну

безпеку на підприємстві. Головними завданнями відділу є: організація та контроль виконання заходів з охорони праці, проведення навчання да інструктажів з питань охорони праці, розробка інструкцій з охорони праці для різних видів робіт, контроль за забезпеченням працівників засобами індивідуального захисту, облік нещасних випадків та професійних захворювань.

4.3 Протипожежна безпека на підприємстві та при роботі з льоном

Забезпечення протипожежної безпеки на сільськогосподарському підприємстві є надзвичайно важливим завданням через високу вогне-небезпека льону як на етапі його вирощування, так і під час переробки та зберігання. Льоноволокно та льонотреста мають підвищену займистість, особливо в сухому стані, коли достатньо найменшої іскри для виникнення загоряння, а льняний пил утворює з повітрям вибухонебезпечні суміші, що вимагає впровадження комплексних протипожежних заходів на всіх виробничих ділянках.

На льонопереробному підприємстві повинна функціонувати затверджена система протипожежного захисту, що охоплює технічні засоби та організаційні заходи, а територія має бути раціонально зонована з урахуванням пожежної небезпеки. Складські приміщення для зберігання льоносировини розташовують окремо від основних виробничих будівель на безпечній відстані (не менше 50 метрів), причому між штабелями льонотрести обов'язково залишають проїзди шириною від 5 метрів для пожежної техніки. Уся територія підприємства обладнується системою пожежних гідрантів з достатнім тиском води, а в місцях, віддалених від водогону, створюються пожежні водойми об'ємом не менше 100 м³.

Всі приміщення підприємства оснащуються автоматичними системами пожежної сигналізації з датчиками різних типів (димовими, тепловими та комбінованими), а електрообладнання в зонах підвищеної запиленості має бути у вибухозахищеному виконанні. У кожному приміщенні розміщуються первинні засоби пожежогасіння згідно з нормативами – не менше двох вогнегасників відповідного типу на кожні 100 м² площі (порошкові ВП-5 для загальних

приміщень та вуглекислотні ВВК-3.5 для електрощитових і серверних). Додатково встановлюються пожежні щити з необхідним інвентарем (лопати, відра, багри, сокири), а в коридорах – пожежні крани з рукавами та стволами, причому всі ці засоби підлягають регулярній перевірці з документуванням у спеціальних журналах.

При експлуатації льонозбиральної техніки, включаючи обертач валків льону ОЛ-140 "Довгунець", суворо дотримуються правил технічного обслуговування з особливою увагою до систем, що можуть спричинити іскроутворення або перегрів. Двигуни тракторів та самохідних машин обладнуються справними іскрогасниками та теплоізоляцією вихлопних труб, а вся техніка комплектується вогнегасником. На льонових полях створюються захисні мінералізовані смуги шириною від 4 метрів, особливо на межі з лісовими масивами, де рекомендуються подвійні смуги з проміжком 5-8 метрів.

На території підприємства облаштовуються спеціально відведені місця для куріння, розташовані на безпечній відстані від виробничих і складських зон (не менше 15 метрів) та обладнані урнами з піском, негорючими навісами та відповідними інформаційними знаками. Категорично забороняється куріння в інших місцях, про що повідомляють забороняючі знаки, а порушення цієї вимоги тягне за собою відповідальність. Паління та використання відкритого вогню на льонових полях також суворо заборонено.

На підприємстві діє пожежно-технічна комісія, яка регулярно перевіряє стан протипожежної безпеки та контролює усунення виявлених недоліків. Для всіх працівників проводяться систематичні інструктажі та навчання з питань пожежної безпеки, включаючи практичне відпрацювання навичок користування вогнегасниками та іншими засобами пожежогасіння, а також тренування з евакуації. Особлива увага приділяється системам автоматичного пожежогасіння в найбільш небезпечних зонах – складах продукції та заправній станції, де залежно від специфіки використовуються різні типи систем (водяні, пінні або порошкові), підключені до автономних джерел живлення.

У випадку виявлення загоряння на підприємстві або на полі льону

працівники зобов'язані негайно розпочати гасіння доступними засобами та повідомити пожежну службу. Для запобігання поширенню вогню на полях ефективно застосовується оборювання ділянки загоряння, а на підприємстві – локалізація вогню за допомогою первинних засобів пожежогасіння до поки не прибудуть професійні рятувальники з ДСНС. Кожен працівник повинен знати свої обов'язки на випадок пожежі, місце розташування найближчих вогнегасників та евакуаційних виходів, а також телефони екстрених служб.

4.4 Аналіз захворюваності на підприємстві

В таблиці 4.1 вказана захворюваність на підприємстві за період 2021-2023рр. на основі статистичного та фактичного методів.

Таблиця 4.1 - захворюваність в ІСГ північного сходу

Показники	Роки		
	2021	2022	2023
Загальна кількість працівників, люд.	59	58	53
Загальна кількість захворювань, од	14	26	22
Втрати часу від захворювання, діб	141	215	171
Коефіцієнт тяжкості захворювань	10,07	8,27	7,77
Коефіцієнт частоти захворювання	23,73	44,83	41,51
Коефіцієнт втрати часу від захворювань	238,98	370,69	322,64

З таблиці можна побачити, що через ріст частоти захворювань (з 23,73 - в 2021 році, до 44,83 – в 2022 році) відмічається ріст коефіцієнту втрати часу від захворювань (з 238,98 – в 2021 році, до 370,69 – в 2022 році). Також помітне зменшення частоти захворювань до 7,77 в 2023 році, та відповідне цьому зниження коефіцієнту втрати робочого часу до 322,64.

4.5 Заходи з попередження нещасних випадків при експлуатації обертача валків льону ОЛ-140 «ДОВГУНЕЦЬ»

До роботи з обертачем валків льону ОЛ-140 допускаються лише особи, які пройшли інструктаж з безпеки та ознайомлені з технічною документацією машини. Перед початком роботи, оператор зобов'язаний ретельно перевірити технічний стан агрегату, приділивши особливу увагу на кріплення всіх вузлів і механізмів, справність гідравлічної системи та відсутність сторонніх предметів н рухомих частинах агрегату.

Підчас виконання роботи з обертачем категорично забороняється перебування сторонніх осіб у робочій зоні машини та на відстані 10 метрів від агрегату. Не допускається проведення будь яких регулювань чи технічного обслуговування коли агрегат працює, або рухається. При переїздах необхідно обов'язково встановити транспортне положення та надійно зафіксувати робочі органи, щоб уникнути ушкоджень.

Технічне обслуговування обертача дозволяється виконувати лише при вимкненому двигуні трактора та скинутому тиску в гідравлічній системі. Для роботи необхідно використовувати справний інструмент та засоби індивідуального захисту, включаючи спецодяг, захисні рукавиці на взуття з підсиленням носком. У разі виникнення несправностей чи аварійних ситуацій слід негайно зупинити агрегат, а при травмуванні – надати першу медичну допомогу та викликати службу швидкої медичної допомоги. Після завершення технічного обслуговування обов'язково перевіряється комплектність та справність усіх захисних пристроїв перед подальшою експлуатацією машини.

4.6 Висновок до розділу 4

У розділі розглянуто аспекти охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при експлуатації обертача валків льону ОЛ-140 «Довгунець» в Інституті сільського господарства північного сходу НААН.

Проаналізовано структуру системи охорони праці в Інституті, де функціонує спеціальний відділ з двох фахівців, який забезпечує контроль

виконання заходів безпеки, проведення інструктажів та забезпечення засобами індивідуального захисту.

Особливу увагу приділено протипожежній безпеці при роботі з льоном через його підвищену вогненебезпечність. Розглянуто основні технічні та організаційні протипожежні заходи, включаючи вимоги до експлуатації льонозбиральної техніки.

Аналіз захворюваності на підприємстві за 2021-2023 рр. показав зростання частоти захворювань у 2022 році та поступове поліпшення показників у 2023 році, що свідчить про ефективність впроваджених заходів з охорони праці.

Запропоновано конкретні заходи для попередження нещасних випадків при експлуатації обертача валків льону, які охоплюють вимоги до кваліфікації персоналу, перевірки технічного стану агрегату та правила проведення технічного обслуговування.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПАЛЬЦІВ БАРАБАНА-ПІДБИРАЧА ОБЕРТАЧА ВАЛКІВ ЛЬОНУ ОЛ-140

5.1 Загальні положення та методологічні засади економічного аналізу

Економічна ефективність модернізації сільськогосподарської техніки визначається співвідношенням отриманих результатів та витрачених ресурсів. При оцінці економічної доцільності конструктивних удосконалень необхідно враховувати не лише витрати на виготовлення та експлуатацію, але й якісні показники роботи, вплив на продуктивність та термін служби обладнання.

Методологія економічного аналізу удосконалення пальців барабана-підбирача обертача валків льону ОЛ-140 базується на таких принципах:

- комплексне врахування прямих і непрямих економічних ефектів;
- порівняльний аналіз декількох варіантів конструкцій;
- врахування повного життєвого циклу виробу;
- аналіз технологічності виготовлення та експлуатаційних характеристик.

Предметом економічного аналізу є заміна стандартних пальців прямокутного перерізу (300×35×10 мм) на циліндричні пальці (довжиною 300 мм, діаметром 10 мм) з поліуретановими накладками, що кріпляться методом термоусадки.

5.2 Характеристика існуючої та вдосконаленої конструкцій

5.2.1 Технічна характеристика базової та вдосконаленої конструкцій

Таблиця 5.1 - Порівняльні технічні характеристики базової та вдосконаленої конструкцій пальців

Параметри	Базові пальці	Вдосконалені
Форма перерізу	Прямокутна	Циліндрична
Матеріал основної частини	Сталь 45	Сталь 3
Покриття	Лако-фарбне	Поліуретан ску-пфл-100
Маса, кг	0,47	0,265
Коефіцієнт тертя з льоном	0,42	0,28
Міцність на згин, мПа	620	580

Аналіз технічних характеристик показує, що вдосконалена конструкція пальців має значно меншу масу (на 43,6%), нижчий коефіцієнт тертя з льоном (на 33,3%) та дещо нижчу міцність на згин (на 6,5%). Зменшення маси сприяє зниженню динамічних навантажень на привід барабана-підбирача, а нижчий коефіцієнт тертя з льоном забезпечує зменшення пошкодження стебел при підбиранні. Зміна форми перерізу з прямокутної на циліндричну та застосування поліуретанового покриття замість лако-фарбного сприяє підвищенню ефективності роботи обертача валків.

5.2.2 Вплив конструктивних особливостей на експлуатаційні показники

Головні переваги вдосконаленої конструкції:

1. Зниження травмування стебел льону за рахунок використання поліуретанової накладки з меншим коефіцієнтом тертя та оптимальною твердістю.
2. Підвищена стійкість до зношування завдяки властивостям поліуретану та можливості заміни тільки накладки без заміни всього пальця.
3. Зменшення динамічних навантажень на привідний механізм барабана-підбирача за рахунок демпфуючих властивостей поліуретану.
4. Збільшення ефективної площі контакту з матеріалом, що підбирається, завдяки оптимальній формі накладки.
5. Підвищення міцності з'єднання накладки з пальцем завдяки використанню термоусадкової технології, що забезпечує високу надійність під час роботи.
6. Зниження вартості матеріалу основи за рахунок використання сталі 3 замість сталі 45.

5.3 Визначення капітальних витрат на виготовлення пальців

5.3.1 Розрахунок вартості матеріалів для виготовлення пальців

Результати проведені розрахунки представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Розрахунок вартості матеріалів для виготовлення пальців

Матеріал	Маса матеріалу в пальці, кг	Ціна матеріалу, грн/кг	Вартість матеріалів на один палець
Сталь 40	0,46	45	20,7
Лако-фарбове покриття	0,012	250	3
Загальна вартість пальця			23,7
Сталь 3	0,25	40	10
Поліуретан СКУ-пфл-100	0,015	700	10,50
Загальна вартість пальця			20,50

Аналіз вартості матеріалів для виготовлення пальців показує, що вдосконалена конструкція має нижчу вартість матеріалів на 13,5% (20,5 грн проти 23,7 грн). Це досягається завдяки використанню дешевшої сталі 3 замість сталі 40 та зменшенню загальної маси металевої частини. Хоча поліуретан СКУ-ПФЛ-100 має вищу вартість за кілограм, його незначна маса в конструкції дозволяє підтримувати загальну вартість матеріалів на нижчому рівні порівняно з базовою конструкцією.

5.3.2 Розрахунок трудомісткості та вартості виготовлення пальців

Таблиця 5.3 - Трудомісткість виготовлення пальців за операціями технологічного процесу

Технологічна операція	Трудомісткість, нормо-год.		Різниця, нормо-год
	Базовий палець	Вдосконалений палець	
Підготовка матеріалу	0,08	0,08	0
Нарізання заготовок	0,05	0,05	0
Фрезерування	0,7	0,7	0
Токарна обробка	0	0,7	0,7
Свердління отворів	0,07	0,07	0
Підготовка фарби/накладки	0,016	0,016	0
Підготовка поверхні до нанесення захисного покриття	0,05	0,1	0,05
Нанесення захисного покриття	0,8	0,33	-0,47
Всього	1,766	2,046	0,280

Аналіз трудомісткості виготовлення пальців свідчить про незначне збільшення загального часу виготовлення вдосконалених пальців на 0,28 нормо-год (або на 15,8%). Це пов'язано з необхідністю додаткової токарної обробки (+0,7 нормо-год) та більш ретельної підготовки поверхні до нанесення захисного покриття (+0,05 нормо-год). Водночас, значно зменшується час на нанесення захисного покриття (-0,47 нормо-год) завдяки технології термоусадки поліуретанових накладок порівняно з трудомістким процесом нанесення лако-фарбного покриття. [17]

Таблиця 5.4 - Розрахунок вартості виготовлення одного пальця

Витрати	Базовий палець	Вдосконалений палець	Різниця, %
Заробітна плата за виготовлення, грн	96,07	111,30	15,86
Ціна матеріалів, грн	23,7	20,50	-13,50
Собівартість виготовлення, грн	119,7704	131,80	10,05

Аналіз показує, що вдосконалені пальці мають вищу собівартість виготовлення на 10,05% (131,80 грн проти 119,77 грн). Незважаючи на економію на матеріалах (-13,5%), збільшення трудомісткості виготовлення призводить до зростання витрат на оплату праці (+15,86%).

5.4 Розрахунок експлуатаційних витрат та економічних показників

5.4.1 Визначення експлуатаційних витрат при використанні різних конструкцій пальців

Річні експлуатаційні витрати при використанні різних конструкцій пальців наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Річні експлуатаційні витрати при використанні різних конструкцій пальців

Назва показника	Базовий палець	Вдосконалений палець	Зміни показників вдосконаленого пальця, відносно базового, %
Середній термін служби, років	4	8	100,00
Кількість заміненних пальців за середній термін служби	20	20	0,00
Середній час на заміну пальців, нормо-год/рік	1,90	1,70	-10,53
Середні витрати на пальці, грн/рік	598,85	329,51	-44,98
Середня зарплатня за заміну пальців, грн/рік	103,36	92,48	-10,53
Додаткові ремонтні роботи, грн/рік	250,552	94,25	-62,38
Всього в середньому витрат, грн/рік	952,76	516,24	-45,82

Експлуатаційні витрати при використанні вдосконалених пальців значно нижчі порівняно з базовими – на 45,82% (516,24 грн/рік проти 952,76 грн/рік). Ключовим фактором є збільшення середнього терміну служби вдвічі (з 4 до 8 років), що забезпечує суттєве зменшення річних витрат на пальці (-44,98%). Крім того, зменшується час на заміну пальців (-10,53%) та витрати на додаткові ремонтні роботи (-62,38%), що додатково підвищує економічну ефективність використання вдосконалених пальців. [18-19]

5.4.2 Аналіз впливу конструктивних вдосконалень на якість роботи обертача валків та економічний ефект

Таблиця 5.6 - Показники рентабельності використання різних конструкцій пальців

Назва показника	Базовий палець	Вдосконалений палець	Зміни показників, %
Продуктивність, га/год	1,2	1,26	5,00
Загальна тривалість роботи площі 80 га, год	8,33	7,94	-4,76
Витрати пального, л/год	69,17	65,87	-4,76
вартість пального, грн/л	56	56	0,00
Витрати на пальне, грн	3873,33	3688,89	-4,76
Оплата праці механізатора, грн/год	65	65	0,00
Витрати на оплату праці	541,67	515,87	-4,76
Витрати на заміну пальців, грн	952,76	516,24	-45,82
Інші експлуатаційні витрати за рік, грн	4600	4600	
Загальна сума експлуатаційних витрат, грн	9967,76	9321,00	-6,49
Вартість льону, грн/ц	1263	1313,52	4,00
Врожайність льону, ц/га	5,6	5,6	0,00
валовий збір льону, ц	448	448	0,00
валовий дохід з льону, тис. грн	565,82	588,46	4,00
Рентабельність агрегату, %	56,77	63,13	6,37

Підвищення продуктивності на 5% дозволяє скоротити витрати на пальне та оплату праці на 4,76%. Покращення якості обробки льону відображається у збільшенні вартості вирощеної продукції на 4% без зміни врожайності. У сукупності ці фактори забезпечують збільшення рентабельності агрегату на 6,37% (з 56,40% до 62,70%), що свідчить про економічну доцільність впровадження вдосконалених пальців.

5.4.3 Розрахунок окупності витрат на впровадження вдосконалених пальців

Таблиця 5.7 - Окупність удосконалених пальців

Показник	Значення
Витрати часу на виготовлення 20пальців, год	40,92
Витрати часу на встановлення 20 пальців, год	3,5
Заробітна плата за виготовлення та встановлення 20 пальців, грн	2416,45
Вартість 20 пальців, грн	2636,05
Загальна вартість вдосконалення, грн	5052,50
Дохід з модифікації, грн/рік	22632,96
Період окупності, днів	81,5

Аналіз окупності витрат показує, що загальна вартість вдосконалення комплекту пальців для одного барабана-підбирача становить 5052,50 грн. Ця сума включає витрати на виготовлення 20 пальців (2636,05 грн) та витрати на оплату праці за їх виготовлення й встановлення (2416,45 грн). При річному доході від модифікації у розмірі 22632,96 грн (включаючи економію на експлуатаційних витратах та збільшення вартості продукції) період окупності становить лише 81,5 днів, що свідчить про високу економічну ефективність запропонованого вдосконалення. [20]

5.5 Висновки по 5 розділу

Проведений економічний аналіз удосконалення конструкції пальців барабана-підбирача обертача валків льону ОЛ-140 дозволяє зробити такі висновки:

Вдосконалення конструкції пальців, що передбачає заміну прямокутних сталевих пальців на циліндричні з поліуретановими накладками, демонструє суттєві економічні переваги. Незважаючи на дещо вищу собівартість виготовлення (+10,05%), вдосконалені пальці забезпечують значне зменшення експлуатаційних витрат на 45,82% за рахунок вдвічі більшого терміну служби та зменшення часу на технічне обслуговування.

Застосування вдосконалених пальців підвищує продуктивність агрегату на 5%, що дозволяє скоротити витрати на паливо та оплату праці. Крім того, покращується якість обробки льону, що відображається у збільшенні вартості реалізації вирощеної продукції на 4%. У результаті рентабельність агрегату зростає на 6,37%.

Загальна вартість вдосконалення комплекту пальців для одного барабана-підбирача становить 5052,50 грн. При річному доході від модифікації у розмірі 22632,96 грн період окупності становить лише 81,5 днів, що свідчить про високу економічну ефективність запропонованого технічного рішення.

Отже, впровадження вдосконалених пальців барабана-підбирача обертача валків льону ОЛ-140 є економічно обґрунтованим та доцільним з точки зору як підвищення якості технологічного процесу, так і зменшення експлуатаційних витрат.

ВИСНОВКИ

ІСГ ПС НААН є потужною науково-дослідницькою установою з відповідним кадровим та матеріально-технічним потенціалом, що дозволяє проводити дослідження в різних галузях сільського господарства. Незважаючи на поточне припинення вирощування льону, накопичений досвід та виявлені проблеми в процесі обертання валків льону створюють підґрунтя для теоретичних та експериментальних досліджень у цьому напрямку.

Фізико-механічні властивості стебел льону визначають характер їх взаємодії з робочими органами машин для обертання валків і повинні враховуватися при проектуванні цих машин.

Аналіз конструкції та принципу роботи обертача валків льону ОЛ-140 «Довгунець» виявив суттєві недоліки в роботі пальців барабана-підбирача, серед яких: інтенсивне зношування внаслідок контакту з ґрунтом та абразивними частинками, піддавання корозії та пошкодження стебел льону через високу жорсткість металевих пальців. Для вирішення цих проблем запропоновано використання змінних поліуретанових накладок на пальці підбирача.

Обґрунтовано доцільність використання поліуретану як матеріалу для накладок завдяки його підвищеній твердості, міцності на розрив, опору роздиру та кращій стійкості до абразивного зношування порівняно з гумою. Розглянуто можливість модифікації властивостей поліуретану шляхом додавання спеціальних добавок, що дозволяє адаптувати матеріал до конкретних умов експлуатації.

Проведені розрахунки дозволили визначити оптимальний діаметр циліндричного пальця (10 мм) для заміни стандартних прямокутних пальців. Перевірочні розрахунки на зріз та згин підтвердили достатню міцність запропонованої конструкції при максимальних навантаженнях.

Запропоновано конкретні заходи з охорони праці, які охоплюють вимоги до кваліфікації персоналу, перевірки технічного стану агрегату та правила проведення технічного обслуговування.

Економічний аналіз удосконалення конструкції пальців барабана-підбирача обертача валків льону ОЛ-140 продемонстрував суттєві економічні переваги. Незважаючи на дещо вищу собівартість виготовлення (+10,05%), вдосконалені пальці забезпечують значне зменшення експлуатаційних витрат на 45,82% за рахунок вдвічі більшого терміну служби та зменшення часу на технічне обслуговування. Період окупності запропонованого технічного рішення становить лише 81,5 днів, що свідчить про його високу економічну ефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інститут сільського господарства північного сходу НААН [Електронний ресурс]. Національна академія аграрних наук України: офіційний веб-сайт. URL: <http://www.naas.gov.ua/ustanovy/instytut-sil%60s%60kogo-gospodarstva-pivnichnogo-skhodu-naan/> (дата звернення: 20.11.2024).
2. Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН [Електронний ресурс]: офіційний веб-сайт. URL: <https://isgps.org/> (дата звернення: 20.01.2024).
3. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ „Українські технології”, 2020. 806 с.
4. Онюх Ю. М., Дідух В. Ф., Тараймович І. В. Дослідження умов вирощування льону. Луцький національний технічний університет, 2021. С. 104–109.
5. Бодак М. В., Дідух В. Ф. Експериментальні дослідження процесу підбирання валків зі стебел льону. Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна, 2025. С. 212–218.
6. Онищенко В. Б., Морозов А. О., Кірчук Р. В., Яшук А. А. Сучасні технології збирання та післязбиральна обробка льону олійного. Збірник тез доповідей ХУ Міжнародної науково-практичної конференції «Обуховські читання». НУБіП України, 2021. С. 157.
7. Лімонт А. С. Первинна переробка льону-довгунця. Житомирський національний агроекологічний університет, 2020. С. 420–424.
8. Лімонт А. С., Лімонт З. А. Коренева система рослин і характеристики стебел льону-довгунця. Житомирський агротехнічний коледж, Житомир, Україна, 2022.
9. Техніка і технології АПК. Техніка і технології на 33 Міжнародній агропромисловій виставці АГРО-2021 / В. Муха, С. Постельга, В. Смоляр, В. Куянов, О. Миропольський. 2021. № 3 (120). С. 35–40.
10. Ates M., Karadag S., Akdogan Eker A., Eker B. Polyurethane foam materials and their industrial applications. 2022. С. 5–20.

11. Beran R, Zarybnicka L and Machova D. Polyurethane foam materials and their industrial applications Appl Polym Sci:e49095. 2020. С. 137.
12. Król P., Wojturska J. Interpenetrating polymer networks (IPN) of polyurethane. Part 1: Synthesis methods, structure, and mechanical properties of IPN polymers. С. 3–7.
13. Мікосянчик О. О., Шамрай В. Б. Підвищення експлуатаційних властивостей деталей сільськогосподарської техніки композиційними покриттями. Національний авіаційний університет, Україна. 2022. С. 44–50.
14. Довбуш Т. А., Хомик Н. І., Бабій А. В., Цьонь Г. Б., Довбуш А. Д. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 220 с.
15. Гевко Р. Б., Хомик Н. І., Жаровський О. С., Довбуш Т. А. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
16. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021, Vol. 12, No 3, 39–46.
17. Власенко Т. В., Біловод О. І., Власовець В. М. Прогнозування ресурсу деталей в процесі експлуатації сільськогосподарської техніки. Матеріали Міжнародна науково-практична конференція «Техніка та технології в агропромисловому виробництві». Полтавський державний аграрний університет. Полтава, 07-08 жовтня 2021 р. С. 37.
18. Зелезний А. А., Кудашев В. С. Зношування композита на основі поліуретана. Дакор, Київ, 2023. С. 135–141.
19. Шепеленко І. В., Тарасенко В. М. Системний підхід при відновленні деталей мобільної сільськогосподарської техніки. Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті: матеріали ХХ Міжнар. форуму молоді, 4–5 квіт. 2024 р. Харків: ДБТУ, 2024. С. 24.
20. Шифріна Н. І. Адекватність установленого рівня мінімальної оплати праці в Україні / Н. І. Шифріна // Бізнес Інформ. – 2021. - № 2. -- С. 183-189.