

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „Підвищення ефективності процесу збирання льону-довгунця у  
ТОВ «Наша Україна» Дубенського району Рівненської області з  
удосконаленням брального апарата льонокомбайна ЛК-4А”

Виконав: студент III курсу групи Аін-34 СП

Спеціальності 208 „Агроінженерія”  
(шифр і назва)

Шуст Дмитро Олександрович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Шарibuра А.О.  
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**  
**ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)  
к.т.н., доцент А.О. Шарибура  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
на дипломний проєкт студенту  
**Шусту Дмитру Олександровичу**

1. Тема роботи: **„Підвищення ефективності процесу збирання льону-довгунця у ТОВ «Наша Україна» Дубенського району Рівненської області з удосконаленням брального апарата льонокомбайна ЛК-4А”**

Керівник роботи: Шарибура Андрій Остапович, к.т.н., доцент  
Затверджена наказом по університету від 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 5.06.2023 року.

3. Вихідні дані: \_\_\_\_\_  
3.1. Звіти господарської діяльності ТОВ «Наша Україна» Дубенського району Рівненської області;  
3.2. Методика розрахунку операційної системи;  
3.3. Методика обґрунтування параметрів конструкції;  
3.4. Методика визначення економічної ефективності.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

4.1. Характеристика і аналіз діяльності господарства.

4.2. Організація процесу збирання льону-довгунця.

4.3. Удосконалення конструкції льонозбирального комбайна ЛК-4А.

4.4. Охорона праці.

4.5. Економічна ефективність.

Висновки та пропозиції

Бібліографічний список

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

5.1. Операційно-технологічна карта;

5.2. Льонокомбайн ЛК-4А з удосконаленим бральним апаратом;

5.3. Бральний апарат (складальне креслення);

5.4. Робочі креслення деталей запропонованої конструкції;

5.5. Економічна ефективність від розробки дипломного проєкту.

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Шарибура А.О., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. професора О.Д. Семковича			
4				

7. Дата видачі завдання: 9.11.2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика і аналіз діяльності господарства»</i>	<i>30.12.22-17.01.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Організація процесу збирання льону-довгунця»</i>	<i>18.01.23-2.02.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Удосконалення конструкції льонозбирального комбайна ЛК-4А»</i>	<i>3.02.23-21.03.23</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>22.03.23-30.04.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність»</i>	<i>31.04.23-6.05.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.</i>	<i>11.05.23-25.05.23</i>	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>26.05.23-05.06.23</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Шуст Д.О.  
(підпис)

Керівник проєкту \_\_\_\_\_ Шарибура А.О.

УДК 631.171...633.521

Шуст Д.О. Підвищення ефективності процесу збирання льону-довгунця у ТОВ «Наша Україна» Дубенського району Рівненської області з удосконаленням брального апарата льонокомбайна ЛК-4А.

Дипломний проєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

69 с. текст. част., 10 рис., 13 табл., 5 арк. ілюстр. матер., А1, 24 літ. джерел.

Охарактеризовано стан ТОВ «Наша Україна» Дубенського району Рівненської області, зокрема, наведено загальні відомості про господарство, проаналізовано технічний стан МТП, проведено аналіз матеріальних та виробничих ресурсів підприємства.

Наведені організаційно-технічні аспекти комбайнового збирання льону-довгунця із розстиланням соломки на льонищі, що забезпечують максимальну ефективність процесу, а також запропоновані загальні принципи його організації.

Розроблена операційна карта для збирання льону-довгунця дає змогу якісно та максимально ефективно організувати і провести процес комбайнового збирання в господарстві у встановлені агротехнічні строки.

Запропоноване удосконалення брального апарата льонокомбайна ЛК-4А, що дозволяє підвищити якість отриманої продукції. Наведено розрахунки елементів конструкції льонокомбайна на міцність.

Запропоновано заходи із охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в процесі виконання збиральних робіт.

Проведено техніко-економічну оцінку показників ефективності виконання операцій.

## ЗМІСТ

Вступ .....	6
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ .....	7
1.1. Аналіз біологічних особливостей росту та дозрівання льону-довгунцю .....	7
1.2. Аналіз посівних площ підприємства .....	10
1.3. Аналіз стану парку сільськогосподарських машин .....	14
1.4. Обґрунтування теми дипломного проекту .....	18
2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ .....	19
2.1. Підготовка льонозбирального агрегату до роботи .....	19
2.2. Технологічні особливості процесу комбайнового збирання льону-довгунця .....	22
2.3. Агротехнічні вимоги до технологічного процесу збирання льону-довгунця .....	26
2.4. Проектування операційної карти технології збирання льону-довгунця .....	28
2.5. Підготовка поля до роботи .....	32
2.6. Організація роботи агрегатів в загінці .....	33
2.7. Контроль і оцінка якості роботи льонозбирального агрегату .....	36
3. УДОСКОНАЛЕННЯ БРАЛЬНОГО АПАРАТА ЛЬОНОКОМБАЙНА ЛК-4А .....	40
3.1. Будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності удосконалення конструкції .....	40
3.2. Розрахунок технологічних і конструктивних параметрів .....	43
3.2.1. Розрахунок вала ведучого шківа брального апарату .....	43
3.2.2. Розрахунок заклепкового з'єднання брального шківа .....	47
3.2.3. Розрахунок шпонкового з'єднання ведучого шківа брального апарату .....	49

4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	50
4.1. Моделювання травмонебезпечних ситуацій .....	50
4.2. Розрахунок стійкості агрегату до перекидання .....	51
5. ВАРТІСНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ НА ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ .....	54
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	54
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....	58

## Вступ

Льон-довгунець є унікальною культурою. Продукція, яку ми одержуємо з нього, використовується в різних галузях народного господарства.

Урожайність волокна в Україні становить 5-6 ц/га, при інтенсивній технології досягає 8-10 ц/га. Урожайність насіння 5-8 ц/га. Проте починаючи з 1993 року стан льонарства в Україні значно погіршився. Посівні площі в 1996 – 1998 рр. скоротилися до 40 тис. га. Виробництво волокна порівняно з 80-ми роками зменшилася майже в 10 разів.

До недавнього часу, та й зараз, льонарство переживало ненайкращі часи: цьому сприяло і сприяє сукупність певних факторів, як економічного так і технологічного характеру (зменшення обсягів постачання техніки, добрив, засобів захисту рослин, ціновий диспаритет, недосконалість техніки і технологій).

Щоб відродити галузь та прискорити її одужання потрібно перш за все зробити її рентабельною. Досягнути цього можна двома шляхами [2].

Перший полягає у відновленні державної підтримки виробника продукції (відновлення паритету цін на промислову та сільськогосподарську продукцію).

Другий - у зниженні собівартості продукції.

В останні роки спостерігається стабільний попит на льонопродукцію, як на внутрішньому так і на зовнішньому ринках [20].

Як показав аналіз економічних показників галузі льонарства, льоносіючих господарств, затрати на виробництво льонопродукції складають 1600 – 2300 грн./га. При цьому грошові надходження досягають 3500 – 5800 грн./га, що свідчить про високу рентабельність галузі. Такий рівень грошових надходжень і рентабельності в льоносіючій зоні Полісся і Прикарпаття не забезпечує жодна інша сільськогосподарська культура. Тому зростає інтерес господарств до вирощування льону – довгунця.

## 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

### 1.1. Аналіз біологічних особливостей росту та дозрівання льону-довгунцю

Льон-довгунець до тепла маловимогливий, культура помірного клімату, яка потребує помірно теплої, навіть прохолодної погоди без різких коливань температури дня і ночі. Вирощування льону в умовах жаркої погоди (понад 22°C) негативно впливає на ріст стебла у висоту, погіршується якість волокна. Насіння льону починає проростати при температурі 3-5°C, дружні сходи з'являються при прогріванні ґрунту до 7-9°C. Молоді сходи можуть витримувати приморозки до мінус 3,5-4°C. Оптимальна температура для росту і розвитку рослин становить: у період сходів 9-12°C, у фазі ялинки 14-16°C, у фазі цвітіння-формування насіння 16-18°C.

Льон-довгунець дуже вимогливий до вологи. Можна вирощувати лише в зоні достатнього зволоження. Під час проростання насіння поглинає воду в кількості, що рівна його масі. Найбільше води потребує під час інтенсивного росту стебла і цвітіння. Нестача в ґрунті води під час бутонізації та цвітіння призводить до відмирання верхньої частини стебел і навіть загибелі посівів.

Після цвітіння льон стає менш вимогливим до вологи. Навпаки, часті дощі в цей період можуть спричинити розвиток грибних захворювань, вилягання і підгнивання рослин льону. При цьому утруднюється механізоване збирання, втрачається частина врожаю, погіршується його якість.

Разом з тим рослини не витримують і надмірного вмісту води в ґрунті. Льон погано росте на перезволожених ґрунтах та на полях з близьким заляганням ґрунтових вод.

Льон відноситься до культур маловимогливих до світла. Довгий день відносно невелика інтенсивність сонячного світла – обов'язкова умова для нормального росту і розвитку рослин цієї культури.

Рання сівба і зменшення тривалості дня сповільнюють процеси розвитку рослин, завдяки чому стебла стають довшими. Найкращою для льону є хмарна



погода, густі посіви, при яких виростають тонкі малорозгалужені стебла, що містять велику кількість волокна високої якості. При інтенсивному сонячному освітленні посилюється гілкування, що зменшує технічну довжину стебла.

Льон-довгунець потребує структурного родючого і окультуреного ґрунту з слабо кислою реакцією (рН 5,9-6,5). Найкраще росте на дерново-підзолистих суглинистих або суглинисто-супіщаних ґрунтах. Льон також дає добрі врожаї на удобрених дерново-підзолистих супіщаних і дерново-буроземних ґрунтах.

Малопродатні для нього легкі піщані й супіщані ґрунти, оскільки вони бідні на поживні речовини і погано утримують вологу. На піщаних ґрунтах льон страждає від посухи. Важкі глинисті ґрунти, повільно прогриваються навесні, після дощу утворюють кірку, яка є перешкодою для виходу на поверхню ґрунту ніжних проростків льону. Не рекомендується сіяти льон на кислих торфових ґрунтах. На вапнякових ґрунтах формується грубе і крихке волокно.

Зібрати льон потрібно у тій фазі стиглості, коли в стеблах міститься найбільше волокна доброї якості, а насіння придатне для сівби і технічної переробки. Настання та тривалість окремих фаз стиглості залежить від кліматичних умов, системи удобрення, сорту.

У фазі зеленої стиглості стебла і коробочки ще зелені, листя починає жовтіти тільки в нижній частині рослин. Насіння досягає молочної фази стиглості, при збиранні стає щуплим, має низьку схожість. Нагромадження волокна в стеблах ще не закінчилося, тому й вихід довгого волокна низький. Волокно тонке, шовковисте, але не міцне. З нього виготовляють батист, мережива.

У фазі ранньої жовтої стиглості рослини жовтіють, крім верхніх листків. Насіння в 65-75% жовто-зелених коробочок світло-зелене з жовтим носиком. Решта коробочок – жовті з жовтим насінням. Волокно повністю сформувалося. При збиранні в цій фазі одержують максимальний вихід високоякісного волокна.

Жовта стиглість настає через 5-6 днів після початку ранньої жовтої стиглості. Листя жовте, майже повністю осипається. У 50% коробочок насіння жовте, в решті світло-коричневе, трапляється жовто-зелене. В оболонках волокнистих клітин нагромаджується лігнін, який спричинює відносно більше здерев'яніння волокна. Якість волокна в цій фазі дещо погіршується (воно жорсткіше, не еластичне).

У фазі повної стиглості стебла льону безлисті. Вони, як і коробочки, мають бурий колір, а насіння коричневе. Коробочки частково розтріскуються, що призводить до втрат насіння. Інтенсивно відбувається здерев'яніння оболонки волокнистих клітин. Якість волокна такого льону найнижча [6, 8, 15].

Фази стиглості і строки збирання льону можна встановити за абсолютною вологістю насінних коробочок. Кожній фазі стиглості відповідає певна вологість коробочок (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Відповідність фаз стиглості льону-довгунця вологості коробочок [6, 8, 15]

Фаза стиглості	Вологість насінних коробочок (абсолютна вологість, визначена лабораторний методом з висушуванням у термостаті), %
Зелена	230-140*
Рання жовта	139-70
Жовта	69-30
Повна	29-10

\* Перший показник вологості відповідає початку фази, а другий - закінченню

Для прискорення початку збиральних робіт, вирівнювання дозрівання насіння льону, підвищення його схожості, зниження затрат на сушіння проводять десикацію. Особливо важливо це на насінницьких посівах. Десикацію здійснюють у фазі ранньої жовтої стиглості льону, коли посіви починають набувати жовтувато-зеленого кольору. Після кінця

цвітіння до часу десикації має пройти 25-30 днів. Недопустима дуже рання десикація (під час зеленої стиглості), бо насіння буде щуплим. Використовують для десикації льону-довгунця гліфоган або раундап з нормою 3 л/га. Збирають льонопродукцію через 14 днів після обприскування посівів.

Крім підсушування рослин льону десиканти-гербіциди знищують зелені бур'яни, в тому числі багаторічні (пирій) і очищають поле для наступної культури у сівозміні.

Починають збирати льон-довгунець через 2-3 дні після настання ранньої жовтої стиглості, а основну кількість площ – у фазі жовтої стиглості. Завершити збирання необхідно впродовж 10-12 днів у жовтій стиглості.

За комбайнового способу збирання льон збирають дещо пізніше – на 4-6 день після настання ранньої жовтої стиглості. Вихід волокна льону, його якість, урожай насіння мало відрізняються в ці фази – ранній жовтій і жовтій. Насіння льону збирають у фазі жовтої стиглості, коли найвища його схожість.

Найпродуктивнішим є комбайновий спосіб збирання. Льонокомбайн ЛКВ-4А або ЛК-4К одночасно вибирає льон, обчісує коробочки і подає льоновий ворох у причіп, розстеляє соломку на полі (ЛК-4К) для вилежування, або зв'язує її в снопи (ЛКВ-4А).

## 1.2. Аналіз посівних площ підприємства

Підприємство ТОВ «Наша Україна» розташоване у Дубенському районі Рівненської області, Клімат на території землекористування ТОВ «Наша Україна» є помірно-континентальний.

Спеціалізація ТОВ «Наша Україна» зводиться до виробництва продукції рослинництва і тваринництва, а також її реалізація. Підприємство,

також здійснює інші види господарської діяльності, зокрема, надання технічного сервісу тощо, які спрямовані на задоволення потреб як працівників підприємства, так і населення сусідніх сіл. Така стратегія підприємства спрямована на забезпечення виробничих умов для отримання максимального прибутку за умови поступового нарощування виробничої потужності та інших видів господарської діяльності.

Земельні угіддя ТОВ «Наша Україна» характеризуються різними за родючістю ґрунтами. Для підтримання на високому рівні родючості ґрунтів господарство вносить органічні і мінеральні добрива, відповідно до агротехнічних норм, покращує водно-повітряний баланс. Розташування угідь і сівозмін є оптимальним, що здійснено з огляду на ґрунтово-кліматичні умови.

В користуванні підприємства на даний час знаходиться 2255 га ріллі. У ТОВ «Наша Україна» вирощують в зернові, технічні та кормові культури (рис. 1.1).

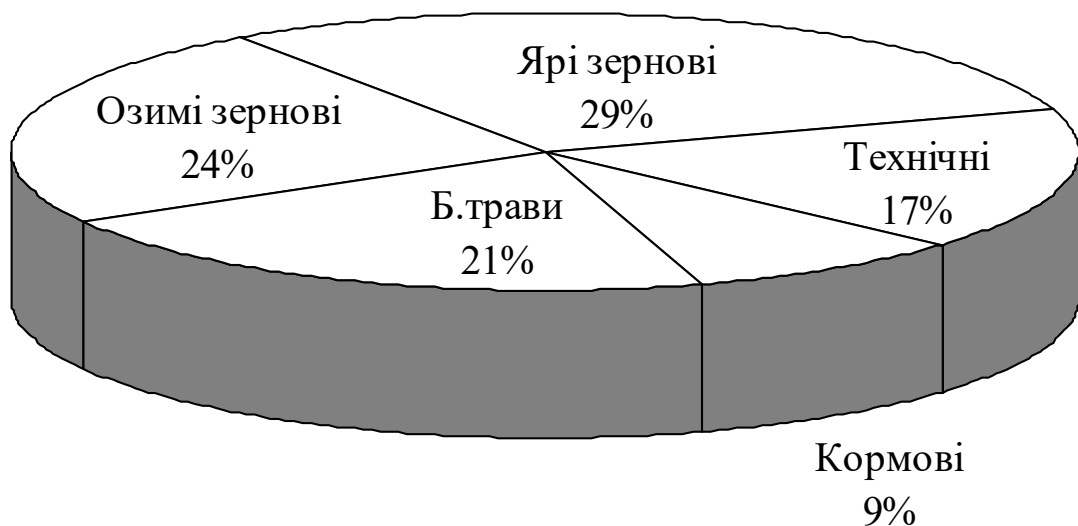


Рисунок 1.1 – Спеціалізація галузі рослинництва у ТОВ «Наша Україна»

Земельні угіддя є основним засобом виробництва сільськогосподарської продукції. Важливою особливістю землі, як основного

засобу є те, що при правильному її використанні, вона не тільки не погіршує, а навпаки покращує свої властивості. Покращення використання землі – важливий фактор підвищення врожайності всіх культур, підвищення у землі гумусу, зменшення відсотків ерозії.

Обсяги виробництва продукції рослинництва формуються виходячи з наявних у користуванні господарства площ землекористування. Як видно із рис. 1.1. основну частину у структурі посівних площ займають зернові культури. Аналіз частки кожної культури у структурі посівних площ (рис. 1.2), дав змогу встановити площу яку вони займають (табл. 1.1).

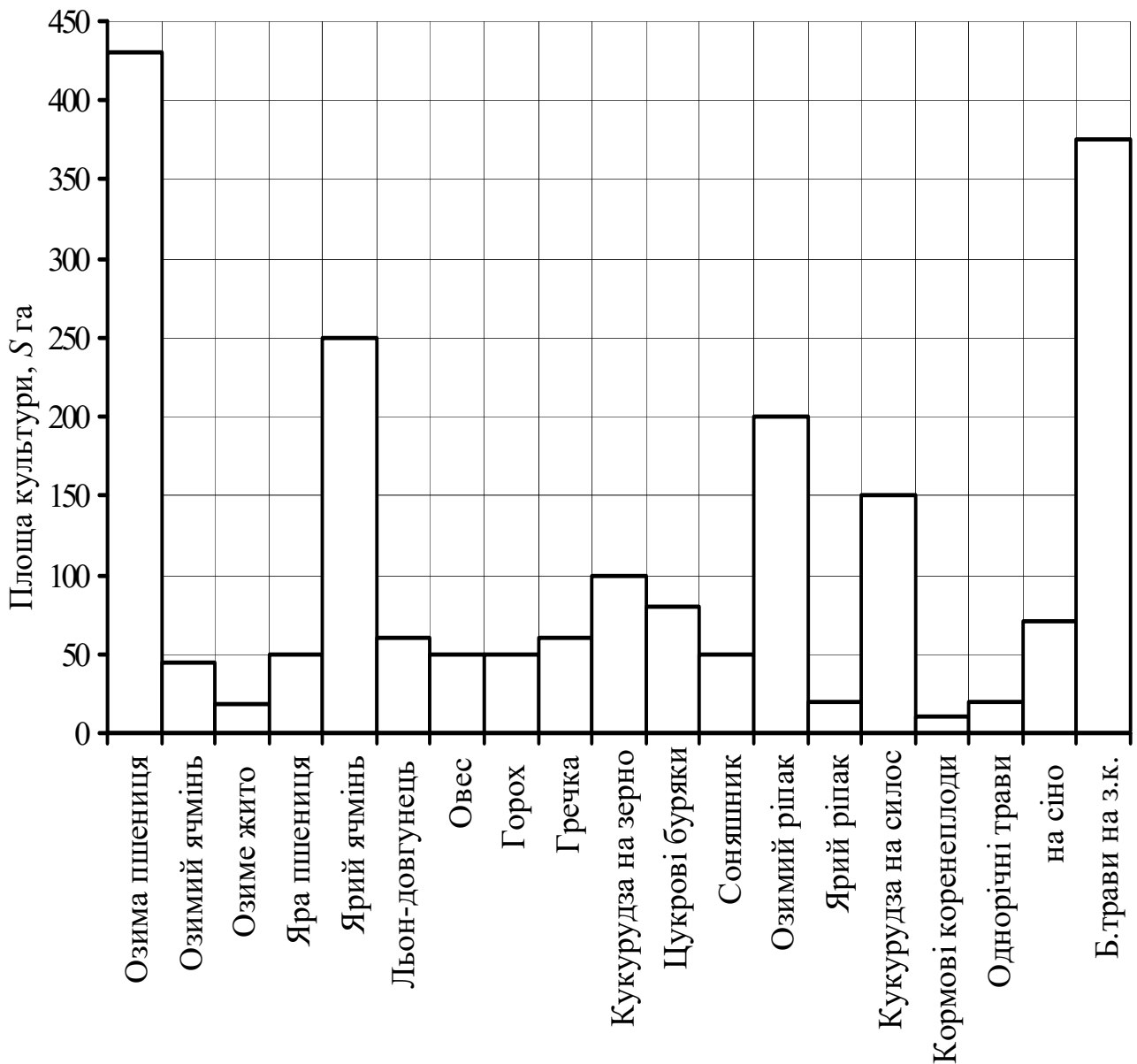


Рисунок 1.2 – Структура посівних площ ТОВ «Наша Україна»

Більшу частину земельного фонду підприємства займає рілля, щодо багаторічних насаджень то вони займають досить малу частину площ – 3%. Це свідчить про повне використання ріллі для посіву сільськогосподарських культур.

Таблиця 1.2 – Площа сільськогосподарських культур у ТОВ «Наша Україна» (2022 р.)

№ з/п	Назва сільськогосподарської культури	Площа, га	Урожайність, ц/га	Валовий збір, т
1	2	3	4	5
1	Озима пшениця	430	25	1075
2	Озимий ячмінь	45	26	117
3	Озиме жито	18	22	39.6
4	Яра пшениця	50	22	110
5	Ярий ячмінь	250	21	525
6	Льон-довгунець	60	8	480
7	Овес	50	28	140
8	Горох	50	20	100
9	Гречка	60	12	72
10	Кукурудза на зерно	100	45	450
11	Цукрові буряки	80	200	1600
12	Соняшник	50	15	75
13	Озимий ріпак	200	15	300
14	Ярий ріпак	20	10	20
15	Кукурудза на силос	150	150	2250
16	Кормові коренеплоди	10	250	250
17	Однорічні трави	20	20	40
18	Б.трави на сіно	70	20	140
19	Б.трави на з.к.	376	90	-

Як видно із табл. 1.2, ТОВ «Наша Україна» спеціалізується на вирощуванні зернових культур, загальна площа ярих становить – 53 %.

### 1.3. Аналіз стану парку сільськогосподарських машин

Для виконання механізованих робіт рільництва у ТОВ «Наша Україна» використовують тракторний парк, який складається із 22 тракторів сільськогосподарського призначення, а також одного бульдозера та екскаватора. Відсоток гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення становить 14 % та 86 % відповідно (рис. 1.3).

Необхідно зазначити, що 75% тракторів відпрацювали свій моторесурс і є застарілими (табл. 1.3) (рис. 1.3). Це зумовлює довготривалість виконання технологічних операцій через усунення технічних несправностей що відображається на своєчасності механізованих процесів рільництва, а відтак і на врожайності культур.

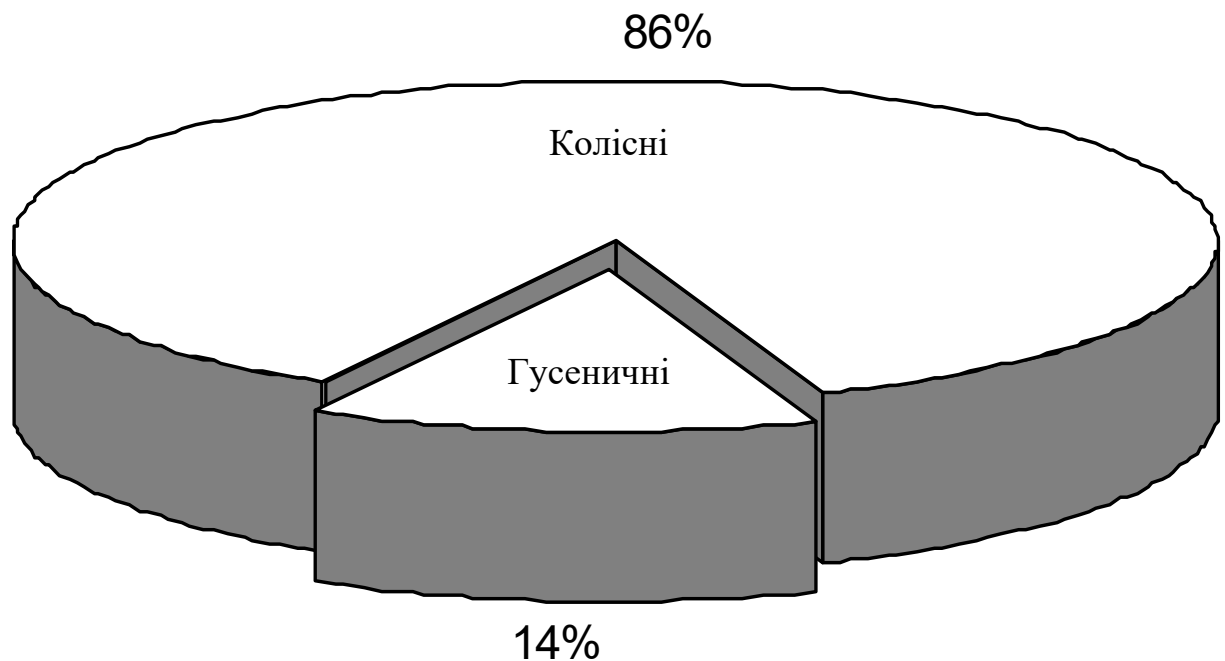


Рисунок 1.3 – Відсоток кількості гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення у ТОВ «Наша Україна»

Таблиця 1.3 – Склад тракторного парку ТОВ «Наша Україна»  
(2022 р.)

№ з/п	Марка трактора	Кількість, од
1	2	3
1	ДТ-75	1
2	Т-70С	2
3	К-700	1
4	Т-150К-05	2
5	Т-150К-09	1
6	ЯМЗ-236	1
7	МТЗ-80	3
8	МТЗ-82	5
9	ЮМЗ-6АКЛ	2
10	ЮМЗ-8271	2
11	Т-40	1
12	Т-16	1
13	екскаватор	1
14	бульдозер	1

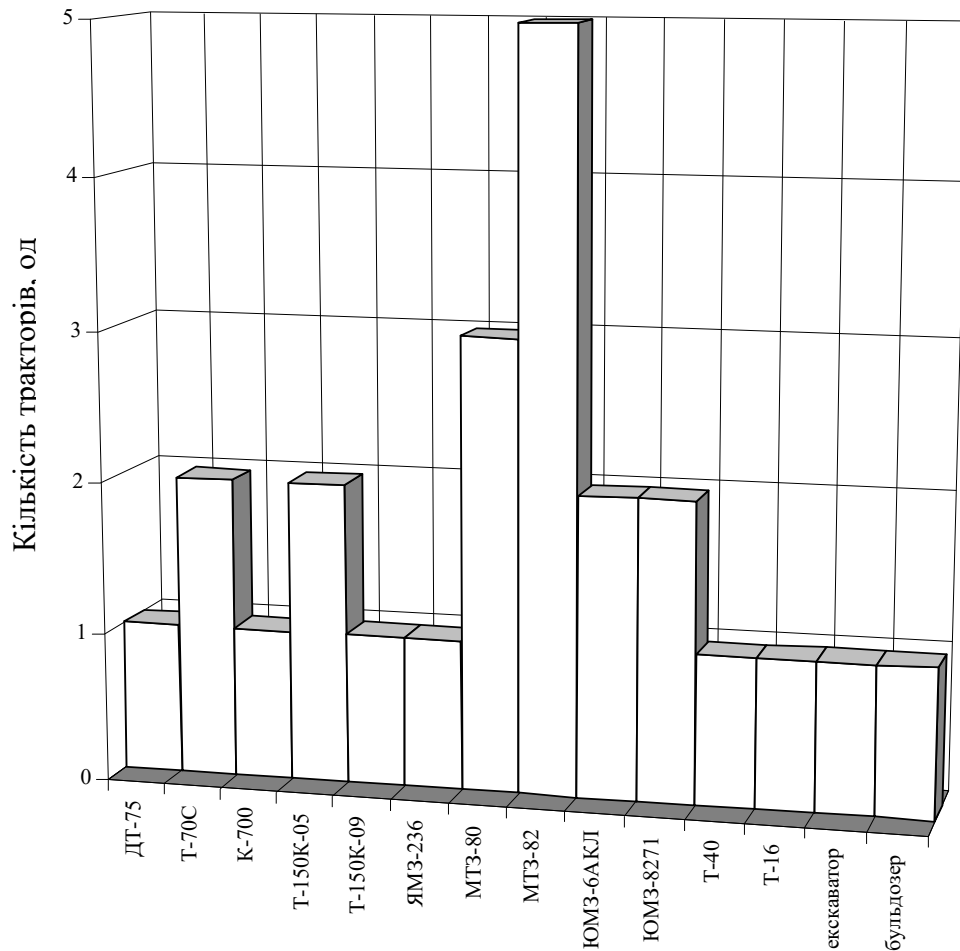


Рисунок 1.4 – Наявність тракторів у ТОВ «Наша Україна»



Для підтримання їх у роботоздатньому стані виконуються періодичні технічні обслуговування і ремонти. Для виконання процесу механізованого вирощування культур тракторний парк підприємства має достатній шлейф сільськогосподарських машин і знарядь (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Склад парку сільськогосподарських машин ТОВ «Наша Україна»

№ з/п	Назва сільськогосподарської машини	Кількість
1	2	3
Зернозбиральні комбайни		
1	СК-5	5
2	Дон-1500	1
Буракозбиральні комбайни		
3	КС-6Б	2
4	Підокпувач буряків	1
Гичкозбиральна машина		
5	БМ-6	2
Доочисник коренів		
6	Буряконавантажувач СПС-4.2	1
Кормозбиральна техніка		
7	КСС-100	1
Жниварки		
8	ЖРБ-4.2	1
Культиватори		
9	УСМК-5.4	3
10	КРН-5.6	1
Дискові борони		
11	БДТ-7	2
Сівалки		
12	Мультикорн	1

Продовження табл. 1.4

1	2	3
	Обприскувачі	
13	ОП-2000	1
	Зерноочисна машина	
14	ЗАВ-20	1
15	ЗАВ-10	1
16	Сушарка зерна	1
	Зчіпки	
17	СП-11	3
	Котки кільчасто-шпорові	
18	ЗККШ-6	4
	Автомобілі	
19	бортові	2
20	самоскиди	14

В ТОВ «Наша Україна» працює тракторна бригада із гаражами для автомобілів та ремонтна майстерня (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Матеріально-технічна база ТОВ «Наша Україна» (2022 р.)

№ з/п	Назва показника	Кількість
1	2	3
1	Тракторні бригади	2
2	Ремонтні майстерні	1
3	Нафтогосподарство	2
4	Кузні	2
5	Станки токарні	2

Продовження табл. 1.5.

1	2	3
6	Станки фрезерні	1
7	Електрозварювальні агрегати	3
8	Пневмокомпресори	2

В ремонтній майстерні виконуються ТО і ремонти тракторів, автомобілів і іншої сільськогосподарської техніки. На цей час ремонтна майстерня оснащена устаткуванням що відпрацювало свій ресурс, існуюче обладнання є фізично і морально застарілим.

#### 1.4. Обґрунтування теми дипломного проекту

В ТОВ «Наша Україна», що знаходиться в у Дубенському районі Рівненської області району на даний час льон-довгунець, не вирощують. Незважаючи на це до 1994 року дане господарство було одним з лідерів серед підприємств, що займалися вирощування даної культури.

Тому беручи до уваги той факт, що в господарстві зберегли фахівців та частково техніку, я хотів би запропонувати відновити вирощування льону-довгунця в даному господарстві, оскільки кліматичні умови та якість та властивості ґрунту підходять для великих та якісних врожаїв. Крім цього неподалік проходить автомагістраль та залізничне сполучення, що позначається на збуті продукції.

Аналіз економічних показників льоносіючих господарств показує, що затрати на виробництво льонопродукції складають 20000 – 30000 грн./га. При цьому грошові надходження можуть досягати 70000 – 85000 грн/га, що свідчить про рентабельність галузі. Такий рівень грошових надходжень і рентабельності в льоносіючій зоні Полісся і Прикарпаття не забезпечує жодна інша сільськогосподарська культура. Тому зростає інтерес господарств до вирощування льону-довгунця.

## 2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ

### 2.1. Підготовка льонозбирального агрегату до роботи

#### *Підготовка агрегатів до роботи*

1. Підготовку агрегату до роботи, включно з підготовкою трактора, складанням агрегату, регулюванням робочих органів на майданчику і обкатку машини, проводить тракторист, що обслуговує агрегат, під керівництвом механіка.

Підготовка трактора.

2. Встановлюють тиск в шинах коліс: задніх – 0,1 МПа;

передніх – 0,17 МПа.

3. Встановлюють ширину колії коліс трактора 1400...1600 мм симетрично щодо подовжньої осі трактора.

4. Встановлюють причіпний пристрій на тракторі і регулюють висоту причіпної скоби так, щоб вона була на 100...150 мм нижче за вісь валу відбору потужності.

*Складання агрегату.*

5. З'єднують комбайн з трактором. Сниця і картер льонокомбайна повинні спиратися на підніжки, подовжувач сніці вставляють в прямокутний отвір сніці без фіксації, а телескопічний карданний вал встановлюють в коротке положення. Встановлюють необхідну довжину ходу телескопічної частини карданного валу (в межах 150...200 мм) шляхом висунення або всунення в всередину подовжувача сніці (виконується повільним переміщенням трактора), після чого остаточно фіксують положення подовжувача щодо сніці штирем з шплінтом. Відкидають в транспортне положення підніжку картера, декілька піднімають гідросистемою трактора причіпну скобу (до карданного валу), відкидають в транспортне положення підніжку і знов повертають в початкове положення причіпну скобу.

6. Приєднують шланги від гідроциліндра підйому брального апарату безпосередньо до отворів для підключення виносного гідроциліндра трактора.

7. Перевіряють справність гідросистеми. При випробуванні гідросистеми переконуються у наявності достатньої кількості масла в гідросистемі і відсутності протікань масла в шлангах і з'єднаннях.

8. Обкатують машину на місці протягом 30 хв. Обкатку починають з мінімальних обертів. Вал відбору потужності включають плавно. Під час обкатки спостерігають за правильністю ходу ременів, стрічки транспортера вороху, ланцюгів поперечного транспортера, відсутністю зачіпання робочих органів за огорожі і інше.

9. Зчіплюють комбайн з тракторним причепом для вороху. Після зчеплення переконуються в надійності з'єднання та за допомогою штиря зашплінтовують його.

*Регулювання робочих органів:*

Брального апарату.

10. Встановлюють подільники так, щоб їх носики розташовувалися на одному рівні з відстанню між сусідніми носиками  $380+20$  мм. При крайньому нижньому положенні брального апарату вони повинні знаходитися на  $30...50$  мм від поверхні майданчика.

Бічні направляючі прутки підгинають так, щоб вони розташовувалися по дотичній до шківів бралок і роликів над їх площиною, відстань між кінцями прутків біля входу в струмок бралки повинна бути  $20... 40$  мм. Дільники повинні вільно підійматися вгору до упору і опускатися вниз під власною вагою.

11. Перевіряють установку ременів бралок. Ремені бралок повинні розташовуватися в одній площині, зсув, що допускається, не більш 5 мм. Натягнення ременів повинне бути достатнім для забезпечення терблення стебел і роботи без того, що пробуксує. Ремені натягують натяжниками шківа бралки і каретки з роликами, заздалегідь ослабивши болти кріплення їх

повзунів до кронштейнів секцій бралок. Силу натягнення ременів перевіряють за допомогою динамометра, при зволіканні їх неодруженої гілки з силою 100 Н, стріла прогинання повинна бути 15...20 мм.

12. Встановлюють положення верхнього ролика бралки щодо шківів. При нормальному положенні зазор між ременями і шківом бралки по лінії, що сполучає центри шківів і верхнього ролика, повинен бути 10...15 мм (рис. 2.1.).

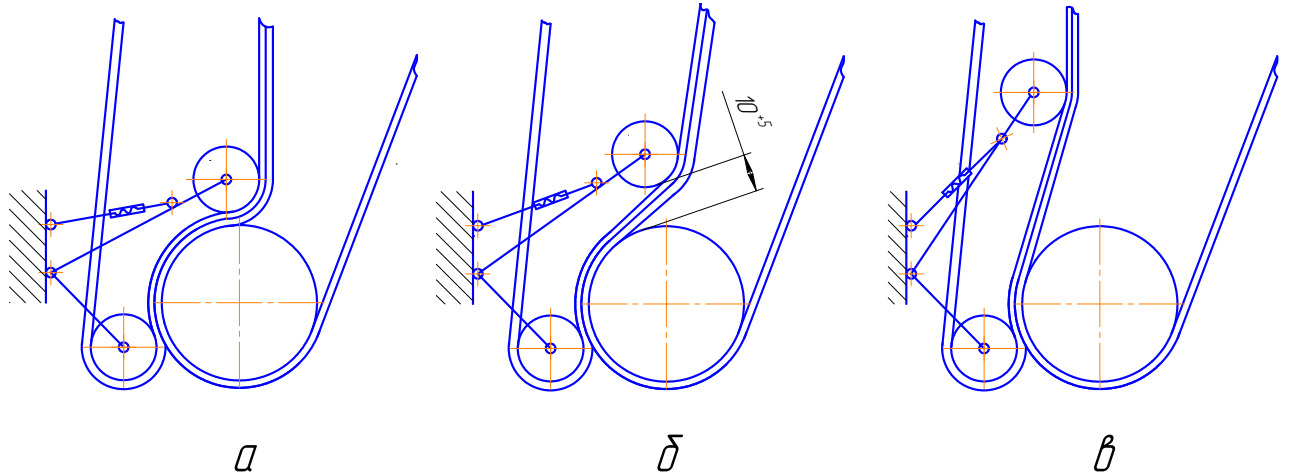


Рисунок 2.1 – Схема розташування верхнього теревільного ролика:  
а, в – неправильно; б – правильно.

13. Перевіряють зазори між щитками на виході із струмків бралок в канал поперечного транспортера. Вони повинні бути не менше 20 мм, при цьому кромки щитків не повинні перекривати ремені бралок.

Поперечний транспортер.

14. Натягують ланцюги поперечного транспортера за допомогою натяжників так, щоб холоста гілка мала стрілу прогинання 25... 35 мм. Обидва натяжника натягують без перекосів зірочки.

15. Перевіряють нахил пальців, він повинен складати  $25^\circ$  назад від перпендикуляра до ланцюга. У разі потреби прокручують ломиком уручну карданний вал і трубою підгинають пальці над зірочкою.

Затискний транспортер.

16. Регулюють натягнення і хід ременів. Виступ одного ременя повинен входити в западину іншого, а кромки ременів співпадати. Натяг

ременя повинне бути достатнім для роботи без пробуксовування. Хід ременів перевіряють при обертанні карданного валу від трактора при невеликих оборотах.

Обчісувачий апарат.

17. Відкривають кришки камери очісування, обертаючи вручну за гребені барабан за напрямом очісування, переконуються в легкості його обертання, відсутності зачіпань дисків і гребенів за дно і стінки камери очісування, відсутності намотувань. Перевіряють зуби гребенів, погнуті виправляють, при цьому зуби повинні знаходитися в одній площині, а зазори між ними зменшуватися по ходу руху стебел льону. Перевіряють надійність кріплення протинамотувальних щитків до гребенів і корпусів підшипників до дисків барабана, при необхідності підтягають кріпильні болти.

18. Регулюють довжину тяги ексцентрика залежно від довжини стебел льону, ретельно закріплюють її двома гайками на кронштейні. Після закінчення цього регулювання підводять до гребенів на відстань 10...20 мм задню стінку камери очосу. Після чого уручну повертають за гребені барабан і переконуються у тому, що зуби і лопаті не зачіпають за камеру очосу.

Транспортер вороху.

19. Натягують ланцюг приводу переміщенням заспокоювача.

20. Натягують стрічку транспортера переміщенням підпружинених корпусів підшипників ведених валів.

## 2.2. Технологічні особливості процесу комбайнового збирання льону-довгунця

Як показує досвід, збирати льон краще одночасно двома-трьома льонокомбайнами, що рухаються уступом один за другим. При такій організації роботи зручніше вивозити ворох з поля, потрібно менше транспортних засобів, скорочуються простої агрегатів, полегшується

технічний догляд за машинами. Після кожного проходу в двох напрямках льонокомбайни рекомендується зупиняти на поворотних смугах на 1 – 2 хв, очищати їх від намотувань і забивань стеблами і розрівнювати ворох в причепах.

Слід уникати зупинок вздовж загінки, оскільки комбайни, що працюють з розстиланням льону, при зупинці скидатимуть з розстельного щита на землю солому, що накопичилася, товстим шаром, в якому вона погано вилежується і при вологій погоді псується.

Під час збирання довгостебельного льону частина коробочок проходить поза зоною дії гребенів барабана. Тому, щоб зменшити втрати насіння і розтягненість стебел в стрічці, усунути їх перекиє при виході з камери, апарат бражки піднімають якомога вище, але так, щоб коренева частина льону не зачіпала за картер машини. Зуби гребенів відводять у бік верхівкової частини стебел залежно від їх довжини.

Короткостебельний льон комбайни очісують не повністю, оскільки його насінні коробочки знаходяться в камері очісування дуже близько від ременів затискного транспортера або потрапляють між ними. Для поліпшення якості очісування і зменшення втрат насіння при збиранні короткостебельного льону висоту терезіння встановлюють мінімальною, а зуби гребенів очісуючого барабана підводять ближче до ременів затискного транспортера. При цьому необхідно пам'ятати те, що при прокручуванні барабана уручну ці зуби, відведені назад тягою ексцентрика, повинні проходити не ближче 2 см від задньої стінки камери очосу. Стінку відводять назад впритул до затискного транспортера і надійно закріплюють.

Льон з невеликим ступенем вилягання прибирають при русі агрегату в одному напрямі проти вилягання або під деяким кутом до нього. При прибиранні полеглого льону комбайном стебла розчісуються і вирівнюються, при цьому частина стебел, що підіпріли і спутаних, відходить в путаніну. В результаті стрічки і снопи мають майже такий же вигляд, як при прибиранні прямостоячого льону.



Сильно переплутаний і полеглий льон прибирають комбайном без очосу, тобто з відключеним обчісуючим барабаном.

Тереблять полеглий льон на пониженій швидкості, але при підвищених обертах валу відбору потужності. Ворох з полеглою льону не можна залишати в тракторних причепах до наступного дня, оскільки значна кількість вологої путанини може призвести до псування насіння [16, 18, 21].

Для покращення захоплення полеглою льону ременями брального апарату висоту тереблення встановлюють якнайменшою, а дільників розташовують так, щоб їх носки підхоплювали стебла. Для кращого теребління полеглою льону подовжують також регулятор верхнього ролика бралки кожної правої напівсекції, що збільшує зону обхвату ременями шківів і тим самим покращує затискання стебел і висмикування їх з ґрунту. Зуби гребенів барабана відводять від затискного транспортера. Щоб уникнути забивань транспортера оберемка путанини, його встановлюють під кутом до горизонту, який не повинен перевищувати  $20^\circ$ . Ремені бралок і ланцюги поперечного транспортера натягують сильніше, ніж при роботі на прямостоячому льоні.

При збиранні комбайном полеглою льону постійно необхідно стежити за станом стебел на поперечному транспортері. Навіть при незначній їх затримці над якою-небудь секцією агрегат потрібно відразу зупинити, оскільки щільне забивання усувати набагато важче. Скупчення стебел на поперечному транспортері часто виникає через нависання льону, що витеребляє, на трубах приводу секцій бралок. Усувати ці нависання можна тільки після зупинки комбайна.

На виникнення забивань поперечного транспортера впливає нахил його пальців. У нормальному Положенні вони відхилюють від перпендикуляра до довжини ланцюга на  $25^\circ$  проти напрямку свого руху. При забиваннях транспортера відбувається додатковий відгин пальців, що приводить до незадовільного захоплення і транспортування стебел, що поступають з секцій брального апарату. У раніше займане положення їх

повертають за допомогою відрізка труби, відгортаючи в місці зіткнення ланцюга з натяжною зірочкою. Не можна відхилювати пальці на кут менше  $25^\circ$ , інакше вони затягуватимуть стебла з поперечного транспортера. Зазори між щитками на виході з секцій бралок встановлюють не менше 20 мм.

Механізатори ТОВ «Наша Україна» запропонували і використовували пристосування, що дозволяє значно знизити утворення намотувань і забивання робочих органів комбайна. Пристосування є гладким порожнистим циліндричним катком діаметром 200-300 мм і завдовжки 1000-1200 мм, що причіплюється до комбайна безпосередньо за секціями брального апарата. Каток накочується на звисаючі стебла льону, стягує їх і не дає можливості поступати в канал поперечного транспортера. Викладені вище регулювання і пристосування дозволяють знизити простої льонокомбайнів при збиранні полеглого льону в 2-3 рази, підвищити продуктивність праці на 25-30%.

Механізаторами було підмічено, що при збиранні полеглого і засміченого льону комбайнами ЛК-4А забивання поперечного транспортера в основному відбувається через те, що між рядами голок транспортера дуже велика відстань. Стебла, що опинилися в порожнині між голками і витягнулися уздовж рядів голок, не захоплюються останніми. Близьке розташування голок збільшує частоту їх дії на стебла і тим самим зменшує забивання робочих органів комбайна.

Тому на льонокомбайнах господарства замість трьох рядів голок поперечного транспортера було встановлено чотири. Комбайн з таким переобладнанням працював без забивання.

При збиранні прорідженого льону необхідно зменшити зазори між зубами гребенів обчісуючого барабана комбайна. Це досягається збільшенням числа зубів на кожному гребені з 26 до 30 з видаленням прокладок між зубами в кінці барабана.

У господарстві для збирання полеглого перекрученого льону механізатори зменшують кут дільника комбайна; до щитка, що захищає карданний вал, додали огорожу ще на 30 см; на підшипники гребінок обчісуючого барабана наварили протівонамоточніс кільця. Це дозволяє підвищити продуктивність льонокомбайну за важких умов збирання.

Для скорочення простоїв при очищенні поперечного транспортера і полегшення очищення було збільшено зазор між поперечним транспортером і секціями апарату бралки, при повороті ручки пристосування платформа поперечного транспортера пересувається, збільшуючи зазор. Затиснені стебла льону і бур'янів звільняються і легко викидаються. На очищення комбайна при цьому витрачається 5-6 хв.

Для зменшення втрат вороху і насіння в нижній частині обчісуючої камери вирізають отвори, під якими на рамі комбайна закріплюють вивідний лоток. До рами додатково приварюють два гачки для закріплення мішка. Щоб утримати мішок, на комбайні споруджують спеціальний майданчик з тонколистової сталі і косинця. Після заповнення мішка комбайнер висипає з нього в причіп ворох і насіння.

### 2.3. Агротехнічні вимоги до технологічного процесу збирання льону-довгунця

1. Поля, призначені для роботи льонокомбайнів, повинні бути очищеними від каміння і чагарників, мати вирівняний мікрорельєф і контури, ухил допускається не більше  $10^0$ .

#### 2. Характеристика льону в період збирання:

довжина стебел, см	40...140
товщина стебел, мм	0,6...2,8
кількість стебел на $1 \text{ м}^2$ , шт.	800...3000
висота зони розташування насінєвих	
коробочок на стеблостої, см	до 50

невирівненість стебел на корені	не більше 1,2 рази
вилягання стеблостою при роботі з в'язкою в снопи	не нижче за 3 бали
засміченість посівів бур'янами %	не більше 30

3. Чистота брання при збиранні льонокомбайном %:

на прямостоячому льоні (4...5 балів)	не менше 99
на полеглому льоні (2 бали)	не менше 95

4. При збиранні прямостоячого і злегка полеглого льону (не нижче за 3 бали) льонокомбайн повинен забезпечувати наступні показники якості виконання технологічного процесу:

чистота обчісування %	не менше 98
відхід стебел льону в плутанину %	не більше 3
кількість пошкоджених стебел, що впливають на вихід волокна (відкритий злам,, розрив продуктивної частини) %	не більше 5

5. При роботі льонокомбайна з в'язкою снопів забезпечують:

тугу в'язку льоноснопа	
розташування перев'ясла %	не нижче 90
розтягненість снопа, раз	не більше 1,4
нев'язь снопів %	не більше 3

розташування перев'ясла від корення  $1/3...1/2$  довжини снопа.

6. При роботі льонокомбайна в розстил стрічка повинна бути прямолінійною, рівномірною, без переплутування і підгортання. Перекіс стебел і кут їх перехрещення в стрічці не повинен перевищувати  $20^\circ$ . Накладення однієї стрічки на іншу не допускається.

7. Не допускається роз'єднання шлангів гідросистеми, якщо вони знаходяться під тиском, а також робота при несправній гідросистемі або за наявності течі масла.

8. Перед відчепленням комбайна від трактора опускають підніжку на сніці і позаду картера.

## 2.4. Проектування операційної карти технології збирання льону-довгунця

Вихідні дані для розрахунку виробничого процесу збирання льону-довгунця і складання операційної карти наступні:

розміри поля-довжина  $L = 1000$  м, ширина  $C = 650$  м, ухил місцевості  $i = 2\%$ , віддаль перевезення вороху 3км, коефіцієнт опору кочення трактора  $f = 0,15$ .

Характеристика основного агрегату – марка трактора – ЮМЗ-8271, марка с.-г. машини – ЛК-4А, ширина захвату –  $b_k = 1,52$  м, вага трактора –  $G_{тр} = 31,5$  кН, с.-г. машини –  $G_m = 20$  кН, затрати потужності на привід –  $N_{ВП} = 6,5$  кВт, швидкість руху агрегату  $V_p = 6...10$  км/год.

Характеристика допоміжного агрегату – марка трактора МТЗ-80, марка с.-г. машини – 2ПТС-4, номінальна вантажопідйомність  $Q = 4$  т.

Агротехнічні вимоги до виконання операції:

1. чистота вибирання при 1...5 класі полеглих стебел – 99 %;
2. чистота обчисування – не менше 98 %;
3. втрата насіння – 5 %;
4. стрічка має бути прямолінійною, рівномірною за товщиною, без розривів та сплутування;
5. розтягнутість стебел у стрічці не більше як у 1,2 рази;
6. перекид стебел і кут їх перехрещування в стрічці – до  $20^\circ$ ;
7. засміченість посівів бур'янами – до 25 %.
8. Обґрунтування режимів роботи машинно-тракторного агрегату.

Технологічно допустима швидкість руху агрегату для збирання льону-довгунцю становить 6-10 км/год [16, 18, 21]. За тяговою характеристикою трактора МТЗ-82 вибираємо 1, 2, 3 передачі (табл. 2.1) [10].

Визначаємо питомий тяговий опір машинно-тракторного агрегату для трьох передач за формулою:

$$K = K_0 \left[ 1 + (V_p^* - V_0) \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (2.1)$$

де  $K_0$  – опір агрегату, кН/м;

$V_p^*$  – робоча швидкість на кожній передачі, км/год;

$V_0$  – швидкість, яка відповідає опору агрегат;

$\Delta C$  – темп приросту питомого тягового опору, %,

Таблиця 2.1 – Тягові показники трактора МТЗ-82

Режими експлуатації	Показники	Передачі		
		1	2	3
При $P_{кр} = 0$	$V_x$ , км/ГОД	8,0	9,4	11,6
	$N$ , об/хв	1800	1795	1790
	$G_T$ , кг/ГОД	3,3	3,4	3,5
При $N_{кр} = N_{кр. max}$	$N_{кр. max}$ , кВт	27,2	29,0	28,6
	$P_{кр}$ , кН	16,1	13,9	11,2
	$V_p$ , км/ГОД	6,1	7,5	9,2
	$\delta$ , %	21,0	16,5	13,0
	$\omega$ , с <sup>-1</sup>	1720	1630	1610
	$G_T$ , кг/ГОД	11,4	11,4	11,6
При $P_{кр. max}$	$N_{кр}$ , кВт	18,1	19,9	25,5
	$P_{кр. max}$ , кН.	17,6	16,3	13,7
	$V_p$ , км/ГОД	3,7	4,4	6,7
	$\delta$ , %	30	22,5	16,2
	$\omega$ , с <sup>-1</sup>	1500	1120	1160
	$G_T$ , кг/ГОД	10,6	10,2	10,9

отже,

$$K_1 = 4,5 \left[ 1 + (9,2 - 5) \frac{3,0}{100} \right] = 5,1 \text{ кН/м};$$

$$K_2 = 4,5 \left[ 1 + (7,2 - 5) \frac{3,0}{100} \right] = 4,8 \text{ кН/м};$$

$$K_3 = 4,5 \left[ 1 + (6,1 - 5) \frac{3,0}{100} \right] = 4,6 \text{ кН/м}.$$

Повний опір МТА визначаємо за формулою

$$R_A = K \cdot b_K (G_M + G_{np} + G_B) \cdot \frac{i}{100} + R_{np}, \quad (2.2)$$

де  $b_K$  – ширина захвату льонокомбайна, м;

$G_M$  – вага льонокомбайна, кН;

$G_{np}$  – вага причепа, кН;

$G_B$  – вага вороху в причепі, кН;

$i$  – ухил місцевості, %;

$R_{np}$  – опір приводу на ВВП, кН;

$$R_{np} = \frac{0,159 \cdot N_{ВВП} \cdot i_{mp} \cdot \eta_{nr}}{r_K \cdot n_n \cdot \eta_{ВВП}}, \quad (2.3)$$

де  $N_{ВВП}$  – потужність, яка передається через ВВП трактора, кВт;

$i_{mp}$  – передаточне число трансмісії;

$\eta_{nr}$  – механічний к.к.д. трансмісії

$r_K$  – радіус кочення, м;

$n_n$  – частота обертання колінчастого вала,  $s^{-1}$ ;

$\eta_{ВВП}$  – механічний к.к.д. передачі потужності від двигуна до ВВП

тоді,

$$R = \frac{0,159 \cdot 6,5 \cdot 68 \cdot 0,81}{0,324 \cdot 36,7 \cdot 0,95} = 5,1 \text{ кН}.$$

Отже,

$$R_{a1} = 5,1 \cdot 1,52 + (20 + 17,5 + 20) \frac{2}{100} + 5,1 = 14,0 \text{ кН};$$

$$R_{a2} = 4,8 \cdot 1,52 + (20 + 17,5 + 20) \frac{2}{100} + 5,1 = 13,5 \text{ кН};$$

$$R_{a3} = 4,6 \cdot 1,52 + (20 + 17,5 + 20) \frac{2}{100} + 5,1 = 13,2 \text{ кН};$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля за формулою

$$\eta_{m.3x} = \frac{R_a}{R_{кр}^n - G_n \frac{i}{100}}, \quad (2.4)$$

де  $P_{кр}^n$  – номінальне тягове зусилля на гаку трактора, кН.

Тоді,

$$\eta_{m.3_1} = \frac{14,0}{11,2 - 20 \cdot \frac{2}{100}} = 1,2;$$

$$\eta_{m.3_2} = \frac{13,5}{13,9 - 20 \cdot \frac{2}{100}} = 0,9;$$

$$\eta_{m.3_3} = \frac{13,2}{16,1 - 20 \cdot \frac{2}{100}} = 0,84;$$

За значенням коефіцієнта використання тягового зусилля і продуктивності агрегату вибираємо 2 передачу з робочою швидкістю 7,5 км/год.

Визначаємо коефіцієнт використання номінальної потужності двигуна

$$\eta_{0в} = \frac{N_{кр}}{N_{ен}}, \quad (2.5)$$

де  $N_{кр}$  – тягова потужність двигуна, кВт;

$N_{ен}$  – номінальна потужність, кВт.



## 2.5. Підготовка поля до роботи

1. Поля, призначені для збирання льонокомбайнами, очищають від чагарників, великого каміння і інших перешкод, що вимагають об'їзду. Вони не повинні мати гребенів або борозен, бути по можливості вирівняними, краще всього прямокутної конфігурації. До полів повинні бути під'їзні шляхи, що забезпечують можливість проїзду до них комбайнового агрегату і від'їзду тракторних причепів з ворохом до сушильного пункту.

2. Великі поля (площею більше 15...20 га) повинні бути розбиті на загінки, що забезпечують роботу 1...3 льонозбиральних агрегатів на 1...3 дні.

Між загінками роблять проходи шириною 3 м для льонокомбайнів при роботі з в'язкою снопів і 6 м при роботі з розстелянням стрічки. Напрямок проходів повинен співпадати з напрямом оранки. На кінцях загінки роблять поворотні смуги шириною 12 м, якщо немає можливості розвороту агрегату за межами поля. Ширина проходу по краю поля повинна бути не менше 2-3 м (рис. 2.2).

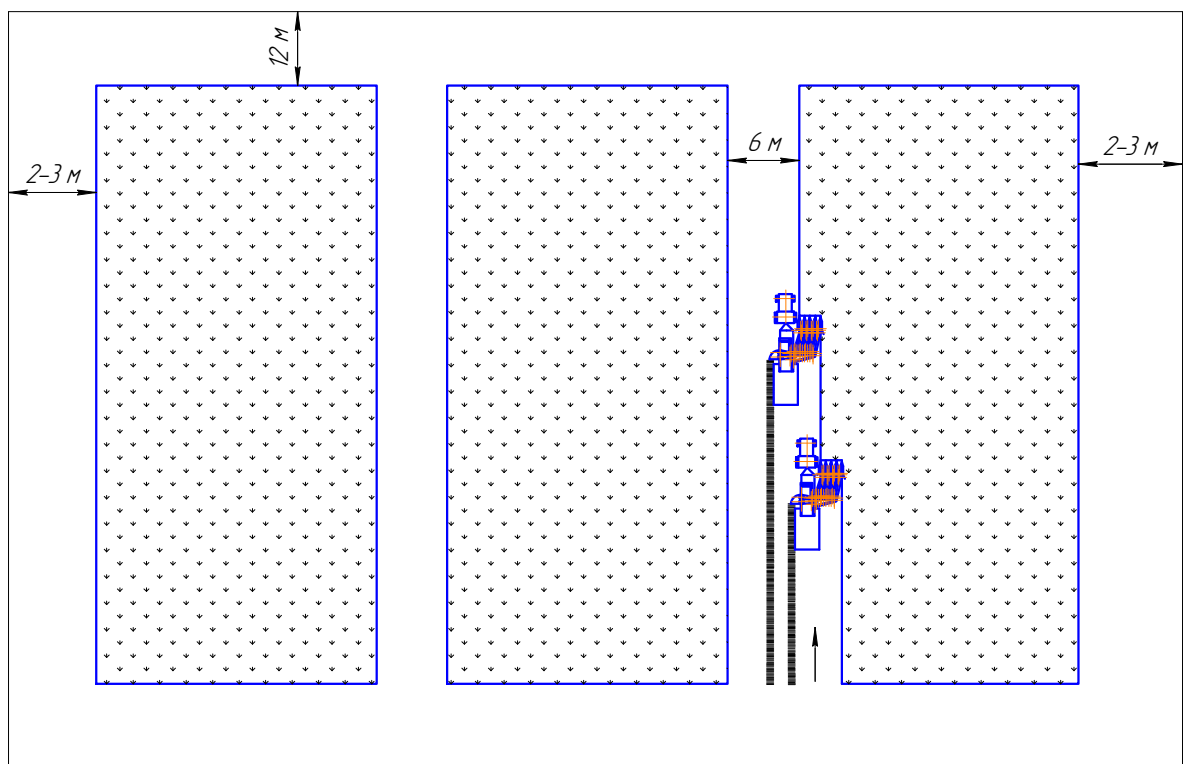


Рисунок 2.2 – Схема підготовки ділянок до збирання і рух льонозбиральних агрегатів при груповій роботі.

3. Проходи і поворотні смуги роблять за 2...3 дні до роботи льонокомбайнів, льонобралками ТЛН-1,5А. При великих полях їх доцільно залишати наперед під час сівби льону-довгунця, засіваючи потім зернобобовими культурами, які скошують перед збиранням.

Відстань між загінками вибирають з урахуванням довжини гону (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Ширина та площа загінки в залежності від довжини гону

Показник	Довжина гону, м				
	200	400	600	800	1000
Ширина загінки, м	70	100	130	160	200
Площа загінки, га	1,4	4,0	7,8	12,8	20,0

4. Льонозбиральні агрегати працюють в загінках тільки уздовж довгих її сторін, проїжджаючи вхолосту поперечні сторони. Доцільно працювати спочатку у бік розширення проходу, а потім з протилежних сторін загінки, щоб уникнути зайвих холостих переїздів.

## 2.6. Організація роботи агрегатів в загінці

### Робота агрегатів в загінці

1. Груповий спосіб роботи: по 2...3 комбайни на одній загінці, рухомих уступом один за одним або на сусідніх загінках. Останній варіант доцільний при збиранні полеглої льону і невеликих загінках з тим, щоб при вимушених зупинках одного з комбайнів не заважати працювати іншим.

2. Зупинки льонокомбайну при роботі з розстелянням стрічки на гоні не рекомендуються, оскільки це призводить до розриву стрічки, що розстиляється.

3. Розрівнюють ворох в причепі і очищають робочі органи від намотувань при зупинках агрегату в кінцях загінки. Тракторні причепа для вороху міняють в одному кінці загінки, де є зручний під'їзд до поля.

4. Льонокомбайн випробовують в полі на прямостоячому льоні і рівному рельєфі ґрунту на швидкостях руху 3...4 км/год при роботі з в'язкою снопів і 5...6 км/год при роботі в розстил. При першому заїзді регулюють при необхідності запобіжну муфту і проводять технологічні регулювання залежно від умов роботи згідно Пружину сигнально-запобіжної муфти підтягають тільки в тому випадку, якщо вона спрацьовує при включенні в роботу на льоні або на самому початку забивання поперечного транспортера.

#### Транспортні засоби

1. Тракторні причепа з ворохом від льонокомбайну перевозять трактором, що спеціально виділяється, закріпленим за одним або групою працюючих льонокомбайнів.

2. Тракторні причепа з метою максимального використання вантажопідйомності повинні бути обладнані суцільними надставними бортами (окрім переднього), всі щілини повинні бути ущільнені.

3. Кількість тракторів і причепів для перевезення вороху повинна забезпечувати безперебійну роботу льонокомбайнів і може бути визначено з таблиць (табл.2.3, 2.4) залежно від кількості одночасно обслуговуваних льонокомбайнів, їх продуктивності в змінний час і дальності перевезень.

Таблиця 2.3 – Необхідна кількість тракторів і причепів для перевезення лляного вороху від одного льонокомбайна

Відстань перевезення, км	Продуктивність льонокомбайна, га/год				
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
1	2	3	4	5	6
1	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2

## Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6
3	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
5	1/2	1/2	1/2	1/2	2/3
6	1/2	1/2	1/2	2/3	2/3
7	1/2	1/2	2/3	2/3	2/3
8	1/2	1/2	2/3	2/3	2/3
9	1/2	1/2	2/3	2/3	2/3
10	1/2	2/3	2/3	2/3	2/3

Таблиця 2.4 – Необхідна кількість тракторів і причепів для перевезення лляного вороху від двох льнокомбайнів

Відстань перевезення, км	Продуктивність льнокомбайна, га/год				
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
1	2	3	4	5	6
1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
2	1/3	1/3	1/3	1/4	1/4
3	1/3	1/3	1/4	1/4	1/4
4	1/3	1/4	1/4	1/4	2/6
5	1/3	1/4	1/4	2/6	2/6
6	1/3	1/4	2/6	2/6	2/6

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5	6
7	1/4	1/4	2/6	2/6	2/6
8	1/4	1/4	2/6	2/6	2/6
9	1/4	2/6	2/6	2/6	2/6
10	1/4	2/6	2/6	2/6	3/8

Потрібна кількість тракторів (у чисельнику) і причепів (у знаменнику) для перевезення льняного вороху від одного льонокомбайну.

Розрахунок в таблицях проведений при середніх значеннях швидкості руху трактора з причепом 10 км/год, маси вороху в причепі 2 т, виходу сирого вороху з гектара 1,6 т/га, часу розвантаження одного причепа 0,2 год, часу від'єднання причепа від комбайна і зчеплення його з трактором 0,1 год. Як найменша кількість причепів – три на два рядом працюючих льонокомбайни при послідовному включенні їх в роботу і відстані перевезення 1...6 км при продуктивності від 0,4 до 1,2 га/год. При груповій роботі льонокомбайнів і одночасному перевезенні декількох причепів потрібна менша кількість тракторів.

## 2.7. Контроль і оцінка якості роботи льонозбирального агрегату

Якість роботи льонокомбайну оцінюють на основі чотирьох показників: 1. втрати стебел при бранні; 2. втрати насінневих коробочок при обчісуванні; 3. пошкодження стебел; 4. якості укладання стрічки.

При визначенні цих показників використовують дані з характеристик льону, що збирається на ділянці (акт обстеження поля), а у разі великих розбіжностей з актом – з скорегованих характеристик у момент збирання.

Визначають втрати стебел при бранні льону-довгунцю. На ділянці, на якій вже вибрані стебла, не менше ніж в трьох місцях накладають рамку площею 0,5 м<sup>2</sup> і підраховують в ній кількість стебел, що не вибрані, заввишки більше 15 см. По середньому числу з трьох замірів, користуючись таблицею (табл. 2.5), визначають втрати стебел у відсотках.

Таблиця 2.5 – Втрати стебел при вибиранні льону-довгунцю, %

Густота стеблостою, шт./м <sup>2</sup>	Кількість невибраних стебел в рамках							
	6	8	10	12	14	16	18	20
До 1000	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
1000...1100	1,1	1,45	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6
1100...1200	1,0	1,35	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4
1200...1300	0,92	1,25	1,5	1,8	2,15	2,5	2,8	3,0
1300...1400	0,85	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8
1400...1500	0,8	1,05	1,3	1,6	1,85	2,1	2,4	2,6
1500...1600	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,2	2,5
1600...1700	0,7	0,95	1,2	1,4	1,65	1,9	2,1	2,4
1700...1800	0,66	0,89	1,1	1,3	1,55	1,8	2,0	2,2
1800...1900	0,63	0,85	1,05	1,25	1,5	1,7	1,9	2,1
1900...2000	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

Визначають втрати насінневих коробочок при очісуванні. На довжині 50 м гону, де вже вибрані стебла, беруть без вибору з різних місць стрічки або 100 стебел, зі снопів, знімають і підраховують насінні коробочки, що залишилися на них. Величину втрат насіння у відсотках визначають, користуючись даними таблиці (табл. 2.6).

Пошкодження стебел визначають шляхом узяття 100 стебел із вибраної стрічки або снопів на довжині гону 50 м із виділенням з них стебел

з відкритим зломом і з обривом продуктивної частини. Перерахувавши кількість цих стебел, одержують величину пошкоджень у відсотках.

Таблиця 2.6 – Втрати насіння із знятих з вибраних стебел насінневих коробочок, %

Кількість коробочок на 100 стебел до теробліття	Кількість насінневих коробочок, що зняті із 100 вивибраних стебел										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
100...110	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
110...120	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9
120...130	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	8,8
130...140	0,75	1,5	2,2	3,0	3,8	4,5	5,2	6,0	6,8	7,5	8,2
140...150	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7
150...160	0,65	1,3	1,9	2,6	3,2	3,8	4,5	5,2	5,8	6,5	7,2
160...170	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6
170...190	0,55	1,1	1,65	2,2	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5	6,0
190...210	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
210...230	0,45	0,9	1,35	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9
230...250	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4
250...300	0,35	0,7	1,0	1,4	1,75	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	3,8
300...350	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3

Якість укладання стрічки оцінюють візуально на підставі досвіду, що існує в господарстві. Для вищої оцінки можна керуватися наступними ознаками:

1. прямолінійністю розстеленої стрічки;
2. перпендикулярністю наряду розстилання стебел в стрічці;
3. відсутністю на стрічці вивантажених куп стебел, продуктів очищення комбайна або льняного вороху.

Якість роботи льонокомбайну оцінюють за десятибальною системою на основі семи показників із таблиці (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Оцінка якості роботи льонокомбайна із розстиланням стрічки

№ з/п	Показник	Нормативи показників якості при умовах теребління, %		Бал
		сприятливих	несприятливих	
1	Втрати стебел при бранні	До 1 1,1...2 Понад 2	До 3 3,1...7 Понад 7	2 1 0
2	Втрати насінневих коробочок при очісуванні	До 2 2,1...5 Понад 5	До 5 5,1...8 Понад 8	2 1 0
3	Пошкодження стебел	До 5 5,1...7 Понад 7	До 7 7,1...10 Понад 10	2 1 0
4	Укладання стрічки	Відповідає повністю агро вимогам. Наявні незначні розриви Не відповідає агро вимогам		4 2 0

Умови збирання вважаються сприятливими для льонокомбайнів ЛК-4Т і ЛКВ-4Т, якщо на полі відсутні ділянки повністю полеглої льону і висота стеблостою 50...110 см. Нахил стебел від вертикалі не перевищує 20°. Для льонокомбайнів ЛК-4А і ЛКВ-4А сприятливі умови вважаються при висоті стеблостою 40...140 см і нахилі стебел від вертикалі не більш 45°.

Залежно від кількості набраних балів роботу оцінюють: на відмінно – 10...9 балів; добре – 8...7 балів; задовільно – 6...5 балів; незадовільно (частковий брак) – 4 бали і нижче.

У разі значного перевищення встановлених допусків на втрати насінних коробочок, при неякісному укладанні стрічки (більше однієї купи вивантажених стебел або оберемка на довжині гону 300 м) роботу бракують незалежно від оцінки її за іншими показниками.



### 3. УДОСКОНАЛЕННЯ БРАЛЬНОГО АПАРАТА ЛЬОНОКОМБАЙНА ЛК-4А

#### 3.1. Будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності удосконалення конструкції

При комбайновому збиранні льону затискні паси льонокомбайна розплющують стебла в середній частині, яка потім вилежується швидше верхньої і прикореневої. Розплющена пасами комбайна середня частина стебел на стрічках трести чітко виділяється світлою смугою. До закінчення процесу вилежування ця частина стебел перележується, знижуючи міцність, а отже, і якість трести.

Для усунення розплющування стебел комбайн регулюють, а саме: на легких ґрунтах, коли льон вибирається з невеликим зусиллям, паси брального апарата послаблюють і, навпаки, на важких у суху пору паси натягують сильніше. Однак таке регулювання буває недостатнім.

Стебла льону найбільше перетискаються в бральному апараті при надмірному натягуванні пасів силою тиску верхнього і нижнього натискних роликів. Причиною такого натягування бральних пасів є пробуксовування їх на бральних шківках. Щоб це усунути, на кожний ведучий бральний шків наклепують по дві смужки прогумованого паса довжиною 470, шириною 38 і товщиною 5 мм. Стички смужок розміщують діаметрально протилежно, а заклепки – у шаховому порядку. За такого обладнання ведучих бральних шківів зменшується ймовірність пробуксовування завдяки підвищенню коефіцієнта тертя між шківками та бральними пасами. Це забезпечує повну чистоту вибирання льону при незначному натягуванні бральних пасів за допомогою верхнього натискного ролика і разом з тим дає змогу значно зменшити перетискання стебел (рис. 3.1).

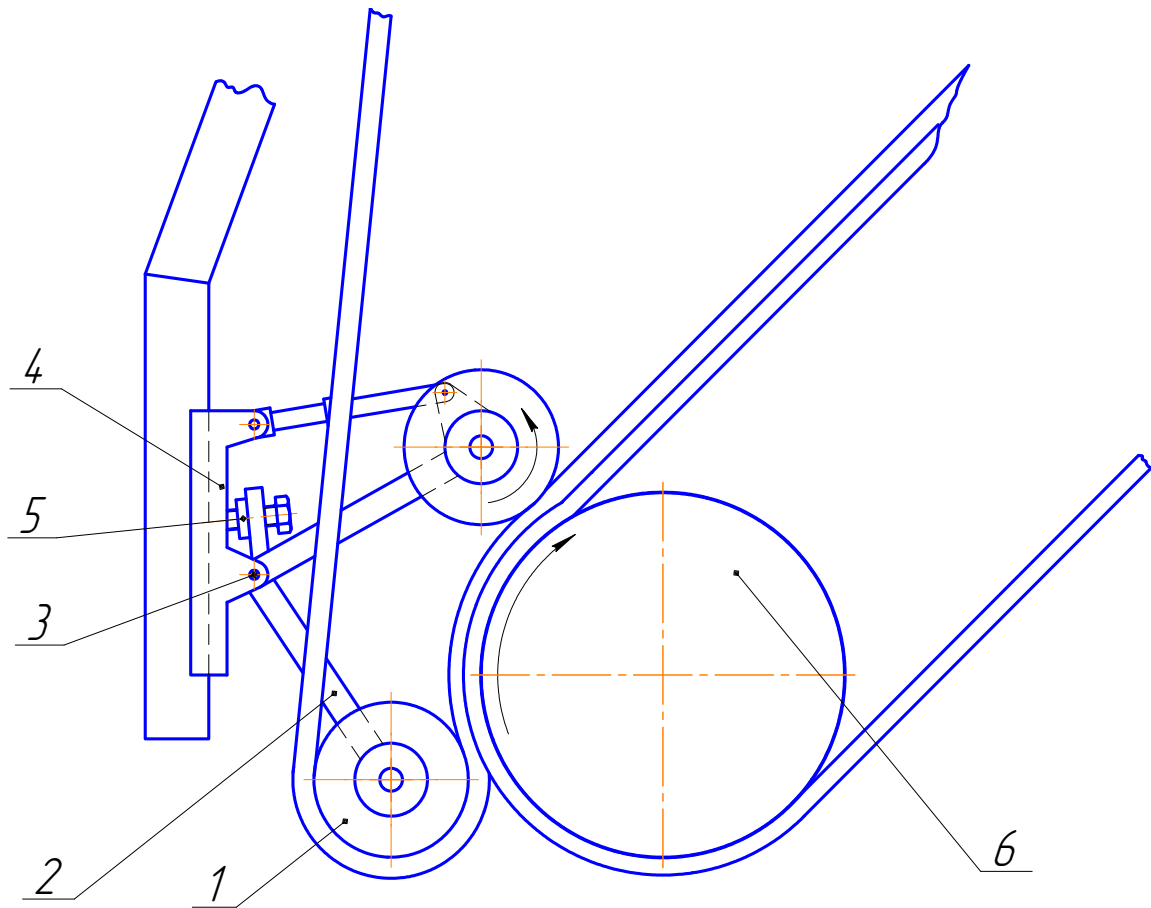


Рисунок 3.1 – Схема удосконалення механізму притискання нижнього натискного ролика до брального шківa для усунення перетискання стебел цим роликом: 1 – нижній натискний ролик; 2 – подовжений важіль; 3 – вісь; 4 – повзун; 5 – болт упорний; 6 – бральний шків.

Завдяки наклепуванню на ведучі бральні шківa прогумованих пасів їх діаметр збільшується до 150 мм, а швидкість бральних пасів – до 3,3 м/с (проти 3,08 м/с до наклепування), що може призвести до забивання поперечного транспортера, якщо він рухається з попередньою швидкістю. Для узгодження швидкості руху бральних пасів із рухом поперечного транспортера збільшують швидкість його на 0,75 м/с. Це досягається заміною в ланцюговій передачі привода поперечного транспортера ведучої зірочки з 12 на зірочку з 14-15 зубцями з відстанню між ними 25,4 мм.

Таке переобладнання дає змогу уникнути травмування стебел верхнім натискним роликом, але не усуває перетискання нижнім, оскільки заводською конструкцією не передбачено його регулювання. Надмірний

тиск нижнього натискного ролика на бральний шків призводить до розплющування лляних стебел знизу.

Щоб уникнути перетискання стебел льону-довгунцю нижнім натискним роликом, необхідно послабити його тиск на бральні паси, удосконаливши кріплення. Для цього важіль 2, на якому кріпиться нижній натискний ролик 1, подовжують, приварюючи відповідну пластину і в кінці подовженої частини просвердлюють нарізний отвір, у який загвинчують упорний болт 5, щоб він впирався в повзун 4. За допомогою цього болта нижній натискний ролик 1 відводять від брального шківя 6 так, щоб поміж бральними пасами на початку їх руху відстань була 2...3 мм. Це вимагає відповідного регулювання упорних болтів. Таким переобладнанням брального апарату перетискання в ньому лляних стебел зводиться до мінімуму.

Стебла льону-довгунцю під час збирання льонокомбайнами пошкоджуються не лише в бральному апараті, але й у затискному транспортері очісувального апарата, який складається з двох фігурних пасів. Останні часто сповзають з шківів, тому їх рух має нестабільний характер. При сповзанні фігурних пасів вони випуклими смугами стискаються один з одним, внаслідок чого стебла, які проходять між ними, перетискання і навіть розплющуються.

Щоб уникнути сповзання фігурних пасів затискного транспортера і усунути стискання їх випуклими смугами, заводські ролики (верхній натяжний і нижній підтримуючий) замінюють на спеціально виготовлені.

Верхній натяжний ролик виготовляють з бортиками висотою 23 см. Для цього виточують відповідного розміру кільце, яке запресовують або приварюють до заводського ролика. Нижній підтримуючий ролик виготовляють з хвилястою поверхнею, за профілем фігурного паса.

Важливо правильно змонтувати нижній фігурний ролик, щоб фігурні паси стабільно рухалися випуклими смугами в заглибленнях і не було тертя пасів об балку.

### 3.2. Розрахунок технологічних і конструктивних параметрів

#### 3.2.1. Розрахунок вала ведучого шківів брального апарату

Вал розраховуємо як балку на шарнірних опорах. Для розрахунку приймаємо перерізи, в яких діють максимальні напруження і можливе виникнення концентрацій напружень. Власною вагою вала при розрахунках нехтуємо.

Вихідні дані для розрахунку.

Матеріал вала: Сталь 45;

$[\sigma_b]$  – межа витривалості, МПа;  $[\sigma_b] = 750$  МПа;

$[\tau_{.1}]$  – межа кручення, МПа;  $[\tau_{.1}] = 135$  МПа.

Проводимо приблизний розрахунок вала по крутному моменту на привідному шківу [13, 14]

$$M_{кр} = \frac{N}{\omega}, \quad (3.5)$$

де  $N$  – потужність, яка передається на вал, кВт;

$\omega$  – кутова швидкість обертання вала,  $c^{-1}$ .

$$\omega = \sqrt{\frac{V}{r}}, \quad (3.6)$$

де  $V$  – швидкість обертання вала, м/с;

$r$  – радіус шківів, м.

Отже,

$$\omega = \sqrt{\frac{3,06}{0,18}} = 4,1 c^{-1}$$

Тоді,

$$M_{кр} = \frac{3,15 \cdot 10^2}{4,1} = 768 \text{ Нм}$$

Діаметр вала визначаємо за формулою

$$d \geq \sqrt{\frac{M_{кр}}{0,2[\tau_k]}}, \quad (3.7)$$

де  $[\tau_k]$  – напруження кручення, МПа;  $[\tau_k] = 35$  МПа.

Підставивши значення отримаємо

$$d \geq \sqrt{\frac{768}{0,2 \cdot 35}} = 22,5 \text{ мм.}$$

Оскільки, вал під шків послаблюється наявністю шпонкової канавки приймаємо  $d = 28 \text{ мм}$ .

Діаметр вала під підшипники опор приймаємо 32 мм. Так як вал послаблюється в найбільш небезпечних місцях зварними з'єднаннями тоді остаточний діаметр вала приймаємо рівним 46 мм.

Складаємо розрахункову схему вала та будуємо епюри згинальних та крутних моментів.

Для визначення реакції опор визначаємо попередній натяг шківа

$$F_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{z \cdot V \cdot C_\alpha} + \theta V^2, \quad (3.8)$$

де  $P$  – потужність, кВт;

$V$  – швидкість обертання, м/с;

$C_p$  – коефіцієнт режиму роботи,  $C_p = 1,1$ ;

$C_L$  – коефіцієнт враховуючий довжину паса,  $C_L = 1,02$ ;

$C_\alpha$  – коефіцієнт кута обхвату,  $C_\alpha = 1,0$ ;

$z$  – кількість пасів;

$\theta$  – коефіцієнт який враховує відцентрову силу,  $\theta = 0,3 \text{ Нс}^2/\text{м}^2$ .

Підставивши значення отримаємо

$$F_0 = \frac{850 \cdot 3,15 \cdot 1,1 \cdot 1,02}{1 \cdot 4,1 \cdot 1} + 0,3 \cdot 4,1^2 = 658 \text{ Н.}$$

Тоді сума моментів відносно опори А

$$\sum M_A = 0;$$

$$F_0 \cdot 45 + P \cdot 925 + X_B \cdot 1900 = 0.$$

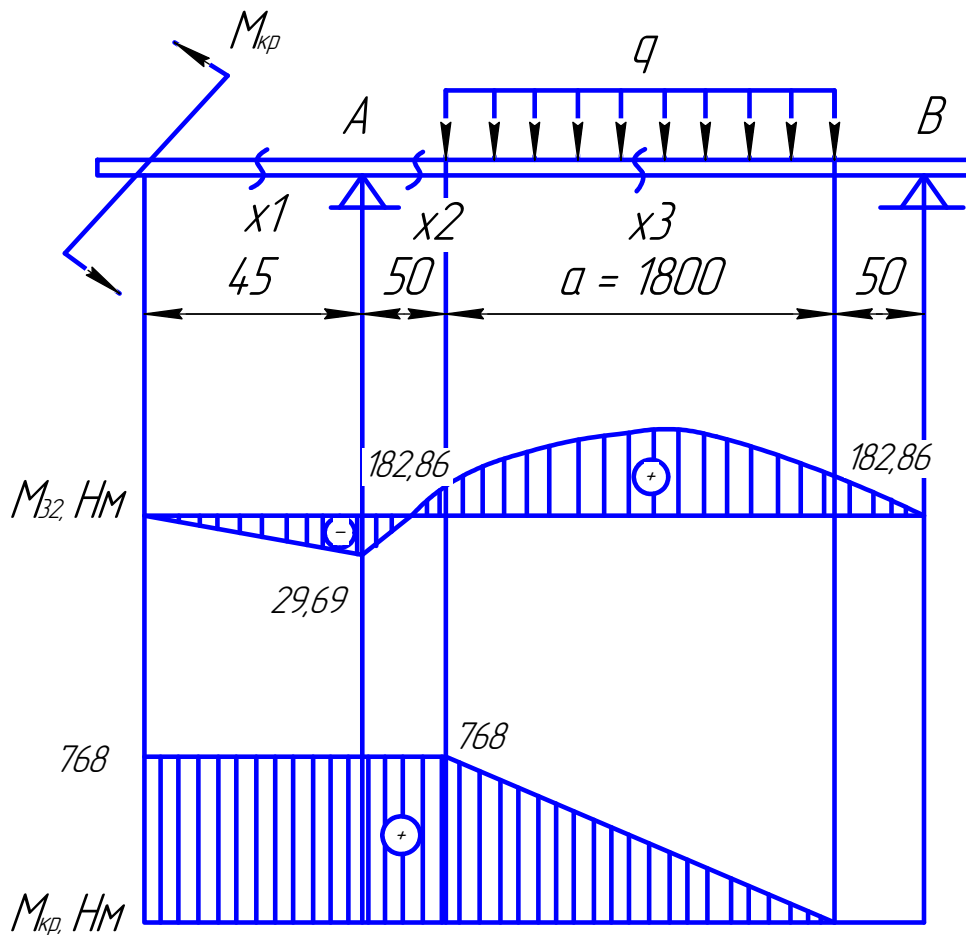


Рисунок 3.2 – Епюра згинальних та крутних моментів, що діють на вал шківів брального апарата.

Тоді,

$$X_B = \frac{-F_0 \cdot 45 - P \cdot 925}{1900}.$$

Підставивши значення отримаємо

$$X_B = \frac{-658 \cdot 45 - 500 \cdot 925}{1900} = -259 \text{ Н.}$$

Сума сил, що діють на вісь Y

$$\sum Y = 0$$

$$X_A + X_B = F_0 + \frac{P}{a},$$

де  $X_A$  – реакція опори А, Н;

$X_B$  – реакція опори В, Н.

Звідси,

$$X_A = F_0 + q - X_B.$$

Підставивши значення отримаємо

$$X_A = 658 + 227,8 - (-259) = 1195 \text{ Н.}$$

Визначаємо моменти в різних перерізах:

$$M_{X1} = F_0 \cdot 0,045;$$

$$M_{X1} = 658 \cdot 0,045 = 29,61 \text{ Нм};$$

$$M_{X2} = F_0 \cdot 0,095 - X_A \cdot 0,050;$$

$$M_{X2} = 658 \cdot 0,095 - 1195 \cdot 0,050 = 122,26 \text{ Нм};$$

$$M_{X3} = X_B \cdot 950 + (q \cdot 900) \cdot 450;$$

$$M_{X3} = -250 \cdot 950 + (277,8 \cdot 0,9) \cdot 0,45 = -133,54 \text{ Нм};$$

Визначаємо сумарний згинальний момент за формулою

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{M_{\text{зг}}^2 + 0,75M_{\text{кр}}^2} \quad (3.9)$$

Отже,

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{-133,54^2 + 0,75 \cdot 768^2} = 678,4 \text{ Нм}$$

Тоді діаметр вала визначаємо за формулою

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16M_{\text{сум}}}{\pi[\tau_k]}} \quad (3.10)$$

Звідси,

$$\tau_k = \frac{16M_{\text{сум}}}{\pi d^3}.$$

Підставивши значення отримаємо

$$\tau_{\kappa} = \frac{16 \cdot 678,4}{3,14 \cdot 0,046^3} = 35 \text{ МПа.}$$

Отже, напруження кручення рівні прийнятим заниженим допустимим напруженням. Діаметр вала приймаємо 46 мм, діаметр під підшипники проточуємо до 32 мм, а діаметр під шків клинопасової передачі до 26 мм.

### 3.2.2. Розрахунок заклепкового з'єднання брального шків

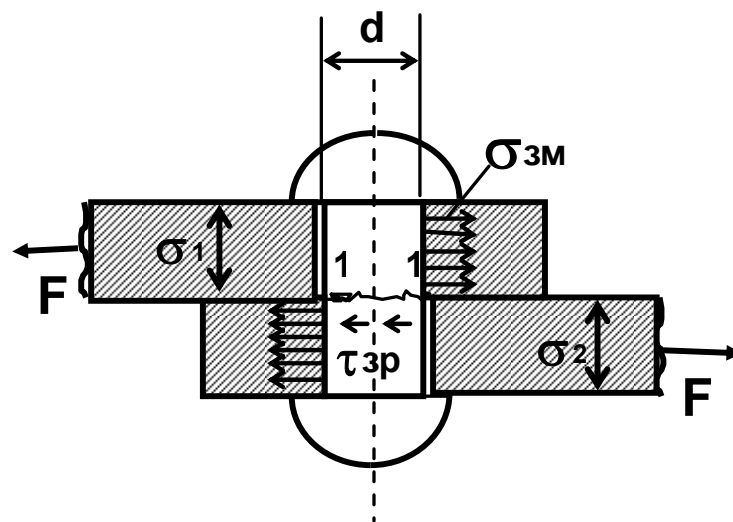


Рисунок 3.3 – Схема сил, що діють на заклепкове з'єднання ведучого шків брального апарата.

У заданій схемі навантажень виконують такі види розрахунків на міцність заклепкового з'єднання:

1. Діаметр заклепок визначаємо за умови їхньої міцності на зріз при допустимому напруженні  $[\tau]_{\text{зр}} = 140 \text{ МПа}$  [13, 14]:

$$d \geq \sqrt{4 \cdot F / (z \cdot \pi \cdot [\tau]_{\text{зр}})} \quad (3.11)$$

Сила  $F = 24 \text{ кН}$ ;  $\delta_1 = 5 \text{ мм}$ ;  $\delta_2 = 8 \text{ мм}$ ; число заклепок  $z = 12$ .



Отже

$$d \geq \sqrt{4 \cdot 24 \cdot 10^3 / (12 \cdot 3,14 \cdot 140)} = 4,26 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $d = 5 \text{ мм}$ . Відстань між заклепками згідно з рекомендаціями  $t = 3 \cdot d = 3 \cdot 5 = 15 \text{ мм}$ .

2. Перевірка міцності заклепок та з'єднувальних листів на зминання

$$\sigma_{\zeta i} = F / (z \cdot d \cdot \delta_1) \leq [\sigma]_{\zeta i} \quad (3.12)$$

отже,

$$\sigma_{\zeta i} = 24 \cdot 10^3 / (12 \cdot 5 \cdot 5) = 80 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження  $[\sigma]_{\zeta i} = 280 \text{ МПа}$ . Тобто умова (3.12)  $\sigma_{\zeta i} \leq [\sigma]_{\zeta i}$  підтверджується.

3. Перевірка міцності листа на розтяг в ослабленому перерізі

$$\sigma_{\delta} = F_1 / (\delta_1 (l - z \cdot d)) \leq [\sigma]_{\delta} \quad (3.13)$$

Перевірка на розтяг виконується для найослабленішого перерізу. Де діє сила:

$$F_1 = F - F/3 \quad (3.13)$$

отже,

$$F_1 = F - F/3 = 24 - 24/3 = 22 \text{ кН.}$$

За умовою (3.13)

$$\sigma_{\delta} = 22 \cdot 10^3 / [(38 - 2 \cdot 5) \cdot 8] = 107 \text{ МПа}$$

Порівнюємо за умовою (3.13) допустимі напруження з таблиці та отримані розрахунками [13, 14]:

$$\sigma_{\delta} = 107 \text{ МПа} < [\sigma]_{\delta} = 160 \text{ МПа}$$

Можна стверджувати, що міцність на розтяг забезпечується.

### 3.2.3. Розрахунок шпонкового з'єднання ведучого шківів брального апарату

Вихідною умовою для розрахунку шпонкового з'єднання є діаметр вала  $d = 20$  мм, згідно із стандартом вибираємо такі розміри з'єднання [13, 14]: ширина шпонки  $b = 6$  мм; висота  $h = 6$  мм; глибина паза на валу  $t_1 = 3,2$  мм і у маточині шківів  $t_2 = 2,8$  мм.

Для сталевих колес та різко змінного навантаження беремо допустиме напруження змінання  $[\sigma]_{\text{зі}} = 100$  МПа.

Потрібну робочу довжину шпонки визначаємо за формулою

$$l_0 = \frac{2 \cdot T}{[d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma]_{\text{зі}}]}; \quad (3.14)$$

отже,

$$l_0 = \frac{2 \cdot 130 \cdot 10^3}{[20 \cdot (6 - 3,5) \cdot 100]} = 52 \text{ мм.}$$

Повна довжина шпонки

$$l = l_0 + b \quad (3.15)$$

тоді,

$$l = 52 + 6 = 58 \text{ мм.}$$

Згідно стандарту вибираємо довжину  $l = 63$  мм.

Отже, в заданому з'єднанні можна застосувати призматичну шпонку, відповідними розмірами  $6 \times 6 \times 63$  мм (ГОСТ 23360-78).

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Моделювання травмонебезпечних ситуацій

При проведенні будь-якого технологічного процесу безпека праці виконавця має найважливіше значення [7, 12].

Можливими травмонебезпечними чинниками при внесенні мінеральних добрив є: 1) механічне ураження рухомими частинами машини; 2) несправність органів керування, гальм; 3) недотримання правил поведінки з отрутохімікатами; 4) несправність системи вентиляції кабіни; 5) відмова одного з вузлів енергозасобу; 6) несправність або відмова вузлів обприскувача; 7) недотримання правил техніки безпеки при обприскуванні; 8) алкогольне сп'яніння виконавця (-ців).

Одним із методів оцінки реальності небезпеки є метод моделювання процесу виникнення травм та аварій.

Метод логічного моделювання процесів формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків доцільно застосовувати для аналізу існуючих або потенційних небезпек, що виявлені при обстеженні робочих місць, окремих марок машин, агрегатів, а також різних споруд будівель, виробничих процесів і технологій. Але, як показали дослідження, будь-яка аварія може бути наслідком однієї або багатьох потенційно небезпечних ситуацій. Тому метод логічного моделювання не може бути застосований для моделювання складних аварій і катастроф (табл. 4.1).

Аналіз моделей процесів формування й виникнення аварій, травм показав, що вони повністю імітують усі процеси та явища, що беруть участь у їх зародженні й виникненні.

У зв'язку з цим, моделі, що отримали назву „дерево відмов техніки і помилок оператора” можна назвати імітаційними. А оскільки виникнення кожної наступної події знаходять шляхом логічного аналізу попередніх, то

для кращого розуміння суті таких моделей, їх також називають логічно-імітаційними.

Таблиця 4.1 – Аналіз умов формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій в процесі централізованого внесення добрив

Вид робіт	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезп. ситуац.
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Регулювання механізмів під час працюючого двигуна	Пасова передача немає кожуху НУ	Можливий контакт із обертовими частинами НД	Захват одягу тракториста НС	Травма	Регулювання необхідно виконувати при вимкненому двигуні
Модель процесу $\text{НУ} \longrightarrow \text{НД} \longrightarrow \text{НС} \longrightarrow \text{Т}$					
Вхід та вихід тракториста із кабіни	Відсутня запобіжна огорожа НУ	Втрата рівноваги НД	Падіння тракториста НД	Травма	Встановлення огорожі
Модель процесу $\text{НУ} \longrightarrow \text{НД} \longrightarrow \text{НС} \longrightarrow \text{Т}$					

#### 4.2. Розрахунок стійкості агрегату до перекидання

Під час руху машинно-тракторного агрегату по криволінійній траєкторії виникає доцентрова сила  $P_v$ , що діє на нього у напрямку вік центра повороту. Якщо вчасно не знизити швидкість, то внаслідок бічного заносу коліс може виникнути перекидання (рис. 4.1) [12].

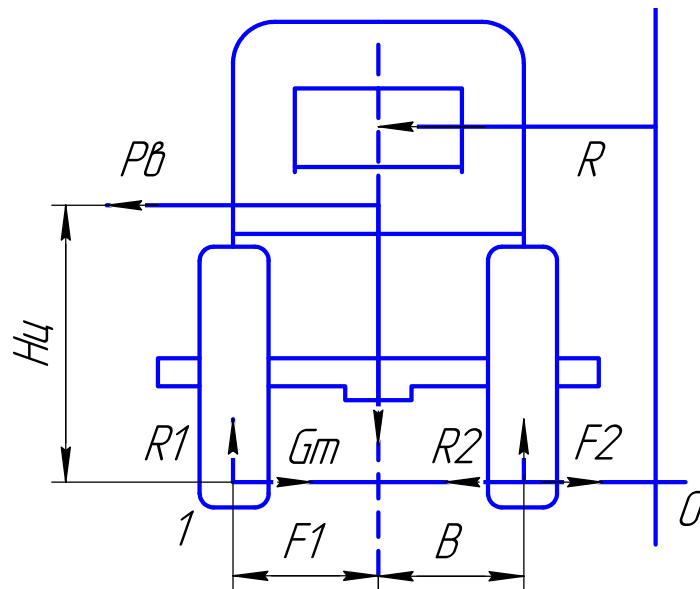


Рисунок 4.1 – Схема сил, що діють на трактор на повороті:  $H_{ц}$  – висота центра ваги трактора, м;  $У$  – ширина колії, м;  $g$  – прискорення вільного падіння,  $м/с^2$ ;  $G_m$  – маса трактора, кг;  $R$  – радіус повороту, м;  $V$  – швидкість руху, м/с.

Початок перекидання відповідає рівності моментів сил, що діють на агрегат щодо точки перекидання 1. У цей момент відцентрову силу можна формалізувати наступним чином:

$$P_B = \frac{G_m \cdot V^2}{g \cdot R} \quad (4.1)$$

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

$$V_{max} = \sqrt{\frac{B \cdot R \cdot g}{2h_{ц}}} \quad (4.2)$$

$$V_{max} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot R \cdot 9,8}{2 \cdot 1,15}} = \sqrt{7,67R}.$$

Якщо трактор рухається по дорозі з поперечним нахилом, то з умови рівноваги сил, що діють на нього відносно осі, що проходить через точки опори правих коліс можна записати з врахуванням того, що на початку перекидання – нормальні реакції на лівих колесах дорівнюють нулеві:

$$G_m \cdot h_y \cdot \sin \beta = G_m \cdot \frac{B}{2} \cdot \cos \beta \quad (4.3)$$

або

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{B}{2} \cdot h_y.$$

при ширині колії 1200 мм

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1,2}{2} \cdot 1,15 = 0,69 \Rightarrow \beta = 38^\circ$$

при ширині колії 1800 мм

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1,8}{2} \cdot 1,15 = 1,035 \Rightarrow \beta = 51^\circ$$

при ширині колії 2100 мм

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2,1}{2} \cdot 1,15 = 1,21 \Rightarrow \beta = 56^\circ$$

Для трактора ЮМЗ-8271 інтервал ухилу буде коливатися в межах

$$\beta_{\min} = 38^\circ, \beta_{\max} = 56^\circ.$$

Переїжджати через тунелі, мости, греблі, залізничні переїзди (якщо дозволяють габарити і вантажопідйомність) необхідно тільки на знижених швидкостях, з дотриманням усіх запобіжних заходів.

Не можна знаходитися людям на причіпних і начіпних знаряддях під час їх транспортування. При спусках і підйомах слід дотримуватися черговості проїзду, рухатися на зниженій передачі при включеній муфті зчеплення. Переводити в транспортне положення і транспортувати агрегат потрібно відповідно до заводської інструкції.

## 5. ВАРТІСНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ НА ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ КОМБАЙНОВОГО ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ

Питомі експлуатаційні витрати ( $B_{тн}$ ) СГП на функціонування льонозбирального агрегату визначають за формулою:

$$B_{тн} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \quad (5.1)$$

де  $C_1$  – оплата праці тракториста, грн/га;  $C_2$  – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га;  $C_3$  – відрахування на амортизацію трактора і сільськогосподарської машини, грн/га;  $C_4$  – відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн/га.

Питомі витрати коштів на оплату праці тракториста становить:

$$C_1 = \frac{n_1 \cdot T_1 + n_2 \cdot T_2 + \dots + n_n \cdot T_n}{W^{год}}, \quad (5.2)$$

де  $n_1, n_2, \dots, n_n$  – чисельність працівників, які обслуговують агрегат, окремо за кожною кваліфікацією (розрядом);  $T_1, T_2, \dots, T_n$  – годинна оплата праці, грн./год;  $W^{год}$  – годинна продуктивність машини, га/год;

За формулою (5.2) визначаємо питомі витрати коштів на оплату праці тракториста.

$$C_1 = \frac{1 \cdot 91,84}{0,41} = 223,99 \text{ грн/га};$$

вартість паливно-мастильних матеріалів визначається за формулою

$$C_2 = C_k \cdot Q, \quad (5.3)$$

де  $C_k$  - комплексна ціна одного кілограма палива, грн./кг.;  
 $Q$  - витрата паливно-мастильних матеріалів, кг/га.

$$C_2 = 49 \cdot 14,7 + 0,1 \cdot 310 = 751,30 \text{ грн/га}$$

Відрахування на амортизацію:

$$C_3 = \frac{K' \cdot a \cdot k}{100 \cdot S_\phi}, \quad (5.4)$$

де  $K'$  - балансова вартість трактора та с.г. машини, грн;  $a$  - відсоток відрахування на реновацію, %;  $k$  - коефіцієнт зайнятості машини на технологічних операціях збирання льону;  $S_\phi$  – фактично виконані площі, га.

Норма відрахувань на амортизацію машини приймаємо для трактора ЮМЗ-8271  $a = 15\%$  та для льонокомбайна ЛК-4А  $a = 15\%$ ; коефіцієнт зайнятості для трактора  $k_r = 0,08$  для с.г. машини  $k_r = 1$ .

для трактора

$$C_{31} = \frac{880000 \cdot 15 \cdot 0,08}{100 \cdot 60} = 176,00 \text{ грн/га}$$

для льонокомбайна

$$C_{32} = \frac{240000 \cdot 15 \cdot 1}{100 \cdot 60} = 480,00 \text{ грн/га}$$

Відрахування на поточний ремонт та технічне обслуговування визначають за формулою

$$C_4 = \frac{K' \cdot n \cdot p}{100 \cdot W^{\text{год}} \cdot T}, \quad (5.5)$$

де  $p$  - норма відрахувань на поточний ремонт та технічне обслуговування для трактора  $p = 0,099\%$  та льонокомбайна  $p = 0,05\%$ ;  $T$  - нормативне річне завантаження для трактора  $T = 1350$  год та льонокомбайна  $T = 60$  год.



Визначаємо відрахування на поточний ремонт та технічне обслуговування у варіанті без вдосконалення

для трактора

$$C_{41} = \frac{880000 \cdot 1 \cdot 0,099}{0,41 \cdot 1350} = 157,40 \text{ грн/га};$$

для льонокомбайна

$$C_{42} = \frac{240000 \cdot 1 \cdot 0,05}{0,41 \cdot 60} = 487,80 \text{ грн/га};$$

Отже визначаємо питомі експлуатаційні витрати ( $B_{\text{тн}}$ ) СГП на функціонування льонозбирального агрегату.

У варіанті без вдосконалення

$$B_{\text{тн}} = 223,99 + 751,30 + 176,0 + 480,0 + 157,40 + 487,8 = 2276,50 \text{ грн/га};$$

Отже виконання вище наведених розрахунків дає змогу встановити питомі експлуатаційні витрати коштів на виконання операції збирання льону-довгунця. Сумарна потреба у коштах для виконання операції збирання льону-довгунця у ТОВ «Наша Україна» Дубенського району Рівненської області становить 136590 грн.

Встановлені показники експлуатаційних витрат підприємства дають змогу оцінити ефективність виробництва льону-довгуню у ТОВ «Наша Україна».

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

ТОВ «Наша Україна» Дубенського району Рівненської області спеціалізується на виробництві продукції рослинництва та тваринництва, а також її реалізації.

Стратегія якої притримується підприємство, а саме надання послуг стороннім фізичним та юридичним особам з обробітку ґрунту, сівби та садіння, догляду за посівами, збиранні та після збиральної обробки зібраного врожаю, а також технічного сервісу, дозволяє йому збільшити навантаження на техніку, що сприяє отриманню максимального прибутку за умови поступового нарощування виробничої потужності та інших видів господарської діяльності.

Значну увагу при підготовці льонозбиральної техніки слід приділити регулюванню та налаштуванню робочих і допоміжних механізмів. Оскільки від них залежить продуктивність машин, якість та втрати врожаю.

Запропоноване удосконалення брального апарата льонокомбайна ЛК-4А дає можливість зменшити розплющення стебел льону-довгунця в середній частині, що запобігає нерівномірному їх вилежуванню та зниженню якості отриманої трести.

Розроблення та впровадження заходів з охорони праці шляхом попередження виникнення можливих небезпечних ситуацій, дасть змогу зменшити рівень виробничого травматизму.

Заходи, які пропонуються виконати господарству дадуть змогу зменшити викиди та поширення шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Економічні розрахунки показують, що питомі експлуатаційні затрати становлять 2276,50 грн.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Гречкосій В.Д. та ін., Довідник сільського інженера. Київ: Урожай, 1988. –360с.
2. Демчук В. Льонарство: Шляхи виходу з кризи // Пропозиція. 1999. №6. С.24-26.
3. Довідник з механізації приготування та внесення добрив / В.М. Соколов, Ю.Г. Вожик, М.К. Лінник та ін. Київ : Урожай, 1983. 152 с.
4. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В. І. Пастухова. Харків: "Веста" 2001. 347 с.
5. Експлуатація машин і обладнання: навчально-методичний комплекс [навч. посіб. Для студентів інженерних спеціальностей осв.-кваліф. Рівня «Бакалавр»] / І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін. / за ред. І.М. Бендери, В.П. Грубого, П.І. Роздорожнюка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. 576 с.
6. Євмінов А.М., Карпунець І.П. та ін. Довідник по технічних культурах. Київ : Урожай, 1989. 265с.
7. Жидецький В.Н., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2001. 349 с.
8. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ „Українські технології”, 2006. 760 с.
9. Макаєв В., Гілязетдінов Р., Сірий В. Роздільне збирання льону-довгунцю // Пропозиція. 2000. №1. С. 84-85.
10. Мельник І.П., Панченко С.І. Механізація робіт у льонарстві. Ужгород : Карпати, 1998. 134 с.
11. Механізація та експлуатація сільського господарства // Республіканський міжвідомчий науковий збірник. Київ : Урожай, 1991. №74. 79с.
12. Охорона праці / Гряник Г.М. та ін. Київ : Урожай, 1944. 272 с.
13. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин. Львів : Афіша, 2003. 560 с

14. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. Київ : Вища шк., 1993. 556 с.
15. 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.
16. Практичні поради по вирощуванню та збиранню льону-довгунця в Західному регіоні України. Магерів : Львівська державна зональна машиновипробувальна станція, 2003. 4 с.
17. Проблеми і перспективи розвитку галузей льонарства та коноплярства : (Постанова Міжнар. наук.-практ. конф., Глухів, 2009) URL: <http://www.minagro.gov.ua/> (дата звернення: 10.05.2023).
18. Ресурсозберігаюча технологія вирощування льону-довгунця / [Бараник В. Г., Голобородько П. А., Гілязетдінов Р. Н. та ін.]; за ред. П. А. Голобородька. Глухів : Ін-т луб'яних культур УААН, 2001. 31 с.
19. Розробка і дослідження льонозбирального комбайна ЛК-4А. // ВИДЛ, 1991. №36. 23 с.
20. Семирак С.В., Клап Я.А. Відродження льонарства – справа державна //Техніка АПК. 2001. №1-2. С. 35-37.
21. Сидорчук О. Переваги і недоліки механізованих технологій збирання льону / Сидорчук Олександр, Шарибура Андрій // Вісник Львівського державного аграрного університету : агроінженерні дослідження. 2004. № 8. С. 66–71.
22. Сільськогосподарські машини : підручник / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич [та ін.] ; За ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Агроосвіта, 2015. 678 с.
23. Хайліс Г. Технології збирання льону та проблеми механізації льонарства / Г. Хайліс, О. Налобіна, В. Залужний // Техніка АПК. 2004. № 1–2. С. 17–19.
24. Хайліс Г., Проценко Ю., Залужний В.І. Технологічні аспекти вдосконалення вирощування і збирання льону-довгунцю. // Техніка АПК. 2003. №3. С. 4-6.