

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

(освітній ступінь)

на тему: **Обґрунтування параметрів очісуючого пристрою
льонозбирального комбайну**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи МСм-61
напряму підготовки (спеціальності) 133
“Галузеве машинобудування”

	<u>Щербіцький А.Ю.</u> (підпис)
Керівник	<u>Олексюк В.П.</u> (підпис)
Нормоконтроль	<u>Довбуш А.Д.</u> (підпис)
Рецензент	<u>Комар Р.В.</u> (підпис)
Завідувач кафедри	<u>Бабій А.В.</u> (підпис)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)
« »

(прізвище та ініціали)
20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)
студенту Щербіцькому Андрію Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обґрунтування параметрів очісуючого пристрою
льонозбирального комбайну

Керівник роботи Олексюк Василь Петрович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 28 » вересня 2021 року № 4/7-803

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23 грудня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи _____

Базова конструкція очісуючого пристрою льонозбирального комбайну,
ширина захвату теребильної частини – 1,52 м, продуктивність комбайну – 0,7 га/год,
робоча швидкість – 7,5 км/год.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. 2. Обґрунтування
основних параметрів об'єкту розробки. 3. Дослідження параметрів об'єкту розробки.

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Льонозбиральний комбайн «Двіна-4М. Вид загальний. – 1А1. 2. Аналіз механізованих
Технологій прибирання льону-довгунця. – 1А1. 3. Операційно-технологічна карта прибирання
льону-довгунця. – 1А1. 4. Очісуючий пристрій. Вид загальний. – 1А1. 5. Деталювання – 1А1.
6. Дослідження впливу планок барабану на стебла льону. – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Окіпний І.Б., доцент		
	Клепчик В.М., ст.викл.		

7. Дата видачі завдання

28.09.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз особливостей об'єкту проектування.	20.10.2021 р.	
2	Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки.	10.11.2021 р.	
3	Дослідження параметрів об'єкту розробки	20.11.2021 р.	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.	30.11.2021 р.	
5	Реферат. Вступ. Висновки.	02.12.2021 р.	
6	Графічна частина. Специфікації	05.12.2021 р.	

Студент

(підпис)

Щербіцький А.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Олексюк В.П.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Щербіцький Андрій Юрійович.

Тема роботи – Обґрунтування параметрів очісуючого пристрою льонозбирального комбайну.

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Олексюк Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Актуальність теми роботи

Одним із способів вирішення питання збільшення ефективності процесу збирання в льонарстві є вдосконалення технологій збирання льону комбайновим способом, які здатні зменшити терміни проведення збиральних робіт, в порівнянні з роздільними технологіями, принаймні в два рази.

Пошук принципово нових конструкцій обчісуючих пристроїв льонозбиральних комбайнів останнім часом у нас та за кордоном відбувається у напрямку зменшення інтенсивності та зростання тривалості впливу робочих органів техніки на оброблювані матеріали. Основними причинами значного пошкодження насіння у цих молотильних пристроях є великі частоти обертання їх роторів.

Вирішення проблеми створення оптимальних технологій і технічних засобів прибирання льону є актуальним для сільськогосподарської науки і аграрної практики нашої країни.

Тому тематика кваліфікаційної роботи є надзвичайно актуальною.

Мета роботи

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення очісуючого пристрою льонозбирального комбайну для покращення якості очісування та зменшення пошкоджуваності насіння з обґрунтування його основних параметрів.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Очісуючий пристрій.

Предмет дослідження. Технологічні, конструктивні розрахунки та розрахунки на міцність елементів очісуючого пристрою.

Методи дослідження. Теоретико-емпіричний, теорії міцності, графічний, порівняльний, математичного моделювання.

Отримані результати:

- розглянуто будову та конструкцію льонозбирального комбайну;
- проаналізовано особливості технологій збирання льону та існуючих пристроїв для очісування стебел льону;
- проведено розрахунки операційно-технологічної карти збирання врожаю льону;
- проведено технологічні розрахунки льонозбирального комбайну
- розроблено конструкції складальних одиниць та деталей;
- визначено основні параметри та конструктивні розміри барабану очісуючого пристрою;
- проведено дослідження впливу планок очісуючого барабану на стебла льону;
- розглянуто питання з охорони праці при роботі із льонозбиральними агрегатами та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано робити очісування коробочок в руслах підбирачів барабанно-планчатим обчісуючим пристроєм встановленим над терebильно-затискними секціями.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на IV міжнародній студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання», Тернопіль, ТНТУ, 2021 р.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 67 арк., додатки – 5 арк. формату А4, графічна частина – 6 аркушів формату А1.

Ключові слова: стрічка, путанина, очісуючий пристрій, ворох, насіння.

ЗМІСТ

Вступ	7
1. Аналіз особливостей об'єкту проектування	8
1.1. Опис об'єкту розробки	8
1.2. Аналіз технологій збирання льону-довгунця	12
1.3. Аналіз існуючих пристроїв для очісування стебел льону	18
1.4. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра	26
2. Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки	28
2.1. Розрахунок операційно-технологічної карти	28
2.2. Технологічні розрахунки	43
2.2.1. Визначення довжини барабанів та кута їх установки	43
2.3. Конструктивні розрахунки	46
2.3.1. Розрахунок на міцність зварного шва валу очісуючого пристрою	46
2.3.2. Уточнений розрахунок валу очісуючого пристрою	48
3. Дослідження параметрів об'єкту розробки	52
3.1. Дослідження впливу планок барабану на стебла льону	52
4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	59
4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при виконанні технологічного процесу збирання льону	59
4.2. Правила охорони праці та техніка безпеки при роботі на льонозбиральних агрегатах	61
Загальні висновки	64
Перелік посилань	65
Додатки	68

ВСТУП

Льон є цінною технічною культурою, що має надзвичайно важливе господарське значення. Стебла льону переробляють у волокна, з насіння виробляють олію та макуху. Потреби легкої промисловості в льняних волокнах, недивлячись на шеленні темпи виробництва хімічних волокон, все ж є великими. Це викликано, насамперед, тим, що деякі види товарів, що виготовлюють з волокон льону, не підлягають заміні товарами з хімічних волокон.

З насіння льону отримується олія, яка знайшла широке використання в електротехнічних, фармацевтичних та інших сферах промисловості. Крім того, насіння вважається також корисним продуктом харчування.

Основними затратами при виробництві льону, а також рівень якості та втрат продукції є цикл збирання даної культури в усьому продукційному процесі. Саме на збирання льону припадає приблизно половина витрат виробництва загалом. Тут зосереджуються базові процеси, покликані на управління якісними показниками продукції, тобто визначальні фізичні та технологічні збитки.

Одним із способів вирішення питання збільшення ефективності процесу збирання в льонарстві є вдосконалення технологій збирання льону комбайновим способом, які здатні зменшити терміни проведення збиральних робіт, в порівнянні з роздільними технологіями, принаймні в два рази. Тому проблема впровадження оптимальних технологій та сучасної техніки для збирання льону є актуальною для сільськогосподарської галузі та аграрного сектору економіки нашої країни.

Пошук принципово нових конструкцій обчісуючих пристроїв льонозбиральних комбайнів останнім часом у нас та за кордоном відбувається у напрямку зменшення інтенсивності і зростання тривалості впливу робочих органів техніки на оброблювані матеріали. Основними причинами значного пошкодження насіння у цих молотильних пристроях є великі частоти обертання їх роторів.

Отже, питання дослідження технологічних схем очісування головок льону є доволі актуальним.

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Опис об'єкту розробки

Причіпні льонозбиральні комбайни Двіна-4М використовуються з метою виконання комплексу операцій для комбайнового способу збирання льону-довгунця на стадіях ранньої жовтої та жовтої стиглостей: прибирання з одночасним очісуванням насіннєвих коробочок льону, збирання очісаного вороху в причепи та розстилання власне стебел льону у стрічки.

Комбайни для збирання льону Двіна-4М агрегатуються із тракторами класу 1,4.



Рисунок 1.1 – Комбайн для збирання льону Двіна-4М

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики комбайну Двіна-4М

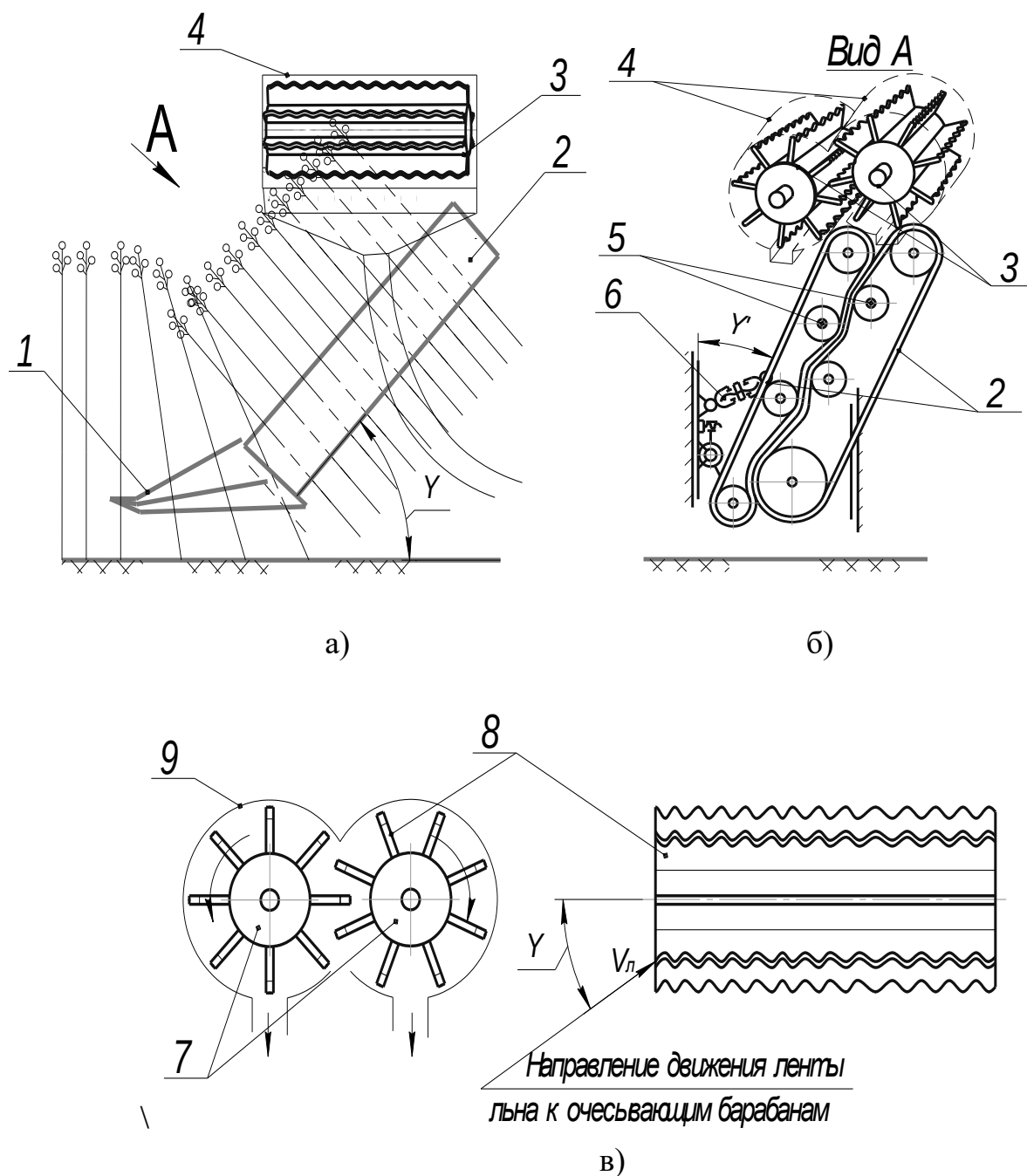
Назва показника	Значення показника
1.Тип	причіпний
2. Ширина захвату теробильної частини, м	1.52
3. Обслуговуючий персонал (тракторист-машиніст)	1
4. Транспортна швидкість, км/год, не більше	20
5. Продуктивність за годину основного часу, га, не менше:	
при полеглості стеблестою 5 балів;	1,0
при полеглості стеблестою 3 бали	0,7
6.Продуктивність за годину експлуатаційного часу, га, не менше	0,6
7. Коефіцієнт надійності технологічного процесу	0,97
8. Чистота теробіння, % не менше	
при полеглості стеблестою 5 балів;	99
при полеглості стеблестою 3 бали	95
9. Повнота очісування, %, не менше	98
10. Втрати насіння під машиною, %, не більше	4
11. Відхід стебел в путанину, %, не більше	3
12. Кут відхилення стебел в стрічці, не більше	10°;
13. Крок рядків стрічок, см	152
14. Розриви і пропуски в стрічці, %, не більше	3
15. Пошкодження стебел, що впливають на вихід довгого волокна, %, не більше	5
16. Габаритні розміри, мм, не більше	
довжина	6000
ширина в робочому положенні/транспортному положенні	4650/3570
висота	2700
17. Вага, кг, не більше	2100

Найраціональнішим для розділення насінневих коробочок та стебел льону є проведення очісування в теробильних руслах барабанно-планчатими обчісуючими пристроями (рис. 1.2).

Пристрій, що пропонується складається з дільників 1, секцій бралок 2, обчісуючих пристроїв 3, кожухів обчісуючих пристроїв 4, додаткових роликів для притискання 5 і натягувачів 6 пасів бралок.

Обчісуючі пристрої складаються із двох, паралельно встановлюваних планчастих барабанів 7, які мають циліндричну форму, профіль робочих

поверхонь планок 8 має хвиляподібні форми, та кожухів 4 з вороховідводами 9. Обчісувальні барабани встановлюються над терebильними секціями в горизонтальних площинах та утворюють з терebильними апаратами гострий кут γ , при цьому вісі обертання барабанів розташовуються паралельно площинам руху стрічок льону.



1 – дільник; 2 – секція бралки; 3 – обчісувачий пристрій; 4 - кожух обчісувачого пристрою; 5 – додаткові притискні ролики; 6 – натягувач пасів бралок; 7 – планчаті барабани; 8 – планки; 9 – вороховідводи.

Рисунок 2.2 – Обчісувачий пристрій

Обчісуючі пристрої працюють наступним чином:

При проведенні робочих режимів роботи комбайну стебла льону, що підводяться, розділюються дільниками 1, які здійснюють підведення їх до секцій терebinня 2, які забезпечують виконання процесу терebinня стебел льону і підведення їх в зацімленому положенні до обчісуючих барабанів 3. Таким чином за рахунок того, що обчісуючий пристрій встановлено безпосередньо над терebinними секціями, число стебел, які обчісуються апаратом є в чотири рази меншим, в порівнянні з відомими конструкціями машин. Планчаті барабани мають можливість обертатися в протилежних напрямках один відносно одного, однак з рівними кутовими швидкостями. Обертаючись, барабани своїми планками входять в зачеплення, таким чином утворюючи зону очісування. Головки льону, які в зоні очісування рухаються вгору відносно стебел, зчісуються за допомогою планок барабанів 8. Кожухи барабанів 4 уловлюють обчесану купу і направляють її в накопичувальний бункер через вороховідводи, при допомозі повітряних потоків, що створюються планками обчісувальних барабанів.

Так як стебла льону подаються до обчісувальних барабанів під кутом γ , і оскільки терebinний апарат має певний нахил, то цим забезпечується плавне входження в зону очісування верхівкових частин стебел льону. Порційний вплив робочих органів на стебла льону дозволяє зменшити степінь їх пошкодження (обривання, ламання і зім'ятість) і забезпечує більш якісний вихід довгих волокон в порівнянні з обчісуючим пристроями відомих конструкцій льонозбиральної техніки. Крім того хвиляста поверхня планок забезпечуватиме додатково меншу щільність (шт/м) обчісуваних шарів і дозволить збільшити площу контакту робочих органів з оброблюваними матеріалами на $\pi/2$, що в подальшому підвищить степінь очісування голівок і паралельність стебел льону верхівкових частинах. Це дозволяє підвищити вихід довгих волокон. Тому, ефективність очісування підвищується при значно меншій кількості домішок, які знаходяться у воросі льону і мають бути виділені перед сушінням через підвищену вологість, крім того витрати на їх сушіння будуть значно меншими.

За рахунок наявності хвилеподібних профілів робочих поверхонь планок барабанів зростає площа контакту робочих органів з оброблюваними матеріалами, що забезпечує якіснішу степінь відділювання насіннєвих коробочок.

1.2. Аналіз технологій збирання льону-довгунця

На даний час існує три способи механізованої технології збирання льону-довгунця (рис. 1.3): комбайновий, роздільний і «заводський».

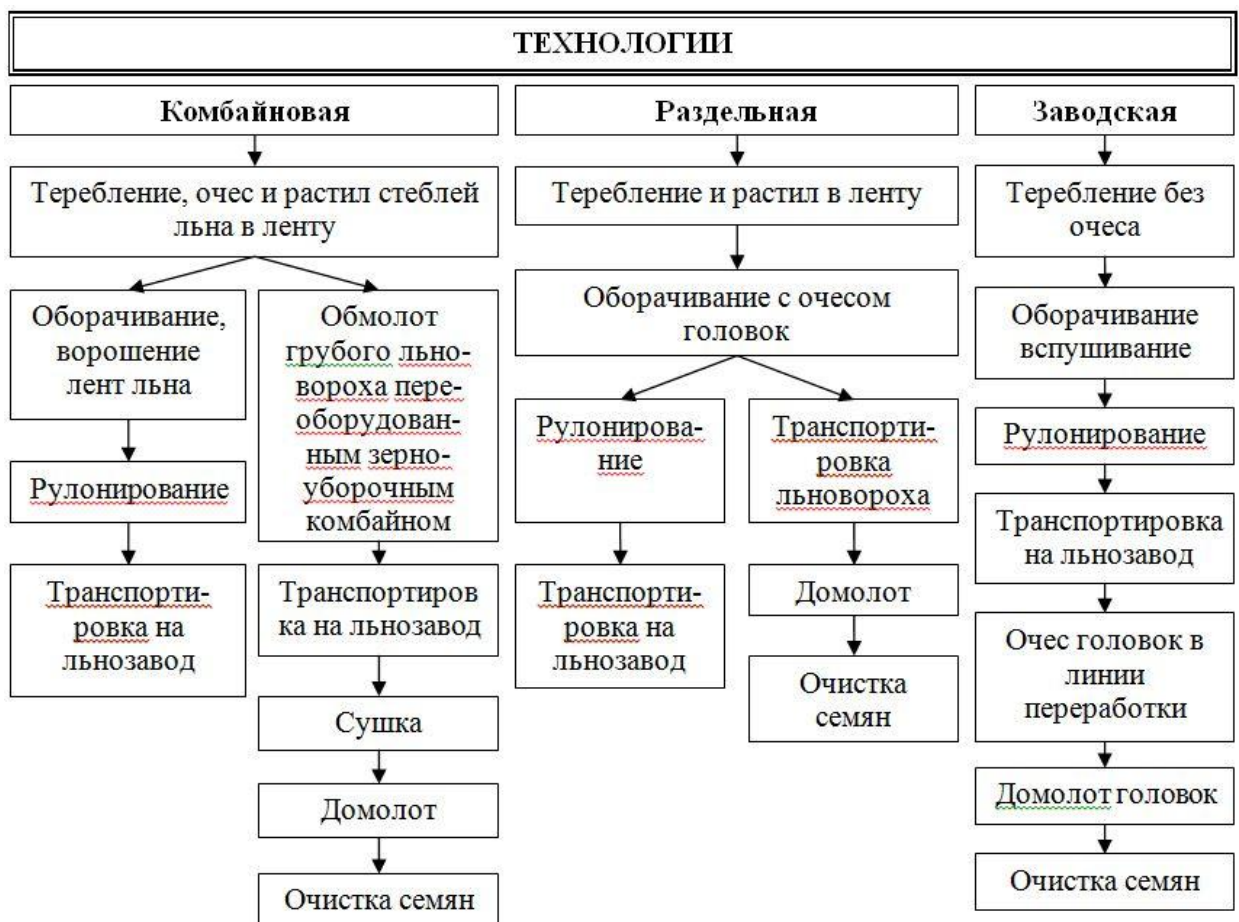


Рисунок 1.3 – Механізовані варіанти технологій збирання льону-довгунця та перероблення вороху льону

Збирання льону комбайновим способом проводять причіпними льонозбиральними комбайнами ЛК-4А і ГЛК- 1,5, а також самохідними льонозбиральними комбайнами КЛС-3,5 «Полісся-1700» і КЛС-1,7 «Полесся-1650». За такої технології стебла льону теребляться, формуються в стрічки та одночасно обчісуються чи обмолочуються насіннєві коробочки з збиранням вороху. Отриманий від комбайнів ворох вивантажується на спеціально облаштовані на території поля майданчики, де ворох обмолочується за допомогою переобладнаних зернозбиральних комбайнів, з метою відділення путанини. У деяких випадках відбір путанини з купи вороху перед його сушінням проводять вручну або з використанням молотарок МВ-2,5А або сепараторів. При такому способі присутні втрати до 30% насіння з коробочками, котрі є невідірвані від стебел, крім того є вільні коробочки з плодоніжками, які неповністю витрушуються з путанини.

У путанині, яка відокремлена від основної маси вороху, знаходиться 6 – 22% насіння в коробочках (в основному десь 12 %) від загального значення кількості насіння. З іншої сторони, відбирання путанини дозволяє збільшити пропускну здатність сушарних пунктів в 1,2-2,2 рази з огляду збираних площ посівів, також майже в стільки ж скорочуються витрати паливних матеріалів, так як вологість стебел є 1,5-2 раза вищою за вологість насіннєвих коробочок. Сформовані льонозбиральними комбайнами стрічки, розстилаються на поверхні поля для отримання трести льону.

Технологічними параметрами комбайнового способу збирання є наступні: чистота теребіння 99 %, чистота очісування - 98 %, загальні втрати насіння не більш як 2 %, розтягнутість стебел в стрічках не більш як 1,05 разів. Стрічки повинні бути прямолінійними та мати оптимальну товщину (>5-7 см).

При виляганні соломи стрічки перевертають подборщиками-обертачами ОЛ-140 та ОПК-1,5К також проводять розворушення ВЛН-4,5. Чистота підбирання повинна бути не меншою за 99%, величина більшої розтягнутості за один оберт має бути не більша за 5%, зростання кута відхилювання стебел не більш як на 5°. Перевертання стрічок слід проводити не менш як один раз в 5-10

днів. При проведенні цих операцій необхідно зберігати прямолінійність стрічок без утворення переплутувань і скручувань стебел.

Ворушіння застосовують перед операціями обертання або підвмання трести льону за наявності екстремальних погодніх умов. Значення повноти розпушування повинне складати не менш як 95%, величина зростання кута відхилу стебел в стрічках не більш як 8°, пошкоджуванність стебел не повинна перевищувати 1,5 %.

Отримана треста льону формується в рулони при допомозі прес-підбирачів ПРЛ-150 і транспортується на льонозаводи. Для навантаження рулонів трести на транспортні засоби використовуються навантажувачі («ТП-10», «ПФ-0,5+ППЛ-0,5»).

При підніманні льотрести при допомозі рулонних прес-підбирачів значення її вологості, навіть деяких рулонів, не повинно перевищувати 23%. Чистота підбирання має складати не менш як 95 %, пошкодженість стебел не більшою за 5%, засміченість сировини в цілому не більшою за 3%, зростання розтягнутості стрічок в рулонах не більш як 15% від початкового стану. При завантаженні трести на транспортний засіб і постановці на зберігання, рулони трести слід встановлювати у вертикальному положенні комлевою частиною вниз. При транспортуванні рулонів їх потрібно скріплювати спеціальними приспособленнями.

Комбайновий спосіб технології збирання врожаю льону-довгунця є базовим, однак його недоліком є протиріччя між двома питаннями: отримання льоноволокна та отримання насіння нормальної якості. Це обумовлюється неспівпаданням настання фізіологічної стиглості волокон і насіння льону. Крім того в більшості випадків застосовується неправильна організація збиральних робіт поряд з використанням недосконалої льонозбиральної техніки. І як наслідок якість насіння льону і волокна залишається невисокою.

Внаслідок поганої схожості і невеликої врожайності насіння льону практично усі господарства, які культивують льон змушені самостійно підготовувати насіння, придатне для посіву. З цією метою збирання врожаю льону слід проводити у фазах жовтої стиглості, у якій основна частина насіння буде

повністю зрілою. Поряд з цим, значення вологості насіннєвих коробочок у фазах жовтої стиглості є майже в 2 рази нижче, в порівнянні з ранньою жовтою. Прагнення до зменшення витрат палива на сушіння вороху льону також стимулює розпочинати застосовувати комбайновий спосіб збирання льону в більш пізніші терміни.

Вирішення цього моменту збільшенням кількості льонозбиральних комбайнів економічно невиправдано, оскільки зменшення строку технології комбайновим способом збирання призводить до відповідного зменшення термінів піднімання трести льону і вимагатиме збільшення кількості прес-підбирачів, навантажувачів та транспортуючих засобів.

Отже, доцільним є збільшення тривалості строків збирання льону шляхом більш ранішого його початку, з метою не допущення загальних скорочень резервів часу для проведення комплексу збиральних робіт. Крім того вирішувати ці задачі можна також шляхом посіву сортів льону ранніх середніх і пізніх строків досягання.

При збиранні урожаю за роздільними технологіями, стебла льону тереляться самохідними льнотеребилками (ТСЛ-2,4, «Depoortere», LTC-2), а також льонозбиральними комбайнами шляхом відключення обчісуючих пристроїв та отримують стрічки стебел льону разом з коробочками. Після цього підбираються стрічки та проводиться очісування стебел (ОСВ- 100 або «Depoortere»). Після того як отримуються стрічки стебел проводяться такі ж операції, що й при застосуванні комбайнових технологій. Перевагами роздільних технологій є зменшення витрат при дообробці вороху льону, забезпечення збирання льону в оптимальні строки. Головним ж недоліком є велика залежність від несприятливих погодних умов.

Тобто технології роздільного збирання в деяких випадках неможливо застосовувати як альтернативні до комбайнових, зважаючи на особливості погодних факторів. Незважаючи на середні показники сприятливих погодних умов процеси дозрівання насіння в стрічках, які притаманні роздільним способам збирання льону, і вилежування трести льону не є пов'язаними в термінах. Чим сухішою є погода, тим швидшим є дозрівання насіння та повільнішим є час

протікання процесу мацерації, і відповідно зворотній процес. Умови за яких відбувається дозрівання насіння в необмолочених стрічках є далекими від ідеальних, так як значення відносної вологості повітря в надґрунтових шарах 0...20 см завжди є порядку в 2-2,5 рази вищим, за значення на висоті 1 м. А враховуючи, що насіння в таких фазах має доволі високі відсотки сласної вологості, то процеси дозрівання розтягуються на значно довші періоди, ніж потрібні. Також, самі процеси дозрівання насіння в стрічках відбуваються нерівномірно. Коробочки льону, які знаходяться зверху, висихають дещо раніше, однак при цьому як правило розтріскуються і насіння втрачається. Насіння з коробочок нижніх шарів значно триваліший термін зберігає високі значення вологості, а за дощової погоди прибиваються до поверхні ґрунту і нерідко проростають. А враховуючи, що в Україні з 5 років в більшості 3 є дощовитими, то величини втрат насіння від проростання в стрічках важко переоцінити. Втрати насіння льону при роздільних технологіях збирання також є вищими через необхідність проведення додаткових проходів по стрічках, що неминуче спричинятиме осипання насіння льону, причі як правило, найстиглішого.

Крім того, що навіть в посушливі роки значення вологості насіння в неочесаних стрічках не буває нижчою 15%, а величина граничної вологості для насіння I, II класів є 12 %. Тобто, в будь-якому випадку купи все рівно потрібно досушувати.

З недавнього часу в Україні застосовується так зване заводська технологія збирання урожаю льону-довгунця, яка широко поширена закордоном: Франція, Бельгія, Угорщина і ряд інших країн, де в практиці використовується спеціалізації фермерських господарств окремо на виробництві льону на насіння і на виробництво трести льону.

За своїм змістом технічні засоби та технологічні операції «заводської технології» є такими ж як і в «роздільній», крім процесу очісування головок льону, який прповодять в стаціонарних лініях із переробки льоносировини (Van Dommele).

За такої технології є можливість проводити теребіння льону у більш стислі строки (10...15 днів) в оптимальних фазах дозрівання «рання жовта стиглість» і зменшувати величину прямих експлуатаційних витрат на 10-15 %.

Основним недоліком «заводської» технології є доволі великі втрати насіння, які складають до 70%. Це і робота в полях при виляганні та виконанні технологічних операцій з ворущіння, розпушення і утворення рулонів, так і на льонозаводах через недоліки в роботі обчісуючих пристрів (явища намотування на органи, втрати насіння в комплексі з путанинами) та їх невисоку якість.

Останнім часом розроблені технології комбінованого збирання льону, за яких при досягненні посівами льону фази ранніх жовтих стиглостей за сприятливих погодніх умов перш за все застосовують технологію роздільного способу збирання, за якої до 15% урожаю збирається за використання «заводської» технології, яка по мірі досягнення фази жовтої стиглості льону переходить у технологію комбайнового збирання. Використання такої технології дозволяє отримати раціональний показник використання цих технологій для тих чи інших кліматичних зон, за якого суттєво зменшується залежність від несприятливих погодніх факторів.

Тобто, першочерговими завданнями, які дозволять вирішити проблеми отримання високосорткових волокнистих і насінневих матеріалів є розробка економічно доцільних технологій та забезпечення технічними засобами для їх реалізації. Необхідним є використання досвіду закордонних фермерських господарств, де застосовується спеціалізація господарств. Одні займаються отриманням якісного насінневого матеріалу - для цього вони застосовують відповідні технічні засоби і мають досвідчених фахівців. Інші виробляють якісну тресту і волокно відповідної якості. У цих господарствах також використовується відповідний комплекс технічних засобів. Насіння ж, отримане за «заводською» технологією використовується лише на технічні потреби, але ні в якому разі не в якості посівного матеріалу.

1.3. Аналіз існуючих пристроїв для очісування стебел льону

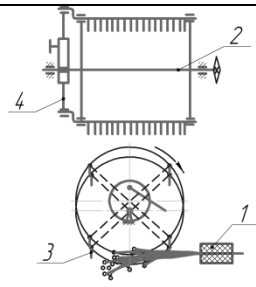
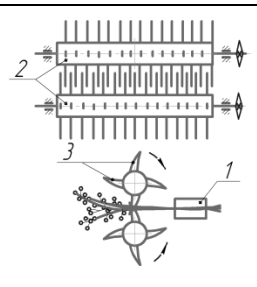
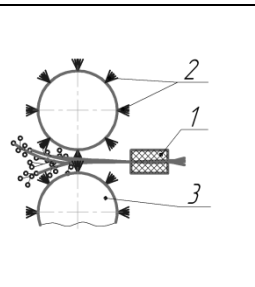
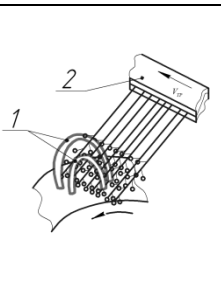
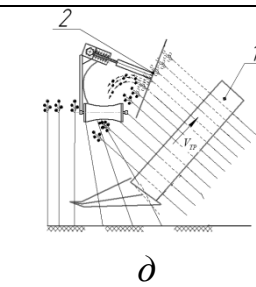
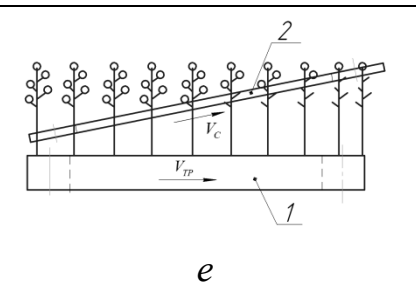
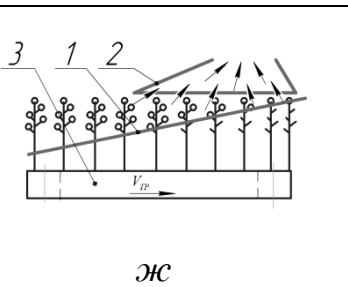
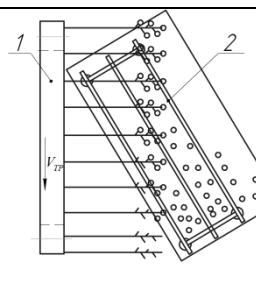
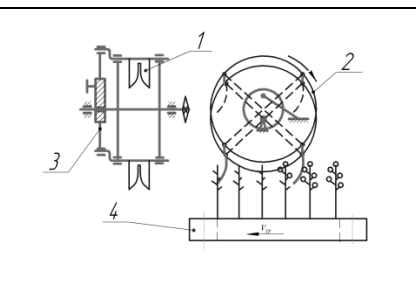
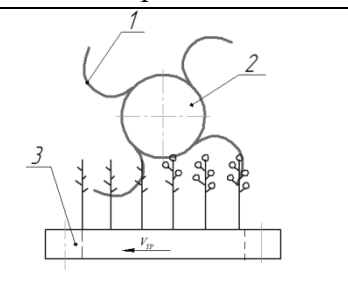
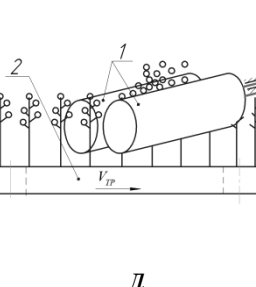
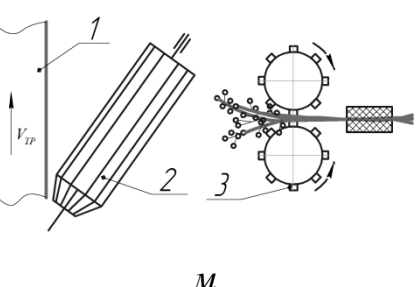
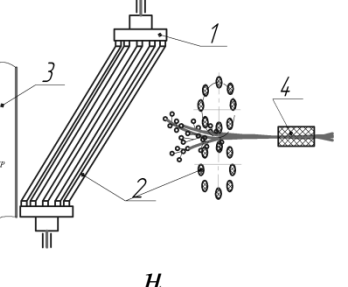
Технологічний процес очісування льону полягає у відділенні насіннєвих коробочок від стебел. Очісування має вкрай важливе значення в усьому комплексі проведення збиральних робіт, тому що забезпечує господарства з вирощування льону якісними посівними матеріалами. Несвоєчасне проведення процесу очісування насіння льону може призвести до втрат насіння порядку 30% та зменшення виходу довгих волокон на 8-12%.

Базовими в технологічному процесі отримання насіння є операції з відділення коробочок льону власне від стебел. Від досконалості цього процесу залежить кількість отриманого урожаю, величина втрат, якість отриманої продукції, значення трудомісткості та енергоємності процесу сушіння і обробки вороху льону. Першочерговими завданнями, що можуть вирішити проблеми отримання високосортних волокнистих і насіннєвих матеріалів є розроблення економічно доцільних та обґрунтованих технологій та використання технічних засобів для їх проведення. Тобто проблеми дослідження раціональних технологічних схем та впровадження нових робочих органів, які призначені для відділювання насіннєвих коробочок льону в даний час є доволі актуальними.

Для збирання технічних культур використовується велика кількість способів відокремлення насіння, суцвіть, коробочок, а також листя від стеблових частин рослин, а відокремлюючі апарати для проведення цих операцій конструктивно різні. В залежності від характеристик взаємовпливу виконавчих органів різного роду пристроїв з матеріалом, який обробляється та механізмами відділення коробочок насіння або витрушування з них насіння існує 4 способи проведення операції виділення насіння: плющіння, витирування, відривання, а також поєднання їх комбінацій. Так як плющіння і певні поєднання плющіння з витеранням призводять до руйнування насіннєвих коробочок для витрушування з них насіння, що не є можливим при високих показниках їх вологості, то в подальшому будемо вважати процес відділу насіннєвих коробочок способами відривання найбільш перспективним та універсальним. В залежності від принципу роботи та конструкції пристроїв, що проводять відривання насіннєвих

коробочок від стебельної частини, виділяють такі методи: прочісування, волочіння або протягування, захлюст та затиск.

Таблиця 1.2 – Класифікація обчісувальних апаратів

Тип апарату				
Барабанні	Гребеневі однобарабанні	Гребеневі двохбарабанні	Щіткові	Зубоскобові
				
Щілинні	Імпульсні	Лінійні		
		Активні	Пасивні	
				
	Вібраційний	Паралелограмний	З циліндричною робочою поверхнею	
				
Роторні	Ротаційні	Бильні	Планчаті	
				

Метод прочісування є основою технологічних процесів, які проводяться 1- і 2-х барабанными обчісувальними апаратами гребеневого типу, що застосовуються як правило льонозбиральних машинах вітчизняного виробництва. Найбільш поширеними є обчісувальні апарати однобарабанного типу з круговим поступальним ходом гребенів, що мають затискні транспортери 1 і встановлені під кутом чи паралельно їм барабани 2, системи зубів 3 гребенів котрих проводять плоскопаралельні рухи навколо осі барабанів, за рахунок наявності паралелограмних механізмів 4 (табл. 1.2 а).

Технологічний процес відривання коробочок полягає в прониканні зубів в шари стебел, розділюванні їх на смуги, примусовому прочісуванні смуг для усунення дефектів орієнтації та руйнування зв'язку між коробочками і стеблами льону, які переплуталися. При здійсненні технологічного процесу гребневим барабаном установка гребенів паралельно затискним транспортерам проводиться по усій ширині зони, в якій розміщуються коробочки в шарах льону.

В тому випадку, коли обчісувальний барабан встановлюється під кутом до затискних транспортерів очісування відбувається послідовно від верхівкової частини шарів до їх основи з наступним розширюванням зон впливу зубів апаратів на стебла. За рахунок поступового розширювання зони дії зубів барабанів на шари за «послідовного очісування» зменшується степінь пошкодження і відходження стебел льону в путанину, однак через зменшення на 2-3% кількості прочісувань дещо погіршується чистота очісування.

Барабани гребеневого типу, обладнані лопатями і щитками дозволяють поряд з одночасним очісуванням стебел, забезпечують вивід вороху льону з камери очісування, що дозволяє покращити функціональність обчісуючих барабанів.

Основними перевагами однобарабанного обчісуючого апарату з плоскопаралельним напрямком руху гребенів є надійність та здатність проводити процеси очісування в широких діапазонах стиглості та величини вологості льону. Певними і доволі серйозними недоліками таких апаратів є великий відсоток пошкоджень та потрапляння стебел льону в путанину, що утворюються після прочісування переплутаних і зчіплених між собою шарів стебельної маси.

Внаслідок затискування стебел льону в міжзубових прошарках відбувається обрив стебел і висмикування їх із затискних транспортерів.

Недивлячись на окремі відмінності в проведенні технологічних процесів, недоліки, зазначені вище, в повній мірі притаманні також двохбарабанним гребневим апаратам (рис. 1.2 б). Конструкція таких апаратів включає затискні транспортери 1 і два обчісуючих барабанів 2, які вкладають в себе вали, жорстко закріплені на них обичайки, котрі закривають диски, та прикріплені до цих обичайок, чотири планки, які мають зуби 3.

Для проведення послідовного очісування, починаючи з верхівкової частини стебла і на усій ширині зони розміщення коробочок в снопах, зуби гребенів апаратів виконуються дещо різними за висотою. Барабани, які обертаються назустріч один одному з постійними кутовими швидкостями, забезпечують рівномірний вхід зубів в шари стебел, розподілення їх на окремі смуги, прочісування з відриванням коробочок і виніс продуктів очісування з снопів.

Перевагами двохбарабанних обчісуючих апаратів є високі значення повноти виділення продуктів очісування з снопів і хороша показники технологічної надійності, недоліками – великий відсоток пошкодження і відходження стебел в путанину.

Спроби щодо зменшення негативних наслідків грубих прочісувань стебел зубами гребенів в закордонних зразках техніки привели до замінювання на щітки з м'яких полімерів або гуми. Такі пристрої для обчісування застовуються на жатках роторного типу фірми Shelbourne (Велика Британія), які використовуються для збирання зернових культур і льону в системах комбайнів Paynes New Holland-8070.

Їхня конструкція передбачає затискні пристрої і пари циліндричних роторів, поверхні котрих забезпечені тонким гнучким елементом – щітками (рис. 1.2 в). Практика використання щіткових пристроїв роторного типу та їх дослідження вказують на те, що вони володіють низькою чистотою очісування (80.85%), схильні до намотування, а вміст путанини в купах сягає 10-15%. Низькі показники чистоти очісування обумовлюються відгинанням гнучких елементів

при проведенні технологічних процесів, а великий значення відходу стебел в плутанини викликаються прониканням їх всередини шарів стебел. Поряд з низькими показниками технологічної надійності через намотування стебел льону на ротори, апарати такого типу через швидке зношування щіток володіють недостатньою технологічною надійністю.

У країнах Азії та Японії широко використовуються обчісувальні апарати, які працюють методом захльостування. Таким способом в більшості випадків обчісують рисові насадження.

Конструкції обчісуючих апаратів (рис. 1.2 г), які працюють по принципу захльостування вершин стебел в якості виконавчих елементів робочих органів, мають барабани, на котрих послідовно в певному порядку встановлюють так звані зуби-рамки 1. Кожен із зубів є ажурними рамками виконаних із стержневих елементів. Зуби-скоби взаємодіють з шарами стебел в поперечних і повздовжніх напрямках, так як мають кутові установки на барабанах. Стебла потрапляють в зони очісування затискними транспортерами 2. Експериментальні дослідження ефективності таких пристроїв при двосторонніх очісуваннях рису та пшениці в лабораторіях Мелітопольського науково-дослідного інституту показали хороші результати: багатократні зменшення відсотку травмування насіння, зменшення втрат способом винесення з соломою, значне зниження енергоємності процесів порівнюючи з молотильними апаратами.

Роботоздатність пристроїв в льонозбиральних комбайнах такого типу не досліджувалась. Однак самі принципи очісування цими пристроями не відповідають технологічним вимогам для проведення робіт льонозбиральними машинами, так як активна взаємодія стебел з виконавчими елементами, приведе до великого травмування стебел, руйнацію насіннєвих коробочок і виходу вільного насіння разом із стрічками льону. Отримані таким чином купи відрізнятимуться неоднорідністю і, будуть створювати труднощі при їх переробці.

Відривання насіннєвих коробочок від стебел методами протягування або волочіння проводиться монощілинними пристроями. Відривання насіннєвих коробочок монощілинними виконавчими органами проводиться шляхом протягування стебел льону поміж двох твердих валків, які утворюють проміжок з

оптимальним значенням ширини. Це є можливим при забезпеченні відносного руху стебел як вздовж лінії транспортування, так і впоперек проміжку. Таким чином створюється ефект так званого гальмування подовжнього руху коробочок за рахунок бічних стінок щілин та виникнення в результаті цього розтягуючих зусиль в стеблах, які спрямовані вздовж осі стебел. За такого принципу працюють апарати імпульсних, роторно-бильних та роторно-планчатих типів.

До пристроїв щілинного типу відносяться лінійні пасивні та активні пристрої.

Головними конструктивними елементами імпульсних обчісуючих пристроїв вважають затискні транспортери 1 і встановлені під гострим кутом обчісуючі планки 2, які утворюють щілину (рис. 1.2, д). Планки приводяться в дію механізмами, що забезпечують зворотно-поступальні рухи. Відривання головок забезпечується імпульсом сили пружності пружин, звільнених від дії кулачкових механізмів. Розміщення обчісувальних планок під гострим кутом до затискних транспортерів, забезпечує повздовжнє напруження стебел і таким чином затиснені в щілинах головки льону відриваються.

Взаємодії робочих органів з бічними поверхнями стрічок льону, без проникання всередину стрічки, виключає обривання стебел і виходження їх в путанини. Імпульсний характер зворотно-поступального руху зводить до мінімуму гальмівний вплив щілинних пристроїв. Однак показники якості очісування даним пристроєм у значній мірі залежить від товщини стрічок льону. До недоліків таких пристроїв відносять також труднощі які виникають при зборі та транспортуванні продуктів очісування.

Виконання щілинних пристроїв може бути різними, як і самі методи створення розриваючих зусиль, які діють вздовж лінії стебел. Загальними для усіх апаратів такого типу є наявність затискаючих пристроїв для кімлевих частин стебла, для прикладу, затискних транспортерів, які захоплюють стрічки льону в щілинні простори. Завданнями щілинних елементів є створення зростаючих значень тиску на коробочки льону, при дії впливу яких і забезпечується їх відривання від стебел.

Згідно методів волочіння працюють також апарати, у котрих відривання коробочок льону проводиться шляхом протягування стебел через проміжки, утворені встановленими під кутом до затискних транспортерів 1 двох паралельних контурів у вигляді ланцюгів або пасів спеціальних конструкцій 2 (рис. 1.2, е), а також планками, які встановлені в одих площинах (рис. 1.2, ж). Найбільш вагомими перевагами таких пристроїв вважається можливість не прочісування шарів, за рахунок чого наявність неправильної орієнтації стебел в шарах відносно робочих органів не викликатиме утворення путанин.

Недоліками таких обчісуючих апаратів вважається дещо невеликі показники продуктивності обчісувальних секцій, складність збирання продуктів очісування і залежність якості виконаних робіт від способу подавання матеріалу. При збільшенні подачі матеріалу чистота очісування істотно погіршується, а відсоток вмісту путанини в купах зростає.

Впродовж останнього часу проводиться активні роботи із розробки пристосувань з робочими елементами, які розміщуються в площині шарів стебел, що підлягають обчісуванню. До такого типу апаратів відносять апарати роторно-щілинного типу, які облаштовані активними робочими органами динамічного піпу. Робота таких пристроїв базується на методі затискування. Виконавчими органами таких пристроїв є лопатки 1 серповидних форм з обчісуючими щілинними проміжками, які жорстко встановлюються на барабанах 2 з паралелограмними механізмами 3 (рис. 1.2, и) або з циліндричними поверхнями 2 (рис. 1.2, к). Осі обертання лопаток розташовані в перпендикулярному напрямку до затискних транспортерів. Паралелограмні механізми та форма лопаток сприяють надійному захопленню стебел льону, спрямовують їх в щілинні проміжки і забезпечують відривання коробочок як наслідок взаємодії їх з боковими кромками щілин. Розміщені на циліндричних поверхнях лопатки отримують обертальний рух, однак процес очісування відбувається аналогічно.

Явище затискування захоплених порцій стебел льону в щілинних проміжках відбувається внаслідок дії рушійних зусиль з боку кромок лопаток. Їхнє виникнення пояснюється кривизною поверхонь лопаток. Від величини кривизни залежать власне динаміка технологічного процесу та показники якості

очісування. Процеси очісування відбуваються за наявності відносного руху щільних елементів як уздовж шару стебел, який зацмлений кімлевою частиною в транспортерах, так і в поперечних напрямках, які стимулюють процеси перерозподілення стебел і стимулюють формування з них пучків.

Перевагами обчісувальних апаратів такого типу є те, що робочі елементи при відділюванні насіннєвих коробочок не проникають в шари стебельної маси, а це суттєво зменшує степінь їх пошкодження і відходження в путанину. Крім того, основна маса насіннєвих коробочок через явище затискування відривається, навіть не потрапляючи до обчісуючих щілин, і відповідно не відбувається їх руйнування. Однак, оскільки лопатки таких обчісувальних апаратів працюють в площинах стрічок льону, які подаються, то відбувається погіршення сепарації коробочок в шарах і зростають втрати насіннєвої частини урожаю льону. Особливо такі явища спостерігаються при збільшенні величини вологості стебел. Крім цього показники якості очісування стебел льону багато в чому залежать від товщини шару оброблюваних матеріалів.

Конструкція апаратів роторно-бильних типів містить затискні транспортери 1 і пару роторів циліндричної форми 2, які облаштовані бичами 3 (рис. 1.2, м). Осі роторів утворюють із затискними транспортерами гострі кути, вершини котрих розміщуються з боків входження стебел льону в апарати. Бичі роторів, які здійснюють обертання в зустрічних напрямках, утворюють в площинах затискних транспортерів щілини, розміри яких постійно змінюються. Коробочки льону, котрі потрапляють в зони впливу бичів, піддаються ряду багаторазових короточасних ударних дій, що дозволяє забезпечити їхнє відділення або руйнацію, а вільні насінини льону проштовхуються крізь шари в результаті їх пульсуючої дії. Так як гладкі бичі при цьому не мають можливості проникати всередину очісуваних шарів, то пошкоджуваність та відходження стебел льону в путанину при роботі апаратів роторно-бильного типу є мінімальними. Відносна простота конструкції і невисокі показники енергоємності процесів очісування також є перевагами апаратів такого типу. Недоліками апаратів даного типу є залежність чистоти очісування та повноти виділення продуктів очісування від показників вологості стебел, величини товщин

оброблюваних матеріалів, способів подавання матеріалів, а також труднощі проведення процесів збирання продуктів очісування.

Роторно-планчаті апарати (рис. 1.2, н) складаються з пари барабанів 1, які встановлені один над одним, кожен з них містить по два диски з планками 2, кромки дисків розміщуються під кутом до затискних транспортерів 3. Між планками барабанів наявний робочий зазор, що розміщується в площинах затискних транспортерів. Процеси очісування апаратами такого типу не мають відмінностей від апаратів роторно-бильного типу, однак застосування дисків в якості несучих робочих поверхонь бичів, замість циліндричних труб, забезпечує зменшення металоємності конструкції апаратів.

Недолікома апаратів роторно-планчатого типу, як і роторно-бильних, є зростання величини втрат насіння за збільшення величини подавання та підвищення вологості льону, а також важкість забезпечення збирання і транспортування продуктів очісування льону.

1.4. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра

Основними затратами при виробництві льону, а також рівень якості та втрат продукції є цикл збирання даної культури. Саме на збирання льону припадає приблизно половина витрат виробництва загалом.

Одним із способів вирішення питання збільшення ефективності процесу збирання в льонарстві є вдосконалення технологій збирання льону комбайновим способом, які здатні зменшити терміни проведення збиральних робіт, в порівнянні з роздільними технологіями, принаймні в два рази.

Пошук принципово нових конструкцій обчісуючих пристроїв льонозбиральних комбайнів останнім часом у нас та за кордоном відбувається у напрямку зменшення інтенсивності та зростання тривалості впливу робочих органів техніки на оброблювані матеріали. Основними причинами значного

пошкодження насіння у цих молотильних пристроях є великі частоти обертання їх роторів.

Тому вирішення проблеми створення оптимальних технологій і технічних засобів прибирання льону є актуальним для сільськогосподарської науки і аграрної практики нашої країни.

На підставі аналізу обчісуючих пристроїв найраціональнішим для розділення насіннєвих коробочок та стебел льону є проведення очісування в теребильних руслах барабанно-планчатими обчісуючими пристроями.

Тому основним завданням кваліфікаційної роботи є удосконалення обчісуючого пристрою льонозбирального комбайну з метою покращення якості очісування та зменшення пошкоджуваності насіння з обґрунтування його основних параметрів.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

2.1. Розрахунок операційно-технологічної карти

На усі сільськогосподарські операції слід розробляти операційно-технологічні карти. Вони складаються з урахуванням останніх досягнень в даній галузі та певного досвіду, і встановлюють порядок, способи виконання та найбільш раціональні можливості застосування засобів механізації. Операційно-технологічна карта поєднує такі складові: комплекс агротехнічних вимог до проведення даної операції, раціональний вибір і підготовку с/г агрегатів до виконання операцій, підготовка ділянки поля, робота агрегатів в загінці, здійснення контролю якості виконуваних робіт.

Вихідні дані:

Розміри ділянки поля: довжина - 1000 м;

Площа ділянки - 100 га;

Нахил ділянки поля і - 1°;

Вирощувана культура - льон-довгунець;

Врожайність культури - 11,58 ц/га ;

Використовувана техніка - Беларус-820+Двіна-4М.

Операція для розробки та розрахунку операційно-технологічної карти – комбайновий спосіб збирання льону-довгунця за допомогою агрегату Беларус-820+Двіна-4М.

Комплектування агрегату

У таблиці 2.1 представимо параметри тягових характеристик трактора Беларус - 820.

Таблиця 2.1 – Параметри потенційних тягових характеристик трактора Беларус - 820

Показники	Передачі		
	3	5	4
Тягова потужність $N_{кр \cdot max}$. кВт.	36,3	37,2	37,7
Тягове зусилля $P_{крн}$. кН.	22,8	20,3	17,8
Робоча швидкість $V_{рн}$.	5,7	6,6	7,6

Згідно даних таблиці 2.1 знайдемо раціональні швидкісні режими роботи агрегату. Для цього прийнемо три передачі в межах агротехнічно допустимих значень швидкостей. У випадках, коли значення агротехнічно допустимої швидкості дозволяє виконувати технологічний процес на різних передачах, то приймаємо ту передачу, для котрої значення тягової потужності трактора складатиме максимальне значення.

Діапазон значень агротехнічно припустимих швидкостей складає 5...8 км/год. Виходячи з величини значень параметрів тягових характеристик вибраного енергозасобу приймаємо 3, 5п та 4 передачі.

Знайдемо значення тягового опору агрегату на вибраних передачах:

$$R_m = B_m n_m (k + g_m \sin \alpha), \quad (2.1)$$

де B_m – ширина захвату агрегату, м;

n_m – число агрегатів;

k – величина питомого тягового опору, кН/м;

g_m – вага агрегату ($g_m = 19$ кН);

α – кут нахилу місцевості.

Величина питомого тягового опору розрахуємо згідно залежності для тягово-приводних машин:

$$k = k_o \left[1 + (V_p - V_o) \cdot \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (2.2)$$

де k_0 - питомий опір, $k_0 = 0,5$ кН/м;

ΔC - темп зміни значення питомих тягових опорів, $\Delta C = 2$ %.

Проводимо розрахунки для кожної з вибраних передач.

Третя передача

$$k_3 = 0,5 \left[1 + (5,7 - 5) \cdot \frac{2}{100} \right] = 0,507 \text{ кН/м;}$$

П'ята понижена передача

$$k_7 = 0,5 \left[1 + (6,6 - 5) \cdot \frac{2}{100} \right] = 0,516 \text{ кН/м;}$$

Четверта передача

$$k_8 = 0,5 \left[1 + (7,6 - 5) \cdot \frac{2}{100} \right] = 0,526 \text{ кН/м;}$$

Тоді величина тягового опору агрегату складатиме

Третя передача

$$R_{м3} = 1,521(0,507 + 19 \sin 3) = 2,28 \text{ кН;}$$

П'ята понижена передача

$$R_{м5п} = 1,521(0,516 + 19 \sin 3) = 2,29 \text{ кН;}$$

Четверта передача

$$R_{M4} = 1,521(0,526 + 19 \sin 3) = 2,31 \text{ кН};$$

Розрахуємо величину повного робочого тягового опору.

$$R_a = R_M + R_{BOM}; \quad (2.3)$$

Знайдемо значення умовного додаткового опору, еквівалентного величині потужності, що затрачається на привод різального апарату від ВОМ енергозасобу.

$$R_{BOM} = \frac{10 \cdot N_{BOM} \cdot \eta_{MG} \cdot i_{TP}}{n_M \cdot r_K \cdot \eta_{BOM}} \quad (2.4)$$

де η_{MG} – ККД трансмісії енергозасобу, приймемо $\eta_{MG}=0,82$;

η_{BOM} – ККД привода вала відбору потужності, приймемо $\eta_{BOM}=0,95$;

n_M – величина номінальної частоти обертів колінчастого вала,

$$n_M=2200 \text{ хв}^{-1};$$

i_{TP} – величина передаточного числа трансмісії.

Величину радіуса кочення привідних коліс знайдемо за формулою

$$r_K = r_o + \lambda_{ш} h_{ш}; \quad (2.5)$$

де r_o – величина радіуса шин коліс, $r_o=0,203 \text{ м}$;

$\lambda_{ш}$ – значення коефіцієнта усадки шин, $\lambda_{ш}=0,75$;

$h_{ш}$ – величина ширини шин, $h_{ш}= 0,25 \text{ м}$.

Отже, отримаємо

$$r_K = 0,203 + 0,75 \cdot 0,25 = 0,392 \text{ м};$$

Тоді значення опору для кожної із передач складатиме:

Третя передача

$$R_{BOM3} = \frac{10 \cdot 4,5 \cdot 0,8 \cdot 159,1}{2200 \cdot 0,392 \cdot 0,95} = 6,9 \text{ кН};$$

П'ята понижена передача

$$R_{BOM5_n} = \frac{10 \cdot 4,5 \cdot 0,8 \cdot 152,3}{2200 \cdot 0,392 \cdot 0,95} = 6,69 \text{ кН};$$

Четверта передача

$$R_{BOM4} = \frac{10 \cdot 4,5 \cdot 0,8 \cdot 148,7}{2200 \cdot 0,392 \cdot 0,95} = 6,53 \text{ кН};$$

Тоді значення повного тягового опору складатиме:

Третя передача

$$R_{a3} = 2,28 + 6,9 = 9,18 \text{ кН};$$

П'ята понижена передача

$$R_{a5n} = 2,29 + 6,69 = 8,98 \text{ кН};$$

Четверта передача

$$R_{a4} = 2,31 + 6,53 = 8,84 \text{ кН}.$$

Розрахуємо величину коефіцієнтів використання тягового зусилля

$$\eta_P = \frac{R_a}{P_{кр.н}} ; \quad (2.6)$$

Він складатиме:

Для третьої передачі

$$\eta_{P3} = \frac{9,18}{22,8} = 0,4 ;$$

Для п'ятої зниженої передачі

$$\eta_{P5n} = \frac{8,98}{20,3} = 0,44 ;$$

Для четвертої передачі

$$\eta_{P4} = \frac{8,84}{17,8} = 0,49 .$$

За найбільшим значенням коефіцієнта використання тягового зусилля приймаємо 4-ту передачу.

Знайдемо значення повного тягового опору на холостому ході.

$$R_{ax} = G_{мг}(f_{пр} + i/100) , \quad (2.7)$$

де $G_{мг}$ – вага одного агрегату, $G_{мг} = 19$ кН [3];

$f_{пр}$ – коефіцієнт перекошування агрегату, $f_{пр} = 0,06$.

Отже, отримаємо:

$$R_{ax} = 19(0,06 + 3/100) = 1,71 \text{ кН.}$$

Знайдемо швидкість руху агрегату на робочому ході.

$$V_p = V_x - R_a(V_x - V_{pn}) / P_{крн}; \quad (2.8)$$

Тоді, отримаємо:

$$V_p = 9,3 - 8,84(9,3 - 7,6) / 17,8 = 8,5 \text{ км/год.}$$

Оскільки отримане значення робочої швидкості є вищим за агротехнічно допустиму швидкість, приймемо 5-ту понижену передачу і подальші розрахунки будемо проводити для неї.

$$V_p = 8,3 - 8,98(8,3 - 6,6) / 20,3 = 7,5 \text{ км/год}$$

Величина швидкості на холостому ході без перемикання передач буде рівною:

$$V_{px} = V_x - R_{ax}(V_x - V_{pn}) / P_{крн}; \quad (2.9)$$

Тоді

$$V_{px} = 8,3 - 1,71(8,3 - 6,6) / 20,3 = 8,1 \text{ км/год.}$$

Знайдемо годинні витрати палива на вибраній передачі:

На робочому ході

$$G_{тр} = G_x + n_N(G_{тн} - G_x); \quad (2.10)$$

де $G_{тн}$ – величина годинних витрат палива за номінальної потужності,
 $G_{тн} = 13,2 \text{ кг/год};$

$$G_{тр} = 5,1 + 0,86(13,2 - 5,1) = 12 \text{ кг/год.}$$

На холостому ходу

$$G_{TX} = G_x + n_{Nx}(G_{TH} - G_x); \quad (2.11)$$

$$G_{TX} = 5,1 + 0,2(13,2 - 5,1) = 6,7 \text{ кг/год.}$$

де G_{THX} – величина годинних витрат палива на холостому ходу за номінального значення потужності.

Вони складатимуть

$$G_{THX} = (0,2 \dots 0,3) G_{TH}; \quad (2.12)$$

$$G_{THX} = 0,259,3 = 2,32 \text{ кг/год.}$$

Знайдемо значення ефективної потужності:

$$N_e = \frac{R_a + G_{mp-pa} \cdot f_{mp} \cdot V_p}{3,6 \cdot \eta_{mz} \cdot \eta_b}; \quad (2.13)$$

де η_{mz} – ККД трансмісії енергозасобу, $\eta_{mz}=0,82$;

η_b – ККД буксування, $\eta_b=0,85$.

Отже підставивши відповідні значення величин отримаємо

$$N_e = \frac{8,98 + 33,5 \cdot 0,12 \cdot 15,06}{3,6 \cdot 0,82 \cdot 0,85} = 27,7 \text{ кВт}.$$

Знайдемо величину коефіцієнта використання номінального значення тягового зусилля

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{кр.н} - G \frac{i}{100}}; \quad (2.14)$$

Отже, отримаємо

$$\eta_p = \frac{8,98}{20,3 - 33,5 \frac{1}{100}} = 0,45$$

Знайдемо величину коефіцієнта використання максимального значення тягової потужності

$$\eta_{P_n} = \eta_p \frac{V_p}{V_{p_n}}; \quad (2.15)$$

Отже, отримаємо

$$\eta_{P_n} = 0,45 \frac{7,5}{6,6} = 0,51$$

Знайдемо тяговий ККД енергозасобу:

$$\eta_m = \frac{N_{кр}}{N_{e.н}}; \quad (2.16)$$

де $N_{кр}$ - потужність на гаку, кВт.

$$N_{кр} = \frac{R_a V_p}{3.6}; \quad (2.17)$$

Отже, отримаємо

$$N_{кр} = \frac{8,98 \cdot 7,5}{1,8} = 37,4 \text{ кВт.}$$

$$\eta_m = \frac{37,4}{58,9} = 0,69$$

Знайдемо значення максимального тягового ККД:

$$\eta_{m_{max}} = \frac{N_{кр. max}}{N_{ен}} ; \quad (2.18)$$

де $N_{кр. max} = 37,2$ кВт:

$N_{ен}$ – номінальна потужність, $N_{ен} = 58,9$ кВт.

$$\eta_{m_{max}} = \frac{37,2}{58,9} = 0,63$$

Проведемо розрахунки використання номінальних значень потужностей двигуна:

$$\eta_u = \frac{N_e}{N_n} ; \quad (2.19)$$

Тоді

$$\eta_u = \frac{27,7}{58,9} = 0,47$$

Таблиця 2.2 - Експлуатаційно-технічні показники агрегату

Показники	Значення показників
Склад агрегату	Беларус- 820+Двіна-4М
Конструктивна ширина захвату, м.	1,52
Передача трактора : на робочому ходу	5п
при повороті	5п
Робоча швидкість, км/год.	7,5
Швидкість на повороті, км/год.	8,1
Годинна витрата палива, кг/год : на роб. ходу	12
на повороті	6,7
при зупинці з працюючим двигуном	1,9
Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля	0,45
Коефіцієнт використання максимальної тягової потужності	0,51
Тяговий ККД трактора	0,69
Максимальний тяговий ККД трактора	0,63

Кінематика агрегату

Витрати часу на проведення холостих ходів агрегату характеризує коефіцієнт робочих ходів

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.20)$$

де L_p – величина середньої робочої довжини гону, м;

$$L_p = L - 2 \cdot E, \quad (2.21)$$

де L - величина довжини гону, м;

E – мінімальне значення ширини поворотної смуги, м.

$$E = 1,1R_o + 0,5d_k + e \quad (2.22)$$

де: R - значення мінімального радіусу повороту агрегату, $R=3,54$ м;

l – довжина виїзду агрегату, м.

$$l = l_a; \quad (2.23)$$

$$l_a = l_{mp} + l_m \quad (2.24)$$

де: l_{mp} – величина кінематичної довжини трактора, м;

l_m - кінематична довжина робочого агрегату, м;

$$l_a = 1,1 + 1,8 = 2,9 \text{ м};$$

$$E = 1,1 \cdot 3,54 + 0,5 \cdot 2,1 + 1,45 = 6,4 \text{ м};$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 6,4 = 987,2 \text{ м.}$$

l_x – значення середньої довжини холостого ходу агрегату, м;

$$l_x = 12 \cdot R + 2 \cdot l_a \quad (2.25)$$

$$l_x = 12 \cdot 3,54 + 2 \cdot 2,9 = 48,3 \text{ м}$$

$$\varphi = \frac{987,2}{987,2 + 48,3} = 0,95$$

Коефіцієнт поворотів:

$$\tau_{нов} = \frac{1-\varphi}{\varphi}$$

$$\tau_{нов} = \frac{1-0,95}{0,95} = 0,05$$

Знайдемо оптимальну ширину гону згідно формули:

$$C_{опт} = \sqrt{2 \cdot B_p \cdot L_p + 16 \cdot R^2} \quad (2.26)$$

$$C_{опт} = \sqrt{2 \cdot 1,52 \cdot 987,2 + 16 \cdot 3,54^2} = 58$$

Дійсне значення ширини гону має бути не меншим за $C_{опт}$ і кратним величині подвійної ширини захвату агрегату :

$$C = 2 \cdot B_p \cdot n \quad (2.27)$$

$$C = 2 \cdot 1,52 \cdot 1 = 3,04 \text{ м}$$

Приймаємо $C = 91,2 \text{ м}$.

Баланс часу зміни

Визначимо величину чистого робочого часу:

$$T = \frac{T_{см} - (T_{техн} + T_{н.з} + T_{ф} + T_{пер})}{1 - \tau_{нов}} ; \quad (2.28)$$

де $T_{тех}$ - час, що витрачається на технологічне обслуговування агрегату,

$$T_{\text{тех}} = 7 \cdot 0,05 = 0,35 \text{ год};$$

$T_{\text{п.з.}}$ – величина підготовчо-заключного часу, год;

T_{ϕ} – значення часу на зупинки з фізіологічних потреб, год;

$T_{\text{пер}}$ – час, що затрачається на внутрішні переїзди, $T_{\text{пер}} = 0,07$ год.

$$T_{\text{п.з.}} = T_{\text{п.п.}} + T_{\text{п.н. к.}} + T_{\text{п.н.}} + T_{\text{е.т.о.}}, \quad (2.29)$$

де $T_{\text{п.п.}}$ – величина часу на підготовку до переїздів, $T_{\text{п.п.}} = 0,05$ год;

$T_{\text{п.н.к.}}$ – час, що затрачається на переїзди напочатку і вкінці,

$T_{\text{п.н. к.}} = 0,33$ год [5];

$T_{\text{п.н.}}$ – величина часу на отримання нарядів, $T_{\text{п.н.}} = 0,07$ год;

$T_{\text{е.т.о.}}$ – час на ЕТО, $T_{\text{е.т.о.}} = 0,23$ год [5].

$$T_{\text{п.з.}} = 0,05 + 0,33 + 0,07 + 0,23 = 0,68 \text{ год.}$$

Час на зупинку з фізіологічних причин:

$$T_{\phi} = 0,05 T_{\text{см}}, \quad (2.30)$$

де $T_{\text{см}}$ – тривалість зміни, $T_{\text{см}} = 7$ год.

Тоді

$$T_{\phi} = 0,05 \cdot 7 = 0,35 \text{ год};$$

$$T_p = \frac{7 - (0,35 + 0,53 + 0,35 + 0,07)}{1 - 0,05} = 6 \text{ год.}$$

Знайдемо позмінну продуктивність:

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p; \quad (2.31)$$

Отже, отримаємо:

$$W_{cm} = 0,1 \cdot 1,52 \cdot 7,5 \cdot 6 = 6,8 \text{ га/зм}$$

Розрахуємо погектарні витрати палива :

$$\Theta = \frac{G_{mp} \cdot T_{mp} + G_{mx} \cdot T_x + G_{mo} \cdot T_o}{W_{cm}}, \quad (2.32)$$

де $G_{тр}$, $G_{тх}$, $G_{то}$ - величини середніх годинних витрат палива (кг/год) відповідно за робочого ходу, при холостих поворотах і перевантаженні, при зупинках з невимкненим двигуном ($G_{тр}=12$ кг/год; $G_{тх}=6,7$ кг/год; $G_{то}=1,9$ кг/год)

Отже, отримуємо:

$$\Theta = \frac{12 \cdot 6 + 6,7 \cdot 0,37 + 1,9 \cdot 0,63}{6,8} = 11,5 \text{ кг/га.}$$

Визначимо величину витрат праці на одиницю роботи :

$$z_{m.u.} = \frac{n_{mp} \cdot T_{cm}}{W_{cm}}, \quad (2.33)$$

де $n_{тр}$ - кількість операторів, що обслуговують агрегат; $n_{тр}=1$.

$$z_{m.u.} = \frac{1 \cdot 7}{9} = 0,77 \text{ люд год/га;}$$

Отже, проведені розрахунки свідчать, що агрегат є працездатним і забезпечить на визначених режимах роботи високі показники змінної

продуктивності та раціональні погектарні витрати палива, що є вкрай актуальним на сьогоднішній час.

2.2. Технологічні розрахунки

2.2.1. Визначення довжини барабанів та кута їх установки

З метою визначення довжин обчісуючого барабану та кута його установки відносно тербильно-затискних апаратів схематично зобразим вигляд з боку процес очісування стрічок льону (рис. 2.1).

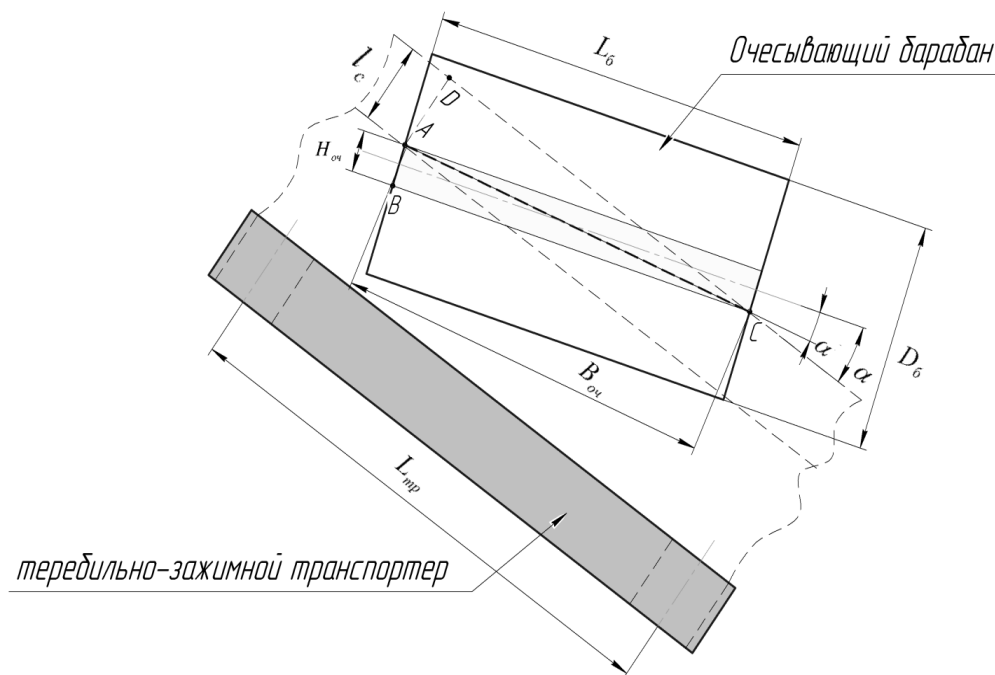


Рисунок 2.1 – Схематизація довжини барабанів та кута їх встановлення щодо тербильно-затискних транспортерів

Величина довжина барабанів L_6 відповідає відрізкам BC . Визначимо з трикутника ABC , який є прямокутним величину відрізка BC :

$$BC = \frac{\sqrt{AC^2 - AB^2}}{\cos \alpha'} \quad (2.34)$$

де $BC = L_{\phi}$ – значення довжини обчислюючого барабану, м;

$AC = B_{оч}$ – значення ширини зони очісування, м;

$AB = H_{оч}$ – величина довжини прочісування, (хорда, що утворена перерізом кола, яке створюється обертом максимально віддалених точок обчисувального барабану та площиною крізь осі терebильно-затискних транспортерів), м;

α' – кут, що утворює проекція вісі обертів барабану на площину що проходить через вісь терebильно-затискних транспортерів та діагональ прямокутника, що створюється зоною очісування AC , град.

Отже вираз (2.34) можна записати наступним чином:

$$L_{\phi} = \frac{\sqrt{B_{оч}^2 - H_{оч}^2}}{\cos \alpha'}$$

З трикутника ACD , що є прямокутним визначимо відрізок AD :

$$AD = \frac{AC}{\sin(\alpha - \alpha')} \quad (2.35)$$

де AD – перпендикулярний відрізок, опущений з точки А на пряму, що є паралельною терebильно-затискному транспортерові, котрий проходить через точку С, м;

α – кут нахилування обчислюючих барабанів до терebильно-затискних транспортерів, град.

Знайдемо α' :

$$\alpha' = \arcsin \left(\frac{\sqrt{B_{оч}^2 - H_{оч}^2}}{L_{\phi}} \right) \quad (2.36)$$

Таким чином отримаємо:

$$AD = \frac{B_{оч}}{\sin \left(\alpha - \arcsin \left(\frac{\sqrt{B_{оч}^2 - H_{оч}^2}}{L_{\delta}} \right) \right)} . \quad (2.37)$$

Так як AD відповідає значенню довжини голівчатих частин стебел льону l_c вираз 2.37 набере вигляду:

$$AD = \frac{B_{оч}}{\sin \left(\alpha - \arcsin \left(\frac{\sqrt{B_{оч}^2 - H_{оч}^2}}{L_{\delta}} \right) \right)} . \quad (2.38)$$

Тоді, отримаємо:

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{\sqrt{B_{оч}^2 - H_{оч}^2}}{L_{\delta}} \right) + \arcsin \left(\frac{B_{оч}}{l_c} \right) . \quad (2.39)$$

Враховувавши, що

$$H_{оч} = \sqrt{\left(D_{\delta} - 2 \cdot \cos \left(\frac{2 \cdot b_{\delta}}{a_w} \right) + 2 \right) \cdot \left(D_{\delta} + 2 \cdot \cos \left(\frac{2 \cdot b_{\delta}}{a_w} \right) - 2 \right)} \quad (2.40)$$

рівняння 2.39 матиме вигляд:

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{\sqrt{B_{оч}^2 - \left(D_{\delta} - 2 \cdot \cos \left(\frac{2 \cdot b_{\delta}}{a_w} \right) + 2 \right) \cdot \left(D_{\delta} + 2 \cdot \cos \left(\frac{2 \cdot b_{\delta}}{a_w} \right) - 2 \right)}}{L_{\delta}} \right) + \arcsin \left(\frac{B_{оч}}{l_c} \right) \quad (2.41)$$

2.3. Конструктивні розрахунки

2.3.1. Розрахунок на міцність зварного шва валу очісуючого пристрою

При виконанні операцій складання валу очісуючого пристрою використовують електродуговий спосіб зварювання. З огляду на конструктивні особливості вузла застосовують зварний шов кутовий нормальний.

Ескізний вигляд валу наведений на рисунку 2.2.

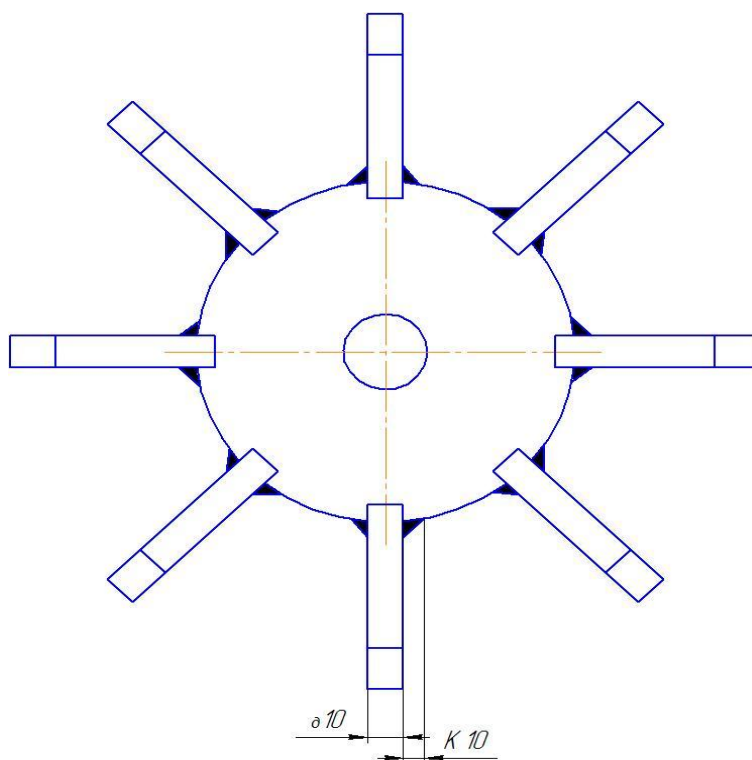


Рисунок 2.2 – Ескіз валу обчісуючого пристрою

Основними параметрами кутових швів є катет k шва та довжина шва b .

Для нормальних кутових швів катет приймається згідно умови

$$k = \delta,$$

де δ - товщина приварюваної деталі.

Прийmemo $\delta = 10$ мм.

Довжина шва $b = \pi \cdot d = 30 \cdot 45 = 1350$ мм

Зварні шви такого типу розраховуються за небезпечною площиною зрізу, яка співпадає з бісектрисою прямого кута відповідного шва. З цією метою застосовують формула:

$$\tau_{cp} = F / (0.7 \cdot k \cdot b) \leq [\tau_{cp}], \quad (2.42)$$

де τ – розрахункове значення напружень зрізу в зварному шві, МПа;

$[\tau_{cp}]$ – допустиме значення напруження для кутових зварних швів, МПа, приймаємо згідно таблиці. 4.2 [15]:

$[\tau_{cp}] = 0,65 [\sigma_p]$, для ручної зварки електродами Э42А;

F – величина навантаження на зварні з'єднання, прийmemo $F = 350$ Н.

$[\sigma_p]$ – допустиме значення напруження при розтягу для основного матеріалу.

Знайdemo для сталі 45 згідно умов:

$$[\sigma_p] = (0,5 \dots 0,6) \cdot \sigma_T = (0,5 \dots 0,6) \cdot 570 = 285 \text{ МПа} ; \quad (2.43)$$

$$[\tau_{cp}] = 0,65 \cdot 285 = 185,25 \text{ МПа} \leq [\tau_{cp}] .$$

Тоді

$$\tau_{cp} = 350 / (4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 14) = 0,89 \text{ МПа} \leq [\tau_{cp}]$$

Згідно даних, отриманих перевірковими розрахунками, можна зробити висновки, що вал, послаблений зварними з'єднаннями буде мати достатній запас міцності.

2.3.2. Уточнений розрахунок валу очісуючого пристрою

Прикинувши конструкцію валу, провівши розрахунки його основних розмірів, проведемо уточнені перевіркові розрахунки, що полягатимуть у визначенні значення коефіцієнта запасів міцності S в небезпечних перерізах.

Визначуваний коефіцієнт запасу міцності в небезпечному перерізі:

$$S = \frac{S_{\sigma} S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}}, \quad (2.44)$$

де S_{σ} – коефіцієнт запасу міцності за нормальними напруженнями;

S_{τ} – коефіцієнт запасу міцності за дотичними напруженнями.

Знайдемо значення коефіцієнта запасу міцності за нормальним напруженнями:

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma} \beta} \sigma_0 + \psi_m \sigma_m}, \quad (2.45)$$

де σ_{-1} – межа витривалості для сталі за симетричного циклу навантаження;

k_{σ} – значення ефективного коефіцієнта концентрації нормальних напружень;

ε_{σ} – масштабний фактор для нормальних напружень ;

β – коефіцієнт, для врахування шорсткості поверхонь, $\beta = 0,97$ [13];

σ_0 – амплітуда циклу нормального напруження, рівна найбільшому напруженню згину в даному перерізі;

ψ_m – коефіцієнт, що враховує вплив середнього напруження циклу;

σ_m - середнє напруження|циклу.

$$\sigma_m = \frac{4 \cdot F_x}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 2292,25}{3,14 \cdot 80^2} = 0,456$$

Знайдемо межу витривалості сталі при симетричних циклах вантаження:

$$\sigma_{-1} = 0,43\sigma_{\sigma}, \quad (2.46)$$

де σ_{σ} - межа міцності на розтяг матеріала вала, $\sigma_{\sigma} = 690$ МПа.

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot 690 = 296,7 \text{ МПа.}$$

Визначаємо амплітуду циклу значень нормального напруження:

$$\sigma_0 = \frac{M_{\Sigma}}{W} = \frac{424,77 \cdot 10^3}{50240} = 8,45 \text{ МПа.} \quad (2.47)$$

Тоді

$$S_{\sigma} = \frac{296,7}{\frac{4,27}{0,97} \cdot 8,45 + 0,2 \cdot 0,456} = 7,96$$

Знайдемо значення коефіцієнта запасу міцності за дотичними напруженнями

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_t \beta} \tau_0 + \psi_m \tau_m}, \quad (2.48)$$

де τ_{-1} — значення межі витривалості для сталі за симетричного циклу навантаження при крученні;

k_τ – ефективний коефіцієнт концентрації дотичних напружень;

ε_τ – масштабний фактор для дотичних напружень

β – коефіцієнт, що враховує шорсткість поверхні, $\beta = 0,97$;

τ_0 – амплітуда циклу дотичного напруження, рівна найбільшій дотичній напрузі в даному перерізі;

ψ_m – коефіцієнт, що враховує вплив середнього напруження циклу, $\psi_m = 0,1$;

τ_m - середнє напруження циклу, рівне амплітуді циклу дотичної напруги τ_0 .

Знайдемо межу витривалості сталі за симетричного циклу кручення :

$$\tau_{-1} = 0,58\sigma_{-1} = 0,58 \cdot 296,7 = 172,1 \text{ МПа.} \quad (2.49)$$

Знайдемо амплітуду циклу дотичних напружень:

$$\tau_0 = \frac{T_2}{2W_\rho}, \quad (2.50)$$

де W_ρ – момент опору даного перерізу деформації кручення.

$$W_\rho = \frac{\pi d_y^3}{16} = \frac{3,14 \cdot 80^3}{16} = 100480 \text{ мм}^3. \quad (2.51)$$

$$\tau_0 = \tau_m = \frac{308,67 \cdot 10^3}{2 \cdot 100480} = 1,54 \text{ МПа.}$$

$$S_\tau = \frac{172,1}{\frac{2,56}{0,97} \cdot 1,54 + 0,1 \cdot 1,54} = 40,79$$

Тоді

$$S = \frac{7,96 \cdot 40,79}{\sqrt{7,96^2 + 40,79^2}} = 7,8 > [S] = 2.0...3.$$

Розрахована величина коефіцієнта запасу міцності є більшою за допустиме значення, отже запропонований вал очісуючого пристрою задовольняє усі умови міцності.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1. Дослідження впливу планок барабану на стебла льону

При виконанні технологічного процесу барабанно-планчатими обчісуючими пристроями, стебла льону піддаються згинним діям.

Для проведення досліджень розглянемо випадок за максимального вигину стебел оброблюваних стрічок льону (рис. 3.1). При входженні в зони очісування планок одного барабана планок іншого барабану, стрічки льону згинаються по кривій CBD, а максимальне значення кута вигину буде визначатись кутом $\beta_{из}$.

Число планок одного барабана z визначимо згідно залежності:

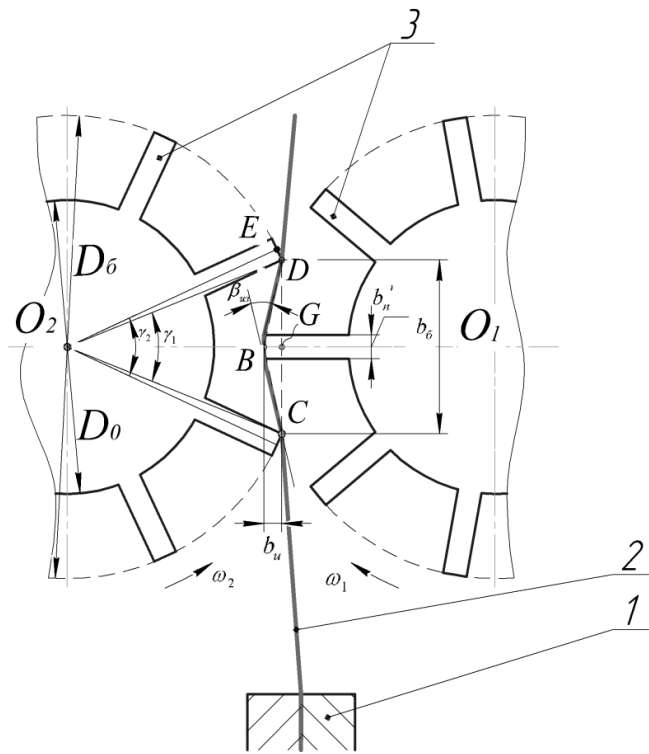
$$z = \frac{360^\circ}{\gamma_2}, \quad (3.1)$$

де γ_2 - кут, який утворюється серединками сусідніх планок одного з барабанів, град.

З рисунку 3.1 знайдемо

$$\gamma_2 = \gamma_1 + 2 \cdot \angle DO_2E, \quad (3.2)$$

де γ_1 - кут між ближніми верхівками сусідніх планок одного з барабанів, град.



1 – терebильно-затискна секція, 2 - стебло льону, 3 - планки.

Рисунок 3.1 – Схема до визначення згинної дії планок барабанів на стебла льону

Знайдемо значення величини кута γ_1 . Для цього розглянемо прямокутні трикутники DGO_2 і DGB . З трикутника DGO_2 знайдемо DG :

$$DG = O_2D \cdot \sin(\angle GO_2D) . \quad (3.3)$$

З трикутника DGB знайдемо DG :

$$DG = \frac{GB}{\operatorname{tg}(\angle GDB)} . \quad (3.4)$$

Після опрацювання рівнянь (3.2) і (3.3) величина кута γ_1 буде

$$\gamma_1 = 2 \cdot \arcsin \left(\frac{2 \cdot b_u}{D_{\delta} \cdot \operatorname{tg}(\angle GDB)} \right), \quad (3.5)$$

де b_u - значення найбільшого прогину льонових стебел, м.

Значення кута GDB знайдемо з трикутника BGD

$$\angle GDB = \beta_{изг} = \operatorname{arctg} \frac{2 \cdot b_u}{b_{\delta}}, \quad (3.6)$$

де b_{δ} - відстань між найближчими кромками планок одного барабана, м.

Експериментально доведено, що за величини відстані між опорами $DC = b_{\delta} = 10 \dots 50$ мм допустиме значення величини прогину без пошкодження стебел складає $BG = b_u = 1.1 \dots 2.7$ мм

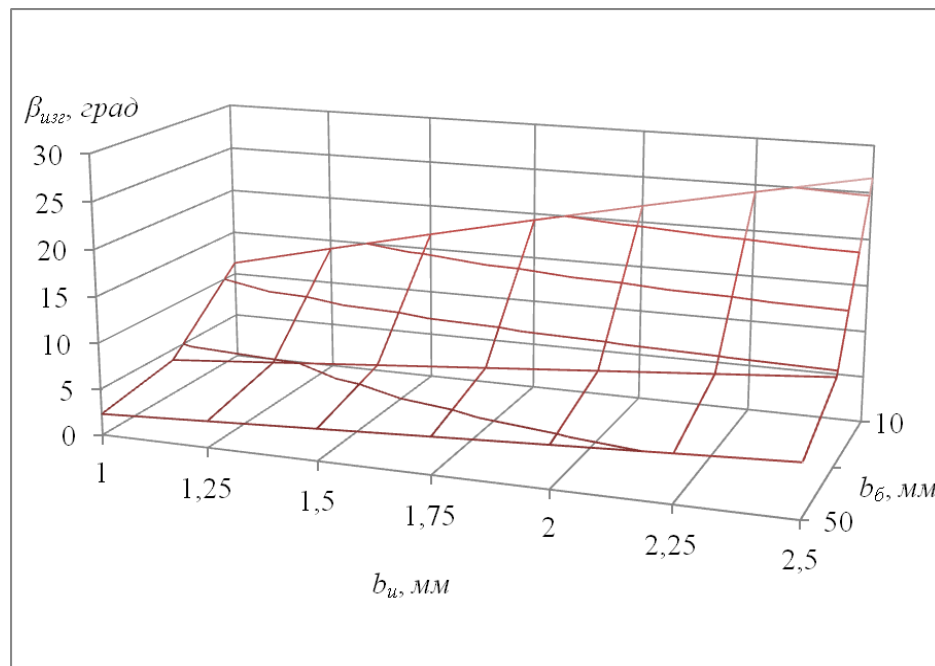


Рисунок 3.2 – Залежність кута вигину стебел льону $\beta_{изг}$ від відстані між планками b_{δ} і величиною прогину b_u

Величину кута $\angle EO_2D$ знайдемо із трикутника EO_2D , який є рівнобедреним

$$\angle DO_2E = 2 \cdot \arcsin \frac{b'_n}{2 \cdot D_{\delta}}, \quad (3.7)$$

де D_{δ} – величина діаметра барабанів, який визначається вершинами планок, м;

b'_n – значення ширини планки за перерізом перпендикулярним до вісі очікувального барабану, м.

З огляду на це число планок на одному з барабанів врахувавши залежностей наведені вище, може бути визначене згідно рівняння

$$z = \frac{2 \cdot \pi}{\arcsin \frac{b_{\delta}}{D_{\delta}} + 2 \cdot \arcsin \frac{b'_n}{2 \cdot D_{\delta}}}. \quad (3.8)$$

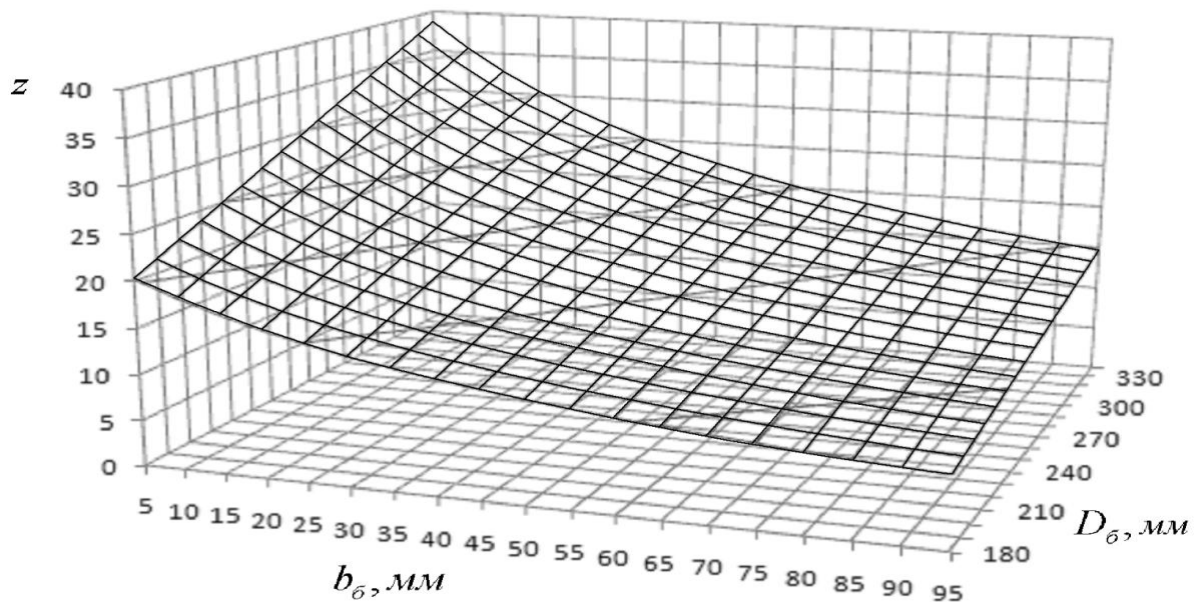


Рисунок 3.3 – Графік залежності кількості планок від ширини поперечного перерізу, перпендикулярного осі барабанів, планок b'_n і діаметру барабанів описуваного вершинами планок D_{δ} .

На рисунку 3.3 подано діаграму залежності числа планок від ширини поперечного перетину планок та діаметра барабана.

Із наведеного рівняння (3.8) слідує, що число планок залежне від значення їх ширини, діаметра барабану, який описується верхівками планок і від допустимого значення прогину стрічок льону при їх неушкодженості.

В результаті аналізу графічної залежності (рис. 3.3), врахувавши конструктивні особливості встановлення обчисувальних барабанів над терebilьно-затискними секціями, ширина захвату яких складає 400 мм, можна стверджувати, що величина діаметрів барабанів не повинна бути більшою за 200 мм, а кількість планок на одному барабані не може бути більшою за 25 шт.

Для того, щоб встановити взаємозалежність між міжосьовою відстанню a_w та максимальною величиною вигину стебел льону $\beta_{изг}$ проаналізуємо трикутник O_2DG - прямокутний.

Величину міжосьової відстані O_2O_1 представимо як $O_2G + GO_1$. Врахувавши, що величини діаметрів барабанів є рівними між собою, то $O_2G = GO_1$. Отже

$$O_2O_1 = a_w = 2 \cdot O_2G \quad (3.9)$$

Тоді

$$O_2G = \frac{O_2O_1}{2} = \frac{D_{\delta}}{2} - b_u \quad (3.10)$$

З трикутника O_2DG , що є прямокутним:

$$\cos \gamma_1 = \frac{\frac{D_{\delta}}{2} - b_u}{\frac{D_{\delta}}{2}} = 1 - \frac{b_u}{\frac{D_{\delta}}{2}} \quad (3.11)$$

Звідки

$$\gamma_1 = \arccos\left(1 - \frac{b_u}{0.5 \cdot D_{\delta}}\right) = \arccos\left(1 - \frac{b_u}{R_{\delta}}\right). \quad (3.12)$$

Отже величина ширини зони очісування може бути знайдена за формулою:

$$L = \frac{D_{\delta}}{2} \cdot \arctg\left(\frac{b_{\delta}}{a_w}\right) \quad (3.13)$$

На рисунку 3.4 відображено взаємозв'язок значення довжин L прочісування стебел льону 1-ю планкою та діаметра барабану D_{δ} і міжосьовимим відстанями a_w .

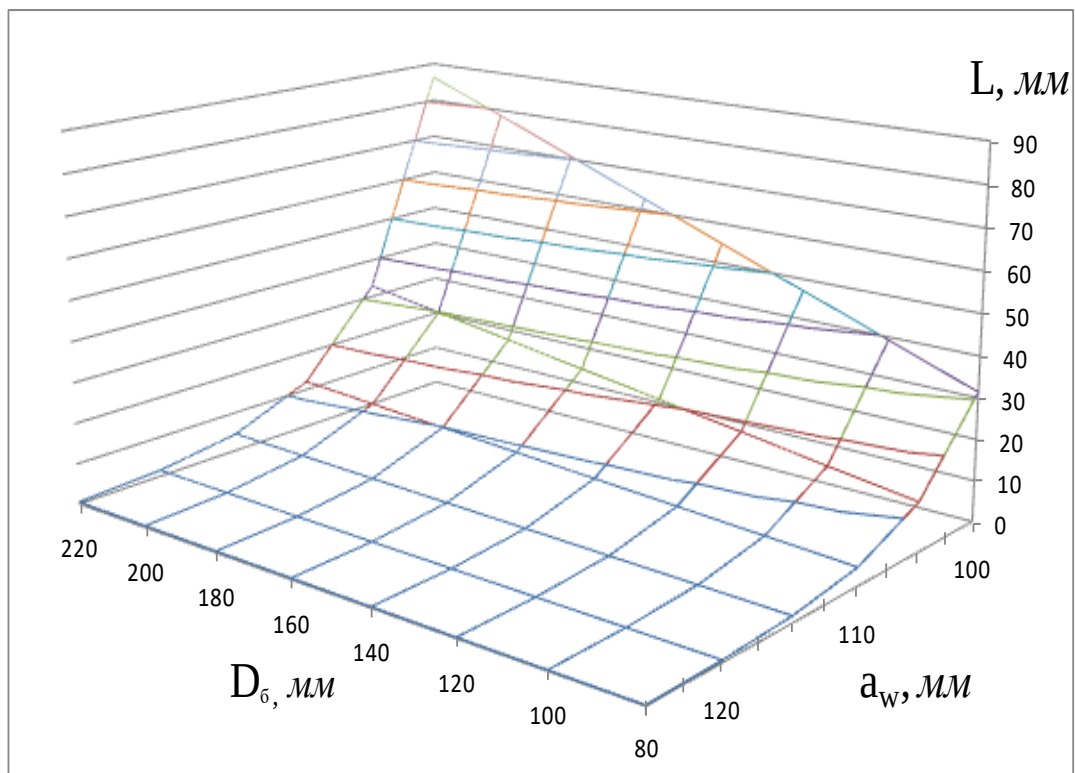


Рисунок 3.4 – Графік залежності довжини прочісування стебел однією планкою L від діаметрів барабанів D_{δ} та міжосьової відстані a_w

Провівши ґрунтовний аналіз обчісуючих пристроїв льонозбиральних комбайнів варто запропонувати, за використання комбайнових технологій з метою відділення насінневих коробочок від стебел льону, очісування коробочок льону проводити в теребильних руслах барабанно-планчатими обчісуючими пристроями, які слід встановлювати над теребильно-затискними секціями. При такому виконанні товщини стрічок льону будуть в чотири рази меншими, за існуючі обчісувальні апарати. Такі нововведення дозволять суттєво покращити якість очісування. Крім того рифлені поверхні планок барабанів будуть забезпечувати паралельність верхівкових частин стебел льону, а отримуваний ворох льону буде містити насіння та незруйновані коробочки, що призведе до зменшення маси вороху льону, який отримується порядку в 1,5...4 рази. За такого виконання маса і габаритні розміри льонозбиральних комбайнів можуть бути суттєво меншими, якщо застосовувати накопичувальні бункери дрібного вороха льону замість тракторних причепів.

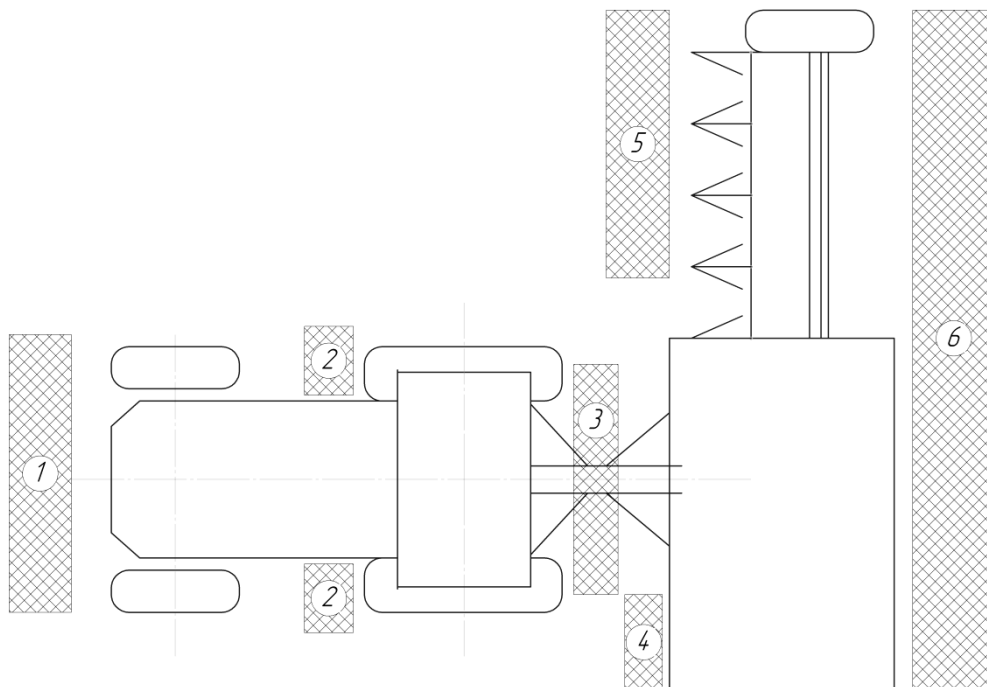
Згідно проведених теоретичних викладок нами визначено величину діаметра обчісувального барабану (180 – 200 мм), при кількості планок 15 – 25 шт. При цьому частоти обертів обчісувальних барабанів складатиме 300 – 350 об/хв. за швидкості подавання стрічок льону 1,7 – 2,0 м/с., що є співрозмірним швидкостям руху льонозбиральних комбайнів. Стебла льону обчісуються 5-6 планками обчісуючого барабану.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при виконанні технологічного процесу збирання льону

Під час технологічного процесу збирання льону можливе виникнення небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

При роботі льонозбирального комбайна існують небезпечні зони (рис. 4.1), і при знаходженні людей в цих зонах механізатор повинен проявляти підвищену увагу.



1 – зона утворена передньою поверхнею трактора; 2 – зона утворена бічною поверхнею трактора; 3 – зона утворена задньою частиною трактора; 4 – зона утворена передньою поверхнею причіпної машини; 5 – зона утворена передньою частиною льонозбирального комбайна; 6 – зона утворена задньою поверхнею машинотракторного агрегату.

Рисунок 4.1 – Небезпечні зони при роботі льонозбирального комбайну
Двіна-4М

Знаходження людини у вказаних на рисунку небезпечних зонах під час технологічного процесу представляє загрозу для процесу збирання і для самої людини. Людина при попаданні в ці зони знаходиться під загрозою отримати серйозні травми або під загрозою смерті [18].

Небезпечна зона 1 утворюється при русі тракторного агрегату вперед передньою поверхнею трактора. Вона може мати різну конфігурацію залежно від напрямку руху прямолінійно або на повороті чи розвороті.

Небезпечні зони 2 створюються рухом трактора вперед або назад або бічною поверхнею агрегату. Небезпечні ситуації в них створюються, у більшості випадків при запуску або повороті агрегату. Форма зон залежить від напрямку руху машино-тракторного агрегату : прямолінійно, на повороті в русі або на місці.

Небезпечна зона 3 утворюється задньою частиною трактора і сільськогосподарською машиною включає небезпечні чинники окремих вузлів машино-тракторного агрегату, можуть проявити себе як при рухомому агрегаті, так і при нерухомому.

Небезпечна зона 4 утворюється передньою поверхнею причіпленої машини з лівого боку по ходу руху машино-тракторного агрегату. Форма зони залежить від напрямку руху машино-тракторного агрегату. Знаходження людей в зоні може бути постійним і випадковим.

Небезпечна зона 5 утворюється передньою частиною льонозбирального комбайна і включає небезпечні чинники окремих вузлів машино-тракторного агрегату, можуть проявити себе як при рухомому агрегаті, так і при нерухомому. Наприклад, ролики, що обертаються із руслами підбирачів.

Небезпечна зона 6 утворюється задньою поверхнею машинотракторного агрегату при русі його заднім ходом. Зона періодично оглядається, але не за усією величиною. Залежно від знаходження людей її можна характеризувати як зону з постійним або випадковим знаходженням людей.

Більшість травм відбуваються в 5 і 6 зонах, оскільки оскільки робочий процес супроводжується періодичними поломками і технологічним обслуговуванням агрегату без зупинки ВОМ.

4.2. Правила охорони праці та техніка безпеки при роботі на льонозбиральних агрегатах

Правила охорони праці передбачають не тільки створення безпечних і сприятливих умов для роботи обслуговуючого персоналу, а й висувають вимоги до розроблюваної машини, які б попередили шкідливий вплив агрегату на навколишнє середовище.

До роботи на льонозбиральних агрегатах допускаються особи, які знають будову машини, технологічний процес, правила її експлуатації, також пройшли інструктаж з техніки безпеки. Стороннім особам забороняється перебувати поблизу машин, які працюють. Агрегат (трактор, комбайн і накопичувач) повинен бути справним. Вузли складових машин і механізми повинні бути правильно відрегульовані, а на передачі і робочі органи встановлені необхідні кожухи чи огороження. Тракторист зобов'язаний впевнитись в тому, що між трактором і машинами, а також на шляху руху агрегату немає людей, і лише тоді розпочинати рух.

Необхідно також, щоб обслуговуючий персонал займав свої, спеціально передбачені робочі місця. Технічне обслуговування і ремонт накопичувача не можна проводити під час його роботи.

Під час вивантаження матеріалу з бункера накопичувача, а також в разі небезпеки можливого викиду металічних предметів, що випадково потрапили в бункери накопичувача обслуговуючому персоналу потрібно займати безпечні місця.

При появі в накопичувачі сторонніх шумів, стуків, підвищеної вібрації потрібно негайно зупинити агрегат, виявити причину і усунути причину несправності.

Шуми, що створює проектована машина в процесі експлуатації є механічного походження. Джерелом механічного шуму є вібрація машини, що виникає як наслідок динамічних процесів і пружних деформацій. Підвищення рівня звуку виникають при роботі соломотряса, редуктора і приводів, вентилятора. Шум та вібрація підвищують втомлюваність робітників, знижують

його працездатність і увагу щодо можливої небезпеки. Шум негативно впливає на нервову систему людини, також може призвести до ряду захворювань.

Тому внутрішні поверхні захисних щитків пропонується покривати шумопоглинаючими матеріалами. Також необхідно слідкувати за збереженням правильної геометричної форми щитків вентилятора, оскільки навіть незначна їх деформація викликає підвищений шум при його роботі.

Вібрація виникає від дії внутрішніх і зовнішніх динамічних навантажень, які викликані неврівноваженими рухомими деталями (наприклад, шківи приводів) і рухомими системами (соломотряс), неточністю взаємодії окремих деталей, нерівномірним робочим навантаженням механізмів.

При контакті з коливальним об'єктом вібрація передається на тіло людини, що призводить до зниження працездатності внаслідок появи ряду неприємних відчуттів і може привести до виникнення захворювань.

Небезпеку для життя обслуговуючого персоналу представляють небезпечні зони, де можливе захоплення і намотування одягу, волосся чи кінцівок тіла працівників. Працюючим в таких зонах (приводи соломотряса і вентилятора) необхідно дотримуватись загальноприйнятих правил з техніки безпеки.

Під час роботи з агрегатом постійну увагу слід приділяти стану трансмісії. Приводи в даній машині являють собою пасові передачі відкритого типу з прогумованими пасами клинового перерізу. Одним з небезпечних факторів цього вузла є міцність пасів, дотримання якого є однією з важливих умов забезпечення безпечних умов праці обслуговуючого персоналу льонозбирального агрегату.

Для гарантованого забезпечення безпечних умов праці обслуговуючого персоналу, крім необхідної міцності передач, вони закриваються кожухами, які повинні бути надійно закріплені.

Особливу увагу також слід звертати на пожежну безпеку. На тракторі, що входить до складу агрегату, повинні бути засоби для автоматичного регулювання інтенсивності охолодження двигуна, чи такі, що приводяться у дію з робочого місця водія. Двигун трактора повинен бути обладнаний глушниками шуму, іскрогасниками і іскровловлювачами, конструкції яких повинні дозволяти звільняти їх від нагару. Вихлопні труби двигуна не можна направляти на

легкозаймисту рослинну масу (на плутанину, ворох льону). Також агрегат повинен бути обладнаний необхідними первинними засобами пожежегасіння (вогнегасниками, лопатами і т.п.).

Не допускається підтікання палива і масла, пропуск відпрацьованих газів в з'єднаних випускного колектора з двигуном і вихлопною трубою.

Забороняється користуватись відкритим полум'ям (сірниками, факелами і т.п.) при заправці машин паливом і замірі його рівня; розміщувати на тракторі додаткові ємності з паливо-мастильними матеріалами; розпалювати вогнища поблизу агрегату; застосовувати бензин для миття рук; навішувати на джерела теплоти одяг чи укладати сторонні речі.

Усі сільськогосподарські машини в процесі експлуатації не повинні вище встановленого рівня забруднювати шкідливими викидами навколишнє середовище (повітря – відпрацьованими газами, ґрунт – паливно-мастильними матеріалами, ущільнювати ґрунт).

Для зниження кількості шкідливих викидів з відпрацьованими газами необхідно вчасно обслуговувати і регулювати паливну апаратуру двигуна трактора.

Під час проведення технічного обслуговування машин, що входять до складу агрегату не допускати потрапляння паливно-мастильних матеріалів у ґрунт і воду.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основним завданням кваліфікаційної роботи є удосконалення очісуючого пристрою льонозбирального комбайну з метою покращення якості очісування та зменшення пошкоджуваності насіння з обґрунтування його основних параметрів.

В роботі запропоновано робити очіс коробочок в руслах підбирачів барабанно-планчатим очісуючим пристроєм встановленим над теробильно-затискними секціями. За такого виконання товщини стрічок льону будуть суттєво меншими, чим в існуючих очісувальних апаратах. Такі нововведення дозволять суттєво покращити якість очісування. Крім того, рифлені поверхні планок барабанів забезпечуватимуть додатково меншу щільність очісуваних шарів і дозволить збільшити площу контакту робочих органів з оброблюваними матеріалами.

У роботі комплексно розглянуто ряд питань.

Розглянуто будову та конструкцію льонозбирального комбайну Двіна-4М.

Проведено аналіз технологій збирання льону та існуючих пристроїв для очісування стебел льону вітчизняних та закордонних зразків льонозбиральної техніки. Проведено розрахунки операційно-технологічної карти збирання врожаю льону, технологічні розрахунки льонозбирального комбайну, визначено основні параметри та конструктивні розміри барабану очісуючого пристрою, а також наведено міцнісні розрахунки елементів очісуючого пристрою.

Обґрунтовано зміни, внесені в базову конструкцію очісуючого пристрою льонозбирального комбайну.

Проведено дослідження впливу планок очісуючого барабану на стебла льону.

У кваліфікаційній роботі магістра також проаналізовано небезпечні та шкідливі чинники при виконанні технологічного процесу збирання льону. Розглянуто правила охорони праці та техніку безпеки при роботі на льонозбиральних агрегатах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. А. с. СССР №1069675, кл. А 01 D 45/06. Очесывающий аппарат / В.Н. Бухаркин, И.М. Махов, Г.К. Васильев, Р.В. Пытченко, В.П. Голдович. – 1984, Бюл. № 4
2. А. с. СССР №852228, кл. А 01 D 45/06. Очесывающий аппарат / И.Ф. Дворниченко. – 1980, Бюл. № 21
3. Ануриев В. И. „Справочник конструктора машиностроителя”, в 3-х томах, М.: „Машиностроение”, 1975 г
4. Босой Е.С., Верняев О.В. и др. „Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин”, 2-ое издание, М.: „Машиностроение”, 1978 г.
5. Будько Ю. В., Ляхов А. П. и др. Эксплуатация машино-тракторного парка. Учебное пособие для с.-х. вузов. – Мн.: Ураджай, 1991.
6. Гевко Р.Б., Гарькавий А.Д., Гладич Б.Б., Павх І.І., Павелчак О.Б. Оцінка ринкової вартості та конкурентоспроможності машин і технологій. – Тернопіль: ТДПУ, 2004.- 199с.
7. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. - Тернопіль, 2005.- 228с.
8. Довбуш А.Д. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. – 191 с.
9. Кленин Н. И., Киселев С. Н., Левшин А. Г. Сельскохозяйственные машины. — М.: Колос, 2008. —816 с: ил. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
10. Льноуборочные машины. / Г.А. Хайлис, Н.Н. Быков, В.Н. Бухаркин и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 232 с.
11. Расчет и конструирование элементов механических приводов машин / Под ред. В.М. Горелько. Горки, 2003. – 88 с.
12. С.Г. Порфирьев. Определение показателей качества работы очесывающих аппаратов льноуборочных машин.//Материалы Международной научно-

- практической конференции, Часть 1 – М.: «Издательство ВИМ», 2004. – с. 180-195.
13. Сентюров, П.Д. Совершенствование раздельной технологии уборки льна / П.Д. Сентюров, В.Е. Круглень // Молодежь и инновации – 2011 : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 25-27 мая 2011 г. / Белорус. гос. сельскохозяйственная академия ; редкол.: А.П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2011. – С. 95–98.
 14. Соловьев А.Я. Льноводство. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
 15. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин том первый под редакцией инж. А.В. Красниченко. Авторы тома Ю.И. Волков, инж.; к.т.н. А.А. Гафанович ; Н.Г. Гладков, к. с.-х.н. Москва 1962г.
 16. Справочник льновода / М.М. Труш, И.П. Сергеев, А.Н. Марченков и др. – Л.: Агропромиздат, 1985, – 240 с.
 17. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Основи агрономії. Курс лекцій Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. – 300 с.
 18. Челноков А. А. Охрана труда: учеб. пособие / А.А.Челноков, Л.Ф. Ющенко. – 2-е изд., испр.- Минск: Высш.шк., 2006.-463с.
 19. Чернавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. М.: Машиностроение, 1987.
 20. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
 21. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
 22. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.

23. Хомик Н.І. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина перша / Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.
24. Хомик Н.І. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина друга / Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.
25. Бабій А.В. Аналіз причин травмування зернового матеріалу при збиранні та транспортуванні / Бабій А.В., Бабій М.В., Кучвара І.М. // Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів», Харків. – № 11.– 2018. – С. 27-34.
26. Hevko R., Stashkiv M., Lyashuk O., Vovk Y., Oleksyuk V., Tson O., Bortnyk I. Investigation of internal efforts in the components of the crop sprayer boom section. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. Volume 105, Issue 1 (2021), 33 – 41.
27. Roman Hevko; Yurii Nykerui; Taras Dovbush; Vasyl Oleksyuk. Substantiation of constructive parameters of a frame structure elements of the rope mechanism transport system for storing piece loadings into small warehouses. *Scientific Journal of TNTU*. — Tern.: TNTU, 2020. — Vol 100. — No 4. — P. 62–74.

ДОДАТКИ