

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

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення процесу збирання льону з  
розробкою пристосування для піднімання трести

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГ-41  
спеціальності 208

Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

Найдух Н.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Хомик Н.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Сташків М.Я.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Бабій А.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2024

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.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Найдуху Назару Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення процесу збирання льону з

розробкою пристосування для піднімання трести

Керівник роботи Хомик Надія Ігорівна, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2024 року № 4/7-62

2. Термін подання студентом завершеної роботи 25 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи ширина захвату машини 1,15 м; робоча швидкість машини

на основних операціях до 8,1 км/год; кількість стрічок льону, що збирається 1шт; товщина

шару стрічки 0,13 м; діаметр снопів в межах 160...200 мм; повнота підбирання трести 99 %;

агрегатування – з трактором Т-25А; ширина колії трактора 1,4 м; радіус повороту 1,26 м.

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

Реферат. Вступ. 1. Аналіз способів збирання льону та огляд машин. 2. Обґрунтування змін у

конструкції підбирача трести. 3. Проектування та розрахунок змін у конструкції

підбирача трести. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Загальні висновки.

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

1-2. Мета, предмет, об'єкт, задачі дослідження. Актуальність кваліфікаційної роботи.

3. Структура роботи. Зміст роботи. 4. Схема технологічного процесу роботи підбирача

трести ПТН-1. 5. Секція підбирача трести із розробленим пристосуванням для піднімання

трести. 6. Зміст роботи (продовження). 7. Деталі розробленого пристосування для піднімання

трести. 8. Схема удосконаленого агрегата для підбирання трести. 9. Організація роботи агрегата

в полі. 10. Практичне значення отриманих результатів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., к.т.н., зав. каф. МТ		

7. Дата видач завдання

24 січня 2024 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін етапів виконання роботи	Примітка
1	Аналіз способів збирання льону та огляд машин.	до 20.02.2024	
2	Обґрунтування змін у конструкції підбирача трести	до 30.03.2024	
3	Проектування та розрахунок змін у конструкції підбирача трести.	до 30.04.2024	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці..	до 12.05.2024	
9	Реферат. Вступ. Загальні висновки	до 30.05.2024	
10	Ілюстративний матеріал	до 10.06.2024	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Найдух Н.О..

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Хомик Н.І..

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

**Автор роботи** – Найдух Назар Олегович

**Тема роботи** – «Удосконалення процесу збирання льону з розробкою пристосування для піднімання трести». Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Керівник роботи** – Хомик Надія Ігорівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку посилань (27 найменувань), додатки на 3 сторінках. Загальний обсяг текстової частини – 48 сторінок, на яких є 10 рисунків. Ілюстративний матеріал розміщений на 10 аркушах формату А4.

**Актуальність теми роботи.** У вирощуванні льону більшість усіх затрат праці припадає на збирання; через трудомісткість розтягуються терміни збирання і реалізації сировини, що негативно відбивається на кінцевій якості продукції, тому інтенсифікація технології його вирощування, покращення показників та процесів роботи техніки для збирання та первинної переробки – важливе завдання у льонарстві. Необхідна операція в отриманні льонотрести – вилежування льоно-соломки, під час якої стрічку льону необхідно обертати, застосовують для цього машину ОСН-1. Підбирати льоно-соломку і тресту зручно машиною ПТН-1, яку навішують на трактор Т-25А, застосовують її під час комбайнового та снопового способів збирання льонудовгунцю. Машина ПТН-1, підбираючи тресту, утворює снопи, однак має конструктивний недолік, що негативно впливає на якість сировини – надмірне пошкодження льону-трести пальцями підбирального барабана та її втрати через неповне підбирання, що стало потребою зміни конструкції машини.

**Мета роботи:** вдосконалити процес збирання льону завдяки розробці пристосування для піднімання трести. Мета потребує вирішення завдань:

- проаналізувати способи збирання льону й агротехнічні вимоги до збирання;
- проаналізувати конструкції машин застосовуваних на збиранні льону;
- обґрунтувати технологічну схему та конструкцію підбирача трести;

- вибрати параметри та обґрунтувати режим роботи зворушувача трести;
- визначити параметри ланцюгової передачі привода вала зворушувача;
- розрахувати вал зворушувача, підібрати його опори та розрахувати шпонкове з'єднання;
- розрахувати умови застосування удосконаленого підбирача трести на виконанні технологічних операцій;
- навести характеристику фаз роботи в'язального апарата удосконаленого підбирача трести;
- визначити стійкість збирального агрегата під час роботи;
- визначити причини можливих травм та аварій під час збирання трести;
- розробити модель травмонебезпечних та аварійних ситуацій при підбиранні трести та заходи техніки безпеки при роботі на агрегаті.

**Об'єкт дослідження.** Підбирач льонотрести.

**Предмет дослідження.** Технологічні та кінематичні розрахунки удосконаленого підбирача льонотрести, встановлення режимів його роботи в полі; розрахунок на міцність конструктивних елементів пристосування.

**Практичне значення отриманих результатів.** Запропоновано удосконалити процес збирання льону завдяки розробці пристосування для піднімання трести, яке встановлюють на підбирач трести ПТН-1, навішений на трактор Т-25А. Пристосування встановлюють перед підбиральним барабаном у передній частині підбирача, воно виконує роль додаткового елемента – зворушувача трести, який зрушує і піднімає тресту та подає її безпосередньо у підбирач. Застосування удосконаленого підбирача обґрунтовано розрахунком його параметрів і режимів роботи. Розраховано ланцюгову передачу привода вала розпушувача, розраховано вал, підібрано для нього підшипники і шпонкове з'єднання. Розраховано операції підбирання трести, встановлено, що безпечна робота агрегата буде за швидкості руху на поворотах не більше 2,1 м/с, максимальний кут нахилу місцевості 26°; розроблені відповідні заходи з охорони праці.

**Ключові слова:** підбирач льонотрести, пристосування для піднімання трести, зворушувач трести, ланцюгова передача.

## ЗМІСТ

	стр.
ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ ТА ОГЛЯД МАШИН.....	8
1.1. Способи збирання льону й агротехнічні вимоги .....	8
1.2. Огляд та аналіз конструкцій машин застосовуваних на збиранні льону.....	9
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ЗМІН У КОНСТРУКЦІЇ ПІДБИРАЧА ТРЕСТИ.....	18
2.1. Обґрунтування технологічної схеми та конструкції підбирача трести.....	18
2.2. Вибір параметрів і обґрунтування режиму роботи зворушувача.....	20
3. ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ЗМІН У КОНСТРУКЦІЇ ПІДБИРАЧА ТРЕСТИ.....	23
3.1. Визначення параметрів ланцюгової передачі у приводі вала зворушувача.....	23
3.2. Розрахунок вала зворушувача, підбір його опор та розрахунок шпонкового з'єднання.....	27
3.3. Розрахунок умов застосування удосконаленого підбирача трести на виконанні технологічних операцій.....	31
3.4. Характеристика фаз роботи в'язального апарата.....	37
3.5. Визначення стійкості збирального агрегата під час роботи.....	39
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	40
4.1. Визначення причин можливих травм та аварій під час підбирання трести .....	40
4.2. Розроблення моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій при підбиранні трести. Техніка безпеки при роботі на агрегаті для підбирання льонотрести .....	42
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	45
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	46
ДОДАТКИ.....	49

## ВСТУП

Вирощування льону як сільськогосподарської культури різнобічного призначення потребує особливої уваги через його особливості та вимоги до ґрунту, вологи, теплового режиму та інших умов вирощування. Придатними для нього в Україні є ґрунти Полісся.

Насіння льону, маючи 35...42% жиру застосовують для виділення олії, що застосовується у харчовій промисловості, та у виготовленні високоякісних лаків, оліфи. Побічний продукт під час виділення олії – макуха, її застосовують на корм худобі. Окрім насіння, у промисловості застосовують також льоноволокно: тонке і довге волокно використовують для виготовлення тонкого полотна, тканини; коротке волокно, яке отримують при переробці трести, використовують для виготовлення мішковини, грубих тканин для технічних і пакувальних цілей; лляну кострицю, що залишається під час переробки трести, беруть на виготовлення меблів.

У вирощуванні льону 80% усіх затрат праці припадає на його збирання та приготування трести. Трудомісткість цих операцій розтягує терміни збирання і реалізації сировини, що негативно відбивається на кінцевій якості продукції, тому інтенсифікація технології його вирощування, покращення показників та процесів роботи техніки для збирання та первинної переробки – важливе завдання у льонарстві.

Необхідна операція в отриманні льонотрести – вилежування льоносоломки, під час якої стрічку льону необхідно обертати, застосовують для цього машину ОСН-1. Підбирати льоносоломку і тресту зручно машиною ПТН-1, яку навішують на трактор Т-25А, застосовують під час комбайнового та снопового способів збирання льону-довгунцю. Машина ПТН-1, підбираючи тресту, утворює снопи діаметром 160...200мм, але вона має конструктивні недоліки, що негативно впливають на якість льонотрести, тому у роботі пропонується внести зміни у її конструкцію, розробивши пристосування для піднімання трести, завдяки чому покращується процес збирання.

# 1. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ ТА ОГЛЯД МАШИН

## 1.1. Способи збирання льону й агротехнічні вимоги

Збирання льону поєднується з його первинною обробкою, як і збирання врожаю більшості сільськогосподарських культур, має свої особливості, потребує спеціальної техніки. В основі збирання льону – трудомісткі процеси, частка яких 75...80% від загальних затрат на виробництво волокна.

Збирають льон-довгунець враховуючи зональні умови одним із трьох способів – сноповим, комбайновим та роздільним.

Сноповий спосіб поєднує операції: брання льону, зв'язування у снопи, складання їх для просушування, обмолочування, розстелювання льоносоломки на поверхні поля, щоб отримати тресту і потім зібрати її. Якщо є підприємства, які мають цикл промислового виробництва трести, то соломку після обмолоту відвозять туди. За такого способу збирання застосовують спершу льонобралки типу ТЛН-1,5А, потім підбирачі трести типу ПТН-1, які підбирають і зв'язують його у снопи, для обмолочування використовують льономолотарки МЛ-2,8П.

Комбайновий спосіб збирання льону-довгунця виконують одним із таких варіантів. Перший поєднує брання, обмолочення і в'язання соломки; другий – брання, а після обмолочення соломку розстеляють на поверхні поля, в процесі підсушування її обертають, підбирають і зв'язують у снопи. Для першого варіанту застосовують льонозбиральні комбайни типу ЛКВ-4А, які послідовно виконують усі операції збирання. Другий варіант виконують комбайном ЛК-4А, що здійснює брання, обмолочування та розстелювання соломки на полі; для обертання соломки застосовують підбирач-обертач ОСН-1, для підбирання трести та в'язання її у снопи – підбирач трести ПТН-1.

Роздільне збирання льону поєднує дві фази. Перша – брання на стадії ранньої стиглості та розстелювання соломки на полі для досушування. Друга фаза поєднує підбирання соломки, її обмолочування та зв'язування у снопики. Для операцій першої фази застосовують льонобралки ТЛН-1,5А, для другої –



підбирачі трести ПТН-1 і льономолотарки МЛ-2,8П [2, 8, 10, 19].

Зібраний льоноворох піддають подальшій обробці на тоці, снопи соломки відвозять на льонозаводи або укладають на стелищах для досушування і отримання трести.

Збирання льону льонокомбайнами має бути реалізоване із дотримання агротехнічних вимог: повнота тереблення орієнтовно 99% за умови прямостоячих стебел висотою 65...95см; чистота очісування коробочок орієнтовно 98%; потрапляння стебел у плутанину – до 3%, ушкодження стебел, а саме, їх ламання та обрив – до 5%. Втрати насіння в цілому – не більше 5%. Стебла можуть бути розтягнуті на стрічках не більше ніж у 1,2 рази, у снопах – не більше ніж у 1,3 рази. Кількість незв'язаних снопів може бути до 3%. Механічне пошкодження насіння допускається до 1%. Місце зв'язування снопів має бути на 1/2...1/3 довжини стебел від коренів.

Під час підбирання і в'язання льоносоломки зі стрічок у снопи повнота підбирання має бути орієнтовно 99%, ушкодження стебел допустимо не більше 3%, незв'язаних снопів – до 4%, розтягнутість снопів – до 1,3 рази.

Під час обмолочування насінного льоновороху ступінь вибирання насінин з коробочок не менше 98%, чистота отриманого насіння – орієнтовно 95%, ступінь травмування насіння – до 1%. Загальні втрати – до 45%. Льономолотарки мають виділяти насіння повністю при мінімальних відходах соломки. Обмолочування льону має тривати не більше 12...15 днів. Вологість отриманого льону – не вище 18%. Під час сушіння лляного вороху не можна перегрівати насіння, температура насіння кінцева – 12...13% [2, 8, 10, 18, 19].

## **1.2. Огляд та аналіз конструкцій машин застосовуваних на збиранні льону**

Машини, які збирають врожай льону: льонобралки, що мають в'язальні апарати або без них, льонопідбирачі, льонозбиральні комбайни, підбирачі-зрушувачі, молотарки-віялки, льономолотарки, обладнання для сушіння

насінного льоновороху.

Робочі апарати льонозбиральних машин залежно від виконуваних функцій поділяють на: бральні, очісувальні, в'язальні.

Льонобралки і льонокомбайни мають бральні апарати стрічково-роликові та стрічково-дискові. Перші з них найчастіше є фронтальними, лівобральними і право бральними, можуть мати прямолінійні і криволінійні терибильні струмки.

Для прикладу стрічково-роликовий апарат, що має криволінійний бральний струмок має окремі секції, кожна з яких утворена пасами, що надіті на шків і ролики. Верхні шків і ролик є ведучими. З пасів, що є у секції, один натягнений на ведений шків, інший – на ведений ролик. Окрім веденого є натяжний ролик, який забезпечує надійне охоплення пасами веденого шківа. Притискаючі ролики створюють зусилля, яке необхідне для притискання пасів одного до другого при подаванні стебел на поперечний транспортер.

Шків і ролик, за виключенням ведучих, мають можливість переміщуватися в осьовому напрямі; завдяки цьому відбувається встановлення пасів в одній площині. Натяги пасів відрегульовують переміщаючи ведучі шків та ролик з допомогою регулювальних гвинтів. Кут охоплення ведених шківів пасами регулюють залежно від стану льону. Якщо підбирають полеглий, викривлений і засмічений льон, то кут охоплення шківів збільшують, натягнувши пружину ролика. Значне збільшення довжини на криволінійній ділянці призведе до підвищеного пошкодження стебел і швидкого зношування пасів [2, 8, 10, 12].

Стрічково-дискові бральні апарати працюють по-іншому, вони захоплюють стебла льону, затиснувши їх між терибильними шківом і пасом, а потім подають на лівий бік (за рухом машини). Вивідний механізм вкладає стебла льону у вигляді стрічки на поверхні поля.

Обчісувачі пристрої є одно- і двохбарабанні. Однобарабанний має барабан, регулювальний щиток і кожух. Під час роботи зуби, що є на барабані, відривають насінні коробочки льону, а встановлені горизонтально лопаті подають їх по кожуху на вивантажувальний транспортер.

На підшипниках, в отвори дисків, вставлені гребені, кінці яких з'єднані через повідці з диском та ексцентриком, завдяки чому дотримується постійний напрям руху їх зубів. Є також лопаті, які встановлені вертикально, чим запобігають намотуванню стебел льону на гребені. Зуби гребенів розташовані один від одного на різних відстанях: більша відстань у зоні входження стебел в камеру очісування, а далі вона потроху зменшується. Така будова гребенів та встановлення похило затискного транспортера створює поступове, плавне входження зубів гребенів у стеблову масу. Кінці рідко встановлених зубів гребінок спершу розправляють стебла, а потім відділяють від стебел насінні коробочки. Під час збирання льону довгостеблового гребені потрібно нахилити більше, вони будуть обертатися в зоні очісування коробочок. При очісуванні короткостеблового льону гребені нахиляють в інший бік і правильно виставляють потрібний зазор. Регулюють нахилення гребенів повертаючи ексцентрик і диск, відбувається це вкороченням або подовженням регулювальної тяги ексцентрика.

Очісувальний апарат двобарабанный має верхній та нижній барабани, на яких закріплено по чотири гребені. Зуби на гребенях розміщені неоднаково: кожен барабан має два довгі і два короткі гребені. На довгих гребенях зуби встановлені на всю довжину барабана, короткі закріплені лише на половині. Зуби гребенів неоднакові за довжиною, мають чотири рівні, зменшуються у бік входження снопів. Завдяки такій будові створені добрі умови, щоб розчісувати снопи біля входу в камеру короткими зубами, а довгі зуби на виході очісують насінні коробочки забезпечуючи мінімальний відход стебел. Під час роботи має забезпечуватися боковий зазор між довгими гребенями одного барабана і короткими другого у мить їх зустрічі і має дорівнювати 20 мм [2, 8, 10, 12, 13, 19].

Під час обмолочування вологого і перестояного льону він може намотуватися на барабани, через що збільшується потрапляння стебел у плутанину. Запобігти цьому можна розвернувши верхній барабан з приводною зірочкою відносно ланцюга на одну-дві ланки. Гребені у такому випадку будуть очісувати снопи не одночасно, дещо зі зміщенням у часі.

В'язальні апарати призначені для з'єднання шпагатом стебел у снопи. Він має опорні важелі, які встановлені на валу і одночасно з ним повертаються на деякий кут через деформацію пружини. У момент викидання снопа на поле важелі опускаються нижче рівня стола. Голку закріплюють на валу, у її вершині є отвір для шпагату. Також є пакувальники, що встановлені вільно на шийках кривошипного вала, нижніми кінцями вони пов'язані з кулісами, завдяки чому під час обертання вала вершини робочих кінців пакувальників рухаються поступально-обертово.

Вузов'язач з'єднує кінці шпагату у вузол, коли вже сформований сніп, він також затискає та утримує шпагат у момент формування снопа. Вузов'язач має затискний пристрій утворений диском, пластинами, гачком і пружинами та дзьоб з рухомою і нерухомою щелепами та роликом.

У момент формування снопа всі механізми в'язального апарата мають бути вимкнені, виняток – пакувальники, які рухаючись поступально, виділяють порції стебел від загальної маси і подають їх на опорні важелі, при цьому з банки витягується шпагат і ним охоплюють утворений сніп з трьох сторін. Розміри снопа обмежені, забезпечується це у такий спосіб: знизу – поверхня стола, зліва – важелі, зверху – шпагат, а справа є вільний простір щоб подавати стебла. Через збільшення щільності снопа та його розмірів зростає сила тиску на опорних важелях, яка перемагає опір пружини, тому важелі відхиляються і включають в роботу в'язальний апарат. Спершу голка кладе шпагат на дзьоб, а потім заводить у проріз диска Диск обертається завдяки приводній конічній шестерні та втягує шпагат у простір утворений диском і пластинкою, де стається його затискання під впливом гачка і пружини. Подальше обертання диска дає те, що попередньо затиснутий кінець шпагата стає вільним, а заново поданий, підходить до ножа і обрізається. Кінці шпагату, а саме, звільнений і поданий, потрапляють у затиск між щелепами і дзьобом. На той момент опорні важелі через спеціальний механізм повертаються, звільняють зв'язаний сніп, а підведені до снопа скидачі скидають його зі стола, шпагат випадає з дзьоба, а вузол

стає міцно затягнутим. Вал привода здійснює повний оберт, завдяки чому всі механізми стають в початкове положення, в'язальний апарат автоматично вимикається. Розміри снопів можна регулювати переставляючи опорні важелі, щільність снопів регулюють змінюючи натяг пружини [2, 8, 10, 12, 13, 19].

Льонопідбирачі (рис 1.1) є начіпні і причіпні, їх застосовують для піднімання та в'язання у снопи соломки, трести.

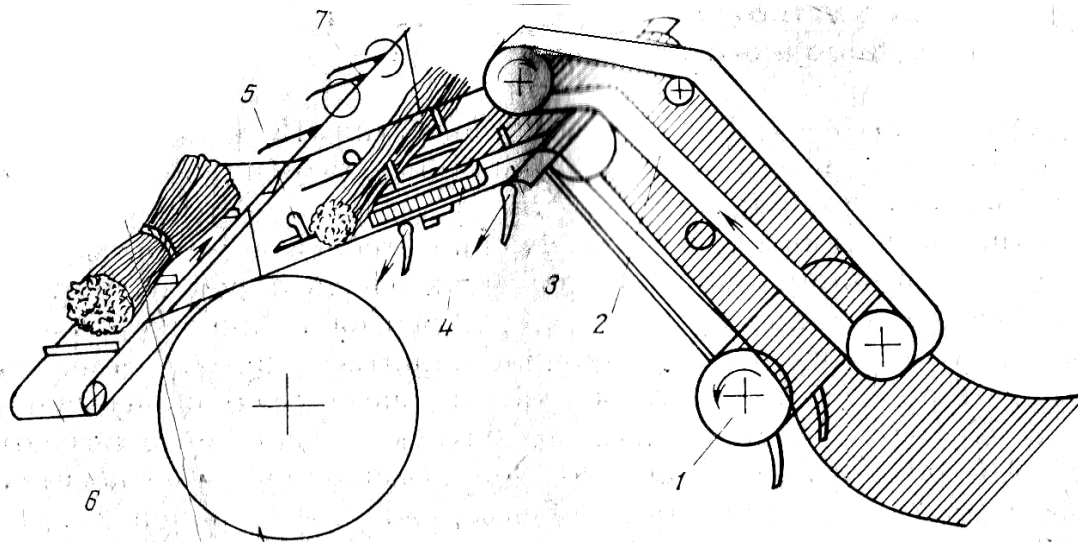


Рисунок 1.1

Під час роботи підбирач скеровують так, що підбираючий барабан 1 має рухатися серединою розстеленої стрічки стеблин льону. Підібрані стеблини рухаються до затискного транспортера 2, звідки переміщуються на перехідний стіл 3, де відбувається формування снопів, стебла у якому підрівнює вирівнювач 4 з прикореневої сторони і вже потім їх зв'язує в'язальний апарат 5. Зв'язані снопи скидачі 7 укладають на транспортер снопів 6, який їх вкладає на поверхню поля.

Усі механізми підбирача є важливими, особлива роль в утворенні рівномірно сформованих снопів належить затискному транспортеру, що має нижню опорну та верхню притискні секції. Основа обох секцій – рама, на яку встановлюють ведучий та ведений шків, на які натягують паси, робоча поверхня кожного паса має гумове покриття хвильового профілю, щоб запобігти пошкодженням стебел. Пас нижньої секції верхньою віткою опирається на дев'ять роликів, що вільно повертаються на осях. Пас верхньої

секції нижньою віткою прилягає роликами, які встановлені на чотирьох підпружинених каретках до паса нижньої секції. Секції встановлені зміщеними одна до одної, щоб забезпечити краще брання стебел. Рівномірність і поступовість надходження стебел в очісувальний барабан забезпечується встановленням затискного транспортера під кутом  $10^\circ$  до горизонту.

Підбирачі-перекидачі обертають льоносоломку, льонотресту для прискореного її підсихання та покращення якості. Такі машини навішують на трактори типу Т-25, машини мають відповідні вузли: підбиральний барабан, транспортер з перехресним встановленням паса, направляючі прутки, копіювальне колесо, привод, раму, механізм навішування. Трактор з встановленим на ньому підбирачем-перекидачем ОСН-1 пересувається заднім ходом проходячи між рядами стрічок льону. Барабан має пальці, які піднімаючи стрічку льону спрямовують її на перехресно встановлений пас, який з допомогою притискаючих прутків посуває стрічку льону та обертає її на  $180^\circ$ . Підбирач має каток, яким вирівнює стрічку щодо рельєфу поля. Швидкість агрегату робоча – 8 км/год, ширина захвату – одна стрічка; швидкість руху паса та кількість обертів барабана залежать від вибору змінних зірочок [2, 10].

Підбирач-порцієутворювач ПНП-3 (рис. 1.2) застосовують для згортання трести льону-довгунцю зі стрічок і формування невеликих валків - порцій. Основні його складальні одиниці: рама 1, начіпний пристрій, грабельний апарат з пружинними зубами 3 і прутками 2, механізм підйому грабельного апарата, опорні колеса, очищуюча решітка.

Пружинні зуби під час роботи торкаються поверхні поля, згортаючи стрічку трести розстелену льонокомбайном і утворюють валок 4.

Потім піднімають на короткий час грабельний апарат механізмом підйому, зуби відриваються від поверхні ґрунту, а сформований валок залишається на поверхні поля. Потім зуби знову опускають вниз на поверхню поля для повторення процесу згортання. Агрегатують підбирач з тракторами класу 0,6...1,4; продуктивність – 1 га/год; ширина захвату машини – 4,5 м; робоча швидкість – 2,5...8 км/год [10]. Недолік цієї машини –

надмірне ущільнення зібраної трести, буває також заплутування і розрив волокон, є потреба у застосуванні машини для розмотування рулонів.

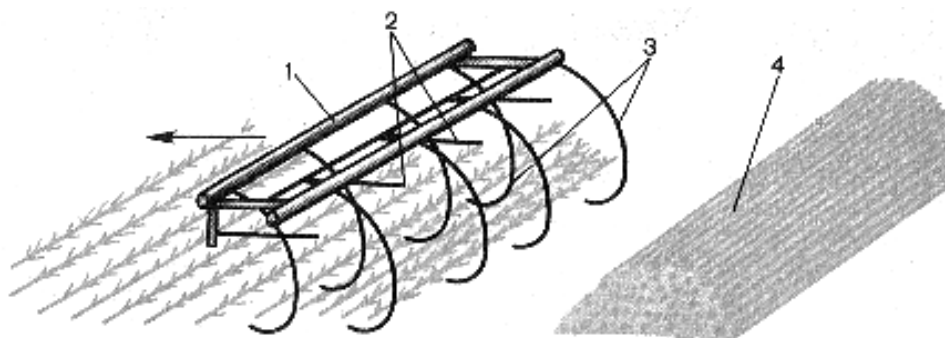


Рисунок 1.2

Начіпний підбирач трести ПТН-1 застосовують для збирання трести та соломки льону зі стрічок і в'язування їх у снопи. Приєднують його до тракторів класу 0,6, на які встановлюють вузькі шини. Конструктивно підбирач ПТН-1 має підбиральний барабан з кожухом, притискач стебел, підбійну дошку з приводом, в'язальний апарат, обертач снопів, амортизатор, основну раму, копіювальне колесо, запобіжну сітку, коробку передач та карданну передачу.

У підбиральному барабані є вал, на кінцях якого змонтовано диски, в яких на втулках шарнірно встановлені інші чотири вали, на яких є пальці, на одному кінці кожного з них встановлені кривошипи і ролики, які під час обертання барабана переміщуються по копіру, що створює для них відповідну траєкторію руху, завдяки чому пальці захоплюють стебла і виходять із шару, щоб подати стебла у в'язальний апарат, який має стіл і підбійну дошку для підрівнювання снопів, яка здійснює коливальні рухи через кривошип редуктора. В'язальний апарат схожий за комплектацією роботу до аналогічного апарата у льнокомбайні ЛКВ-4А, він змонтований на зварній рамі, яка під час роботи опирається на два металеві колеса. Привод робочих органів підбирача здійснюється від ВВП трактора.

Процес роботи підбирача трести ПТН-1: тракторист-машиніст під час руху агрегату має спрямовувати підбиральний барабан прямо рядку, тоді зуби підбирального барабана припіднімають стебла льону з поверхні поля та

завдяки кожуху барабана і притискачу подають їх у прийомну камеру і далі до в'язального апарата. Під час переміщення шару стебел столом в'язального апарата, їх вирівнює підбійна дошка, а пакувальники подають у в'язальний апарат, що зв'язує снопи або вкладає порціями. Снопи вкладають у ряд один за одним між колеса трактора. Під час наступного переїзду трактора їх повертачем повертають, щоб не наїхати на них колесами трактора.

Конструкція підбирача ПТН-1 має можливість регулювання розташування підбирального барабана над поверхнею поля (здійснюється це завдяки переміщенню копіювальних коліс); регулювання навантаження на копіювальні колеса (досягають це змінюючи довжину розкосів начіпки трактора); регулювання розташування притискача та в'язального апарата.

Згідно технології вирощування льон потрібно збирати під час настання фази ранньої жовтої стиглості, найчастіше це виконують комбайнами ЛК-4А розстеляючи стрічку соломки або трести на полі, яку згодом підбирають та в'яжуть у снопи підбирачами типу ПТН-1; зібрану соломку передають на переробні підприємства для завершення переробки м [2, 8, 10, 12, 13, 15, 19].

Технологія отримання льону-трести потребує вилежування льоносоломки на стелищах. Під час вилежування стрічки льону обертають машинами типу ОСН-1. Підбирають тресту використовуючи машину ПТН-1, яку навішують на трактор Т-25А.

Опираючись на аналіз застосовуваних машин та конструктивне виконання їх робочих органів машин можна вважати, що найбільш придатні для піднімання льнотрести – підбирачі типу ПТН-1, що мають активний барабан і в'язальний апарат. Такий підбирач має у своєму складі ще й механізм привода й передачі крутного моменту та копіювальні колеса. Рухаючись полем збиральний агрегат підбиральним барабаном захоплюючи пальцями стебла льону-довгунця далі постачає їх на стіл в'язального апарату, на якому формують і в'яжуть снопи, які потім скидають на поверхню поля. Недоліком базової моделі машини ПТН-1, є надмірне травмування льнотрести пальцями підбираючого барабана, а також втрати соломки льону через її неповне підбирання.



Можливості удосконалення існуючих конструкцій льонозбиральних майже вичерпані, хоча вимоги, які диктує сільськогосподарського виробництва постійно збільшуються: зростання продуктивності одночасно з покращенням якості зібраної продукції, зменшення розмаїття машин. Виходячи з цього, перспективним є створення універсальних агрегатів для збирання льону, ви тереблення коробочок, розділення маси стебел на дві стрічки. Універсальні агрегати можуть бути як самохідними так і навісними. Продуктивність нових машина має у бути 2...2,5 рази вища, ніж у відомих знарядь. Схеми збирання у конструкція різних льонозбиральних агрегатів мають бути різними, вони мають бути побудовані конструктивно так, щоб враховувати їх умов роботи. стаціонару. Доповненням таких знарядь є підбирачі-навантажувачі льону трести, підбирачі з в'язанням льону трести у великі снопи.

Цікавим є напрям, що базується на широкому впровадженні у конструкціях машин для збирання різних культур, зокрема технічних і прядильних культур елементів автоматизації, які б сигналізували про порушення у функціонуванні механізмів, автоматичне підтримання рекомендованих режимів роботи машин і їх робочих органів.

У роботі пропонується удосконалити конструкцію підбирача трести у такий спосіб – обладнати підбирач додатковим пристроєм що буде зрушувати тресту. Таке пристосування доцільно встановити у передній частині машини перед підбиральним барабаном, воно є додатковим елементом, що забезпечить піднімання трести і подавання її безпосередньо у підбирач.

## **2. ОБҐРУНТУВАННЯ ЗМІН У КОНСТРУКЦІЇ ПІДБИРАЧА ТРЕСТИ**

### **2.1. Обґрунтування технологічної схеми та конструкції підбирача трести**

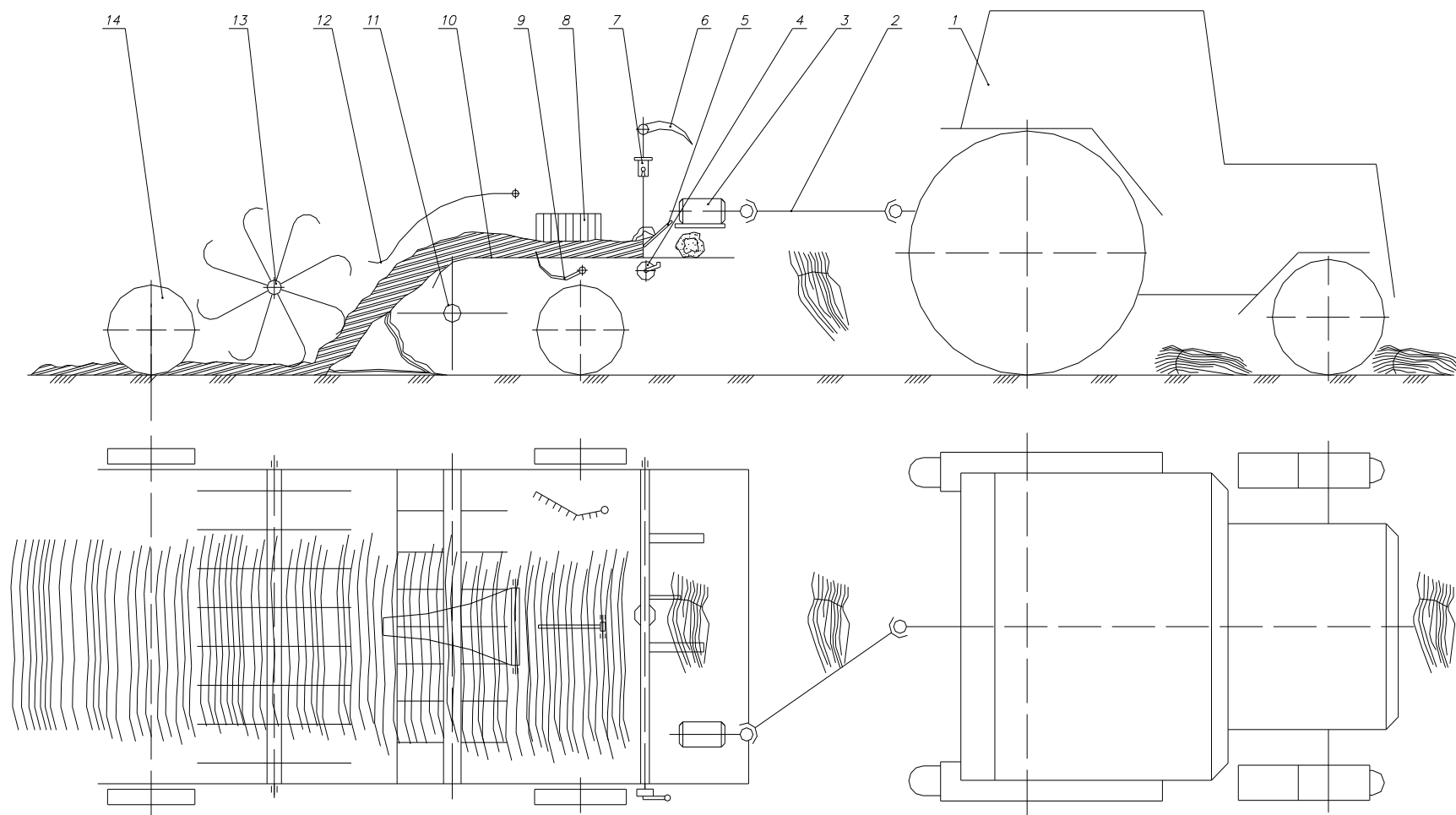
У технології отримання льону-трести обов'язковим є вилежування льоносоломки на стелищі, під час якого стрічки льону обертають машиною ОСН-1.

Збирання трести виконують трактором Т-25А обладнаним підбирачем трести ПТН-1 (рис. 2.1), робочі органи якого приводяться в рух від ВВП трактора. Підбирач ПТН-1 виконує підбирання трести і формування снопів діаметром 160...200 мм. Підбирач використовують при обох способах збирання льону-довгунцю – сноповому і комбайновому.

Обладнання підбирача: підбиральний барабан, в'язальний апарат, механізми привода, передавання крутного моменту та копіювання коліс. Під час руху збирального агрегата підбиральний барабан пальцями захоплює стебла льону-довгунцю і подає їх на стіл в'язального апарата, на якому відбувається формування і в'язання снопів, після чого їх викидають на поверхню поля (див. рис. 2.1).

Характерний конструктивний недолік підбирача, який негативно впливає на якість сировини – надмірне пошкодження льону-трести пальцями підбирального барабана та втрати трести через її неповне підбирання, що стало потребою зміни конструкції машини.

Удосконалити машину, а завдяки цьому досягти кращих показників процесу збирання можна обладнавши підбирач додатковим пристроєм що буде виконувати зворушування трести. Встановлюють таке пристосування перед підбиральним барабаном у передній частині підбирача, воно є додатковим механізмом, завдяки якому забезпечується піднімання трести і подавання її безпосередньо на підбирач.



1 – трактор, 2 – карданна передача, 3 – редуктор, 4 – муфта включення, 5 – важіль включення, 6 – скидувальні руки, 7 – вязальний апарат, 8 – транспортер-підбивач, 9 – голка, 10 – стіл, 11 – підбиральний барабан, 12 – притискач стебел, 13 – ротор (зворучувач стебел), 14 – опорні колеса.

Рисунок 2.1 – Схема технологічного процесу роботи підбирача трести ПТН-1:

Будова додаткового обладнання: вал, на якому закріплені підігнуті пальці, опорно-приводні колеса, механізм навішування та рама. Обладнання з'єднують з підбирачем трести спеціальною начіпкою. Вал з пальцями приводить в рух ланцюгова передача, що йде від двох опорно-приводних коліс.

Завдяки удосконаленню машина краще працюватиме: під час руху агрегата полем пальці зворушувача впливають на стрічку стебел льону і відривають її від ґрунту; завдяки цьому стрічка не розривається і потоком поступає у підбиральний барабан машини ПТН-1, який обладнаний у верхній частині компенсатором завдяки якому льонострічка рівномірним потоком подається на пресувальний стіл, далі в'язальний апарат утворює снопи, зв'язавши які, викидає їх на поверхню поля.

Запропоноване удосконалення у вигляді додаткового пристосування для зворушування і підбирання льону-трести, обґрунтуємо відповідними розрахунками, визначивши кінематичні параметри його роботи та обґрунтувавши основні параметри привода вала з пальцями.

## **2.2. Вибір параметрів і обґрунтування режиму роботи зворушувача**

Визначимо параметри і підберемо відповідні режими для роботи зворушувального пристосування для підбирання льону-трест. Першою відповідною умовою для нормальної роботи цього пристрою буде потрібна швидкість руху машини, приймемо, що достатньо буде робочої швидкості збирального агрегату  $V_M=2,03\text{м/с}$ ; також важливим буде значення показника кінематичного режиму для задовільної роботи зворушувача, відповідно  $x=1,3$  [10]. Щоб розрахувати зворушувальний механізм скористаємося схемою, що ілюструє, як відбувається робочий процес зворушувача-підбирача (рис. 2.2).

За один оберт колеса машина пройде орієнтовно такий шлях [11]

$$S_M = 2\pi \cdot R_K / \lambda, \quad (2.1)$$

де  $R_K$  – радіус колеса,  $R_K=0,265\text{м}$ .

Відповідно 
$$S_M = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,265}{1,3} = 1,3 \text{ м.}$$

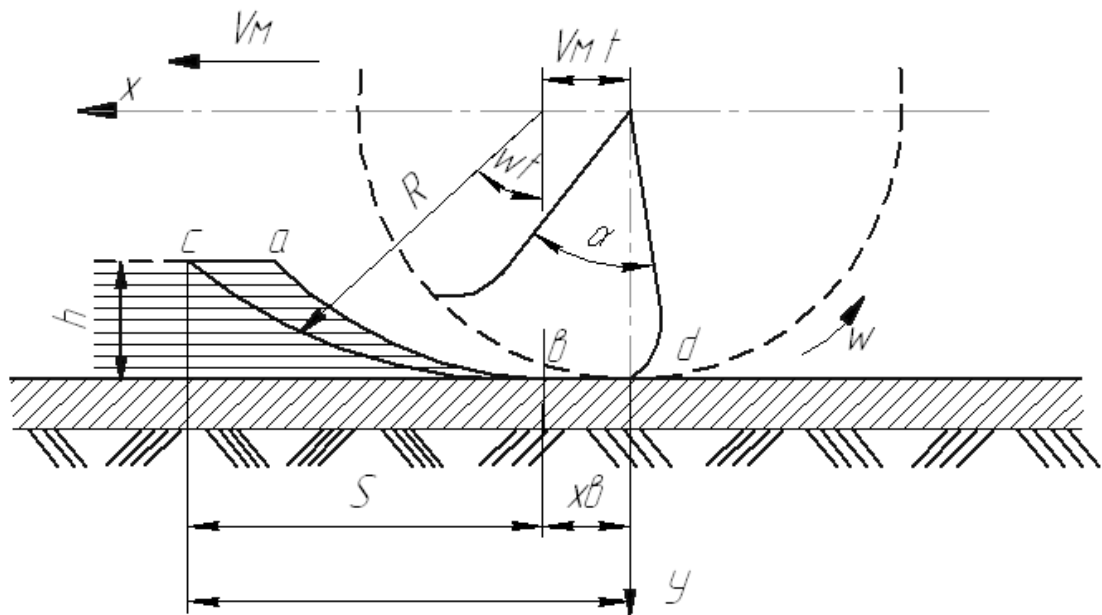


Рисунок 2.2

Кутова швидкість з якою обертається вал колеса

$$\omega_K = \frac{V_M \cdot 2\pi}{S_M}, \quad (2.2)$$

де  $V_M$  – швидкість, на якій пересувається машина полем під час роботи,

$$V_M = 2,03 \text{ м/с.}$$

Результат

$$\omega_K = \frac{2,03 \cdot 2 \cdot 3,14}{1,3} = 9,8 \text{ с}^{-1}.$$

Частота обертання вала колеса пов'язана з кутовою швидкістю

$$n_K = 30 \omega_K / \pi, \quad (2.3)$$

Тобто

$$n_K = \frac{30 \cdot 9,8}{3,14} = 96,8 \text{ об / хв.}$$

Потрібно визначити кількість прутків колеса зворушувача [11]

$$Z_n = \frac{60 \cdot V_M}{h \cdot n_K}, \quad (2.4)$$

де  $h$  – товщина шару льоно-стрічки,  $h = 0,13 \text{ м}$ .

Тоді

$$Z_n = \frac{60 \cdot 2,03}{0,13 \cdot 96,8} = 9,69. \text{ Прийmemo } Z_n = 10.$$

Швидкість з якою рухаються колеса зворушувача-підбирача

$$V_K = \omega_K \cdot R_K. \quad (2.5)$$

Отримаємо

$$V_K = 9,8 \cdot 0,265 = 2,6 \text{ м / с.}$$

Щоб визначити подачу на один палець пристосування, потрібно визначити довжину ділянки  $x_{\phi}$  (див. рис. 2.2)

$$x_{\phi} = \left( \frac{R_K}{\lambda} \right) \cdot \left( \sqrt{\lambda^2 - 1} - \arccos \frac{1}{\lambda} \right), \quad (2.6)$$

тобто

$$x_{\phi} = \left( \frac{0,265}{1,3} \right) \cdot \left( \sqrt{1,3^2 - 1} - \arccos \frac{1}{1,3} \right) = 0,04 \text{ м.}$$

Потужність, яку затрачують на роботу зворушувача-підбирача, буде [11]

$$N = N_{\phi} + N_n, \quad (2.7)$$

де  $N_{\phi}$  – потужність затрачена на зрушення і перекидання трести, кВт;

$N_n$  – потужність потрібна для переміщення пристосування полем, кВт.

На зворушення і перекидання трести потрібно затратити певну потужність [11]

$$N_{\phi} = \frac{V_M + V_K}{V_M} \cdot \frac{x_{\phi} \cdot n_K \cdot Z}{60}, \quad (2.8)$$

Тобто

$$N_{\phi} = \frac{2,03 + 26}{2,03} \cdot \frac{0,04 \cdot 96,8 \cdot 10}{60} = 1,46 \text{ кВт.}$$

Потужність, яку затрачують, щоб перемістити пристосування

$$N_n = V_M \cdot R_{np}. \quad (2.9)$$

Результат

$$N_n = 2,03 \cdot 1,44 = 2,92 \text{ кВт.}$$

Результати, які отримуємо за формулами (2.8) і (2.9) підставляємо у вираз (2.7) і маємо

$$N = 2,92 + 1,46 = 4,38 \text{ кВт.}$$

Отже, якісна робота пристосування до підбирача трести буде реалізована за умов, що радіус колеса був 0,265м, кількість пальців  $Z_n = 10$ .

Привод вала потребує 1,46 кВт потужності, здійснюється він опорно-приводних коліс через ланцюгову передачу, яку доцільно розрахувати.

### 3. ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ЗМІН У КОНСТРУКЦІЇ ПІДБИРАЧА ТРЕСТИ

#### 3.1 Визначення параметрів ланцюгової передачі у приводі вала зворушувача

Визначимо основні параметри ланцюгової передачі, підберемо для неї ланцюг, щоб забезпечити надійність роботи привода. Вал розпушувальної секції приводиться в рух від опорного колеса, діаметр вихідного кінця вала колеса  $d_B = 25\text{мм}$ , діаметри коліс розпушувальної секції –  $0,53\text{м}$ .

Крутний момент, що передає вал [5, 7]

$$T_2 = \frac{N}{\omega_K}, \quad (3.1)$$

де  $N$  – потужність приводу,  $N = 1,46$  кВт;

$\omega_K$  – швидкість вала кутова,  $\omega_K = 9,8$  рад/с.

Тоді

$$T_2 = \frac{1,46 \cdot 10^3}{9,8} = 144,55 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Крутний момент на обох зірочках передачі – ведучій і веденій однаковий  $T_1 = T_2 = 144,55 \cdot 10^3$  Нмм. Схема передачі наведена на рис. 3.1.

Виходячи з попередніх умов вибираємо

Передаточне число ланцюгової передачі приймемо  $i=2$ , задавшись попередньо умовами роботи, приймемо: режим роботи передачі – в одну зміну, змащування ланцюга та регулювання натягу ланцюга – періодичне, ланцюг розташовується під кутом. З [3, 14] виберемо ланцюг приводний роликів однорядний.

Орієнтуючись на величину швидкості ланцюга, і маючи передаточне число визначимо кількість зубів на ведучій зірочці [3, 14]

$$Z_1 = 31 - 2i, \quad (3.2)$$

тобто

$$Z_1 = 31 - 2 \cdot 2 = 27.$$

Визначимо число зубів на веденій зірочці

$$Z_2 = Z_1 \cdot i = 27 \cdot 2 = 54.$$

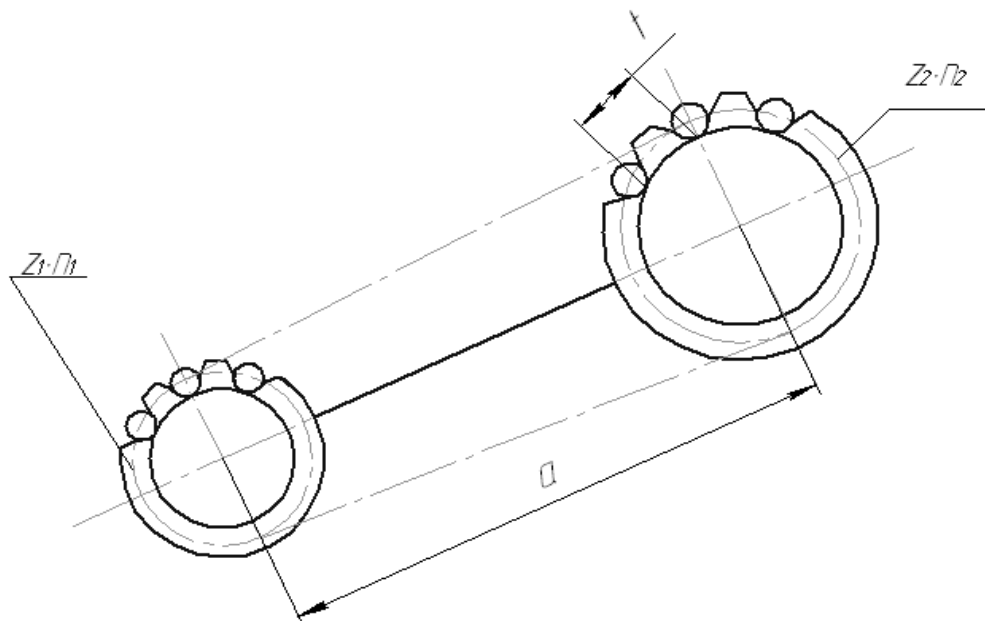


Рисунок 3.1

Визначимо коефіцієнт, що залежить від умов монтажу та експлуатації передачі, він визначається добутком кількох коефіцієнтів [3, 14]:  $K_D$  – динамічного,  $K_D=1$ ;  $K_A$  – впливом міжосьової відстані,  $K_A=1$ ;  $K_H$  – впливом кута, під яким нахилена лінія центрів передачі до горизонту,  $K_H=1$ ;  $K_P$  – періодичності регулювання ланцюга,  $K_P=1,25$ ;  $K_M$  – врахуванням способу змащування,  $K_M=1,5$ ;  $K_3$  – врахуванням тривалості робочого дня,  $K_3=1$ .

$$K_C = K_D \cdot K_A \cdot K_H \cdot K_P \cdot K_M \cdot K_3. \quad (3.3)$$

Отримаємо

$$K_C = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,875.$$

Визначимо крок ланцюга [3, 14]

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{kp} \cdot K_C}{Z_1 \cdot [p] \cdot m}}, \quad (3.4)$$

тут  $m$  – число рядів у ланцюгу,  $m=1$ ;

$[p]$  – величина допустимого тиску, що припадає на одиницю проєкції опорної поверхні шарніра,  $[p]=39 \text{ Н/мм}^2$  [3].

Визначимо

$$t = 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{144,55 \cdot 10^3}{27 \cdot 39 \cdot 1}} = 17,64 \text{ мм};$$

прийmemo  $t=19,05 \text{ мм}$ .

Виберемо з [3, 14] ланцюг роликівий приводний ПР-19,05-88,5 (ГОСТ 13568-75): параметри: крок  $t=19,05 \text{ мм}$ ; діаметр втулок внутрішній



$d=5,96\text{мм}$ ; втулки довжиною  $B=17,75\text{мм}$ ; довжина з'єднувального валика  $l=22\text{мм}$ , зусилля на розрив  $Q=56\text{кН}$ , вага одного погонного метра ланцюга  $q=24,4\text{Н/м}$ .

Швидкість ланцюга передачі буде [3, 14]

$$V_{Л} = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_K}{60 \cdot 10^3}, \quad (3.5)$$

дорівнювати

$$V_{Л} = \frac{27 \cdot 19,05 \cdot 96,8}{60 \cdot 10^3} = 0,83 \text{ м/с}.$$

Визначимо яким буде колове зусилля у вибраній ланцюговій передачі [3, 14]

$$F_{Л} = \frac{N}{V_{Л}}, \quad (3.6)$$

тобто

$$F_{Л} = \frac{1,46}{0,83} = 1,76 \text{ кН}.$$

Визначимо середній тиск у шарнірах ланцюга

$$p = \frac{F_{Л} \cdot K_C}{A}, \quad (3.7)$$

де  $A$  – проєкція опорної поверхні шарніра,

$$A = B \cdot d,$$

відповідно

$$A = 17,75 \cdot 5,96 = 105,8 \text{ мм}^2.$$

Тоді отримаємо яким буде середній тиск у шарнірах

$$p = \frac{1760 \cdot 1,875}{105,8} = 31,18 \text{ МПа}.$$

Міжосьова відстань передачі

$$a = 50 t, \quad (3.8)$$

тобто

$$a = 50 \cdot 19,05 = 952,5 \text{ мм}.$$

Отримане значення орієнтовне. Дійсну міжосьову відстань потрібно прийняти враховуючи конструктивні параметри машини і привода.

Визначимо діаметри ділительних кіл зірочок [3, 14]

$$d_{qi} = \frac{t}{\sin \frac{180}{Z_i}}. \quad (3.9)$$

результат розрахунку

$$d_{q1} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{27}} = 173,2 \text{ мм}; \quad d_{q2} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{54}} = 327,6 \text{ мм}.$$

Визначимо діаметри зовнішніх кіл зірочок

$$D_{z_i} = t \left( \operatorname{ctg} \frac{180}{Z_i} + 0,7 \right) - 0,3d_1, \quad (3.10)$$

де  $d_1$  – діаметр ролика ланцюга, мм.

Розрахуємо:

- ведуча зірочка

$$D_{z_1} = 19,05 \left( \operatorname{ctg} \frac{180}{27} + 0,7 \right) - 5,96 \cdot 0,3 = 181,4 \text{ мм};$$

- ведена зірочка

$$D_{z_2} = 19,05 \left( \operatorname{ctg} \frac{180}{54} + 0,7 \right) - 5,96 \cdot 0,3 = 338,6 \text{ мм}.$$

Визначимо зусилля, що діють на ланцюг [3, 14] від таких сил:

- відцентрових

$$F_V = q \cdot V_{\mathcal{L}}^2, \quad (3.11)$$

тобто

$$F_{\mathcal{L}} = 2,44 \cdot 0,83^2 = 1,68 \text{ Н};$$

- провисання ланцюга

$$F_f = 9,81 \cdot K_f \cdot q \cdot a, \quad (3.12)$$

де  $K_f$  – коефіцієнт, який приймають залежно від кута нахилу передачі,

$$K_f = 0,15;$$

тоді

$$F_f = 9,81 \cdot 0,15 \cdot 24,4 \cdot 0,9525 = 33,8 \text{ Н}.$$

Визначимо розрахункове навантаження на вали передачі [3, 14]

$$F_B = F_{\mathcal{L}} + 2F_f. \quad (3.13)$$

Отримаємо

$$F_B = 1760 + 2 \cdot 33,8 = 1827,6 \text{ Н}.$$

Перевіримо правильність вибору ланцюга визначивши коефіцієнт запасу його міцності [3, 14]

$$S = \frac{Q}{F_{\mathcal{L}} \cdot K_q + F_V + F_f} > [S], \quad (3.14)$$

де  $[S]$  – нормативна величина коефіцієнта запасу міцності,  $[S] = 14$  [3].

Отримаємо, що

$$S = \frac{56,0 \cdot 10^3}{1760 \cdot 1 + 1,68 + 33,8} = 31,19.$$

Міцність забезпечена.

Визначимо розміри маточини ведучої зірочки:

- діаметр маточини

$$d_{cm} = 1,6 \cdot d_B, \quad (3.15)$$

тобто

$$d_{cm} = 1,6 \cdot 25 = 40 \text{ мм};$$

- довжина маточини

$$l_{cm} = (1,2 - 1,6) \cdot d_B, \quad (3.16)$$

тобто

$$l_{cm} = (1,2 - 1,6) \cdot 25 = 30 - 40 \text{ мм},$$

приймаємо  $l_{cm}=40\text{мм}$ .

Товщина диска зірочки залежить від довжини втулки

$$t_d = 0,93 \cdot B_{BH},$$

у результаті

$$t_d = 0,93 \cdot 17,75 = 16,5 \text{ мм}.$$

Розміри маточини веденої зірочки визначаємо аналогічно.

### 3.2. Розрахунок вала зворушувача, підбір його опор та розрахунок шпонкового з'єднання

Приступаючи до розрахунку ланцюгової передачі привода вала зворушувача спершу визначили величину крутного моменту на валу – 144,55 кНм. Маючи значення моменту можемо розрахувати розміри вала. Для повної уяви про конструкцію вала розпушувача та його відповідність умовам роботи машини спершу визначимо діаметр вихідного кінця вала, підберемо підшипники та перевіримо його міцність у небезпечному перетині.

Користуючись умовою міцності на кручення визначимо діаметр виступаючої ділянки (вихідного кінця) вала [5, 7]

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_1}{\pi \cdot [\tau]_k}}, \quad (3.17)$$

де  $[\tau]_k$  – допустиме напруження кручення, прийемо матеріал вала – сталь 35,

за понижених значень допустимі напруження будуть  $[\tau]_k=25\text{МПа}$ .

Тоді 
$$d_B = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 144,55 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = 24,4 \text{ мм}. \quad \text{Прийемо } d=25\text{мм}.$$

Розмір перетину де мають бути встановлені підшипникові опори приймемо такого ж розміру, тобто діаметром 25 мм, для якого використаємо підшипник кульковий радіальний середньої серії – 305, його розміри:  $d_B=25\text{мм}$ ,  $B=17\text{мм}$ ;  $D=62\text{мм}$ ;  $r=2\text{мм}$  [3, 26].

Правильність розрахунку уточнимо перевірочним розрахунком вала, у якому визначатимемо запас міцності вала у ймовірному небезпечному перетині користуючись залежностями для визначення напружень кручення і згину, оскільки вал у цьому перетині зазнаватиме сумісної дії цих двох видів деформації.

Визначимо напруження згину [5, 7, 26]

$$\sigma_{зг} = \frac{M}{W_{зг}}, \quad (3.18)$$

де  $W_{зг}$  – геометрична характеристика поперечного перетину вала –

Осьовий момент опору згину, що визначають як

$$W_{зг} = \pi \cdot d_B^2 / 32, \quad (3.19)$$

отримаємо

$$W_{зг} = \frac{3,14 \cdot 25^2}{32} = 1533,25 \text{ мм}^3.$$

Тоді

$$\sigma_{зг} = \frac{144,55 \cdot 10^3}{1533,25} = 94,28 \text{ Н/мм}^2.$$

Напруження кручення [5, 7]

$$\tau = \frac{M}{W_{кр}}; \quad (3.20)$$

де  $W_{кр}$  – полярний момент опору поперечного перетину вала, при крученні

$$W_{кр} = \pi \cdot d_B^3 / 16, \quad (3.21)$$

тобто

$$W_{кр} = \frac{3,14 \cdot 25^3}{16} = 3066,4 \text{ мм}^3.$$

Відповідно напруження

$$\tau = \frac{144,55 \cdot 10^3}{3066,4} = 47,1 \text{ МПа.}$$

Визначимо, яким буде запас міцності при отриманих напруженнях згину [5, 7, 22, 25]

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma'_T}{\sigma_{3T}}, \quad (3.22)$$

де  $\sigma'_T = \sigma_T \cdot \varepsilon_T = 280 \cdot 0,8 = 224 \text{ Н/мм}^2$ ,

тут  $\sigma_T$  – границя текучості, враховуючи, що матеріал вала – сталь 35, прийmemo  $\sigma_T = 280 \text{ МПа}$  [5, 7].

Тоді 
$$n_{\sigma} = \frac{224}{94,28} = 2,38 .$$

Визначимо за напруженнями кручення запас міцності [5, 7, 21, 23, 26]

$$n_T = \frac{\tau'_1}{\tau}, \quad (3.23)$$

де  $\tau'_1$  – границя текучості, для матеріалу вала – сталь 35 матимемо

$$\tau'_1 = \tau_1 \cdot n_T = 150 \cdot 0,8 = 120 \text{ Н/мм}^2.$$

Отримаємо, що коефіцієнт запасу міцності буде

$$n_T = \frac{120}{47,1} = 2,55 .$$

Значення повного коефіцієнта запасу міцності визначаємо за формулою [3, 14]

$$S = \frac{\eta_{\sigma} \cdot \sigma_T}{\sqrt{\eta_{\sigma}^2 + \sigma_T^2}} . \quad (3.24)$$

Отримаємо

$$S = \frac{2,38 \cdot 2,55}{\sqrt{2,38^2 + 2,55^2}} = 1,74 > [S].$$

Умова міцності дотримується, бо нормальна робота вала є при допустимому значенні коефіцієнта запасу міцності –  $[S]=1,5 \dots 1,7$ .

Оскільки на вихідному кінці вала зворушувача встановлюють зірочку ланцюгової передачі привода, то для її монтажу застосуємо з'єднання призматичною шпонкою (рис. 3.2), яке потрібно розрахувати.

Перевіримо шпонкове з'єднання на зріз і на зминання. Вал через шпонкове з'єднання передає крутний момент  $144,55 \cdot 10^3 \text{ Нмм}$ .

Діаметр вихідного кінця вала  $d_B=25 \text{ мм}$ , виберемо розміри шпонки з [5, 26]: висота  $h=6 \text{ мм}$ , ширина  $b=6 \text{ мм}$ , глибина паза  $t_1=3,5 \text{ мм}$  у валу, у маточині  $t_2=2,8 \text{ мм}$ , робоча довжина шпонки  $l_P=14 \dots 40 \text{ мм}$ , прийmemo її орієнтуючись на розмір маточини –  $30 \text{ мм}$ .

Прийmemo згідно [5, 26] допустиме напруження для сталюї маточини на зминання  $[\sigma]_{зм} = 240 \text{ МПа}$ , на зріз  $[\tau]_{зр} = 90 \text{ МПа}$ .

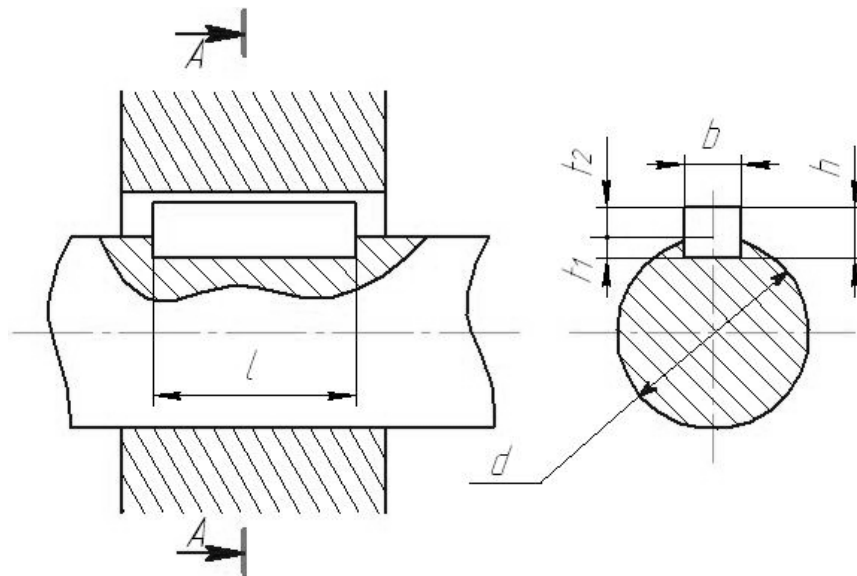


Рисунок 3.2

Міцність з'єднання на зминання визначаємо так [5]

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{d_B (h - t_1) l_P} \leq [\sigma]_{зм} \cdot \quad (3.25)$$

Буде

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 144,55 \cdot 10^3}{25 \cdot (6 - 3,5) \cdot 30} = 154,2 \text{ МПа.}$$

Умова міцності за напруженнями зминання  $\sigma_{зм} < [\sigma]_{зм}$  дотримана, надійність шпонкового з'єднання забезпечена.

Перевіряємо міцність з'єднання на зріз [5]

$$\tau_{зр} = \frac{F}{A} = \frac{2T}{d \cdot b \cdot l_P} \cdot \quad (3.26)$$

Буде

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 144,55 \cdot 10^3}{25 \cdot 6 \cdot 30} = 64,24 \text{ МПа.}$$

За напруженнями зрізу міцність також забезпечена, оскільки  $\tau_{зр} < [\tau]_{зр}$ .

### 3.3. Розрахунок умов застосування удосконаленого підбирача трести на виконанні технологічних операцій

Підбирання трести із застосуванням удосконаленого підбирача здійснюється у певній послідовності з виконанням відповідних операцій та передбачає дотримання агротехнічних вимог [8, 10, 17, 18, 19]: повнота підбирання не менше 99%; не зв'язаних снопів може бути не більше 4%; розтягнутість снопів у межах 1,3 рази; діаметр снопів має бути у межах 14...18 см.

Виходячи із необхідності дотримання агротехнічних вимог виконуємо розрахунок збирального агрегата (рис. 3.3) складеного із трактора Т-25А, підбирача ПТН-1, який обладнано удосконаленим пристосуванням, що зворушує стрічки льону.

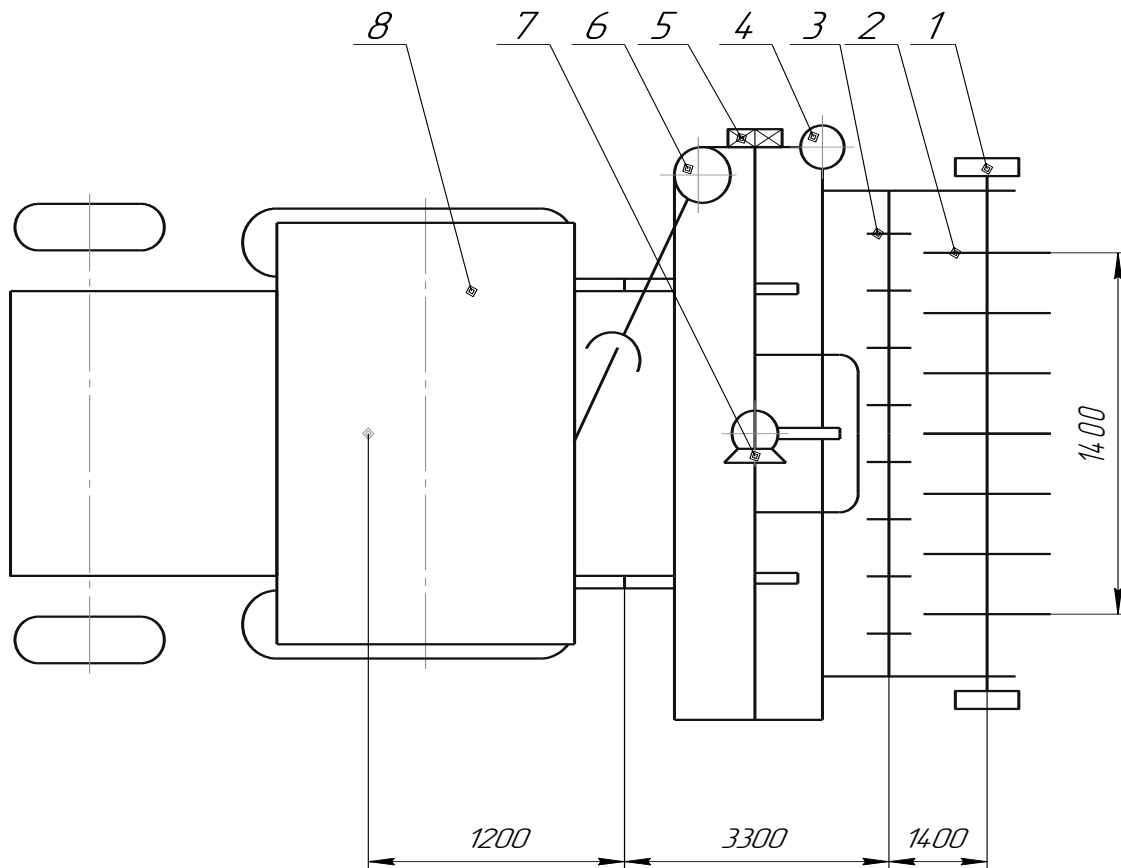


Рисунок 3.3 – Схема агрегату для підбирання трести:

Збиральний агрегат є тягово-приводним, тому спершу визначимо повний опір агрегату [1, 11]

$$R_{AGP} = R_M + R_{BВП} + R_{ПП}, \quad (3.27)$$

де  $R_M$  – опір машини, кН;

$R_{BВП}$  – тяговий опір, реалізований ВВП трактора, кН;

$R_{ПП}$  – опір удосконаленого пристосування для розпушування, кН.

Першу складову, тобто опір машини визначимо так [11]

$$R_M = n_a \cdot k \cdot R_P, \quad (3.28)$$

де  $n_a$  – число машин в агрегаті;

$k$  – питомий опір машини, кН/м;

$R_P$  – ширина робоча захвату машини, м.

Отримаємо  $R_M = 1 \cdot 0,6 \cdot 1,4 = 0,84$ кН.

Трактор міг би додатково подолати тяговий опір завдяки потужності реалізовуваній через ВВП визначаємо як [11]

$$R_{BВП} = \frac{N_T \cdot \eta_c}{V_P \cdot \eta_{BВП}}, \quad (3.29)$$

де  $N_T$  – потужність, витрачувана завдяки ВВП,  $N_T = 4,3$ кВт [1, 11];

$\eta_c$  – ккд силової передачі трактора;  $\eta_c = 0,9$ ;

$\eta_{BВП}$  – ккд передачі через ВВП,  $\eta_{BВП} = 0,96$ ;

$V_P$  – швидкість трактора робоча на вибраній передачі, м/с.

Теоретичну швидкість руху трактора виберемо з технологічно допустимої на підбиранні трести. Для трактора Т-25А такою є п'ята передача, їй буде відповідати швидкість збиральної машини  $v_M = 8,1$ км/год, тягове зусилля  $P_T = 5,7$ кН.

Робоча швидкість

$$V_P = v_M (1 - \delta), \quad (3.30)$$

де  $\delta$  – коефіцієнт буксування,  $\delta = 0,1$ ;

тоді  $V_P = 8,1 \cdot (1 - 0,1) = 7,29$  км/год = 2,03м/с.

Відповідно



$$R_{ВВП} = \frac{4,3 \cdot 0,9}{2,03 \cdot 0,96} = 2,01 \text{ кН.}$$

Опір розробленого пристосування [11]

$$R_{ПР} = G_{ПР} \cdot f, \quad (3.31)$$

де  $G_{ПР}$  – вага пристосування,  $G_{ПР} = 0,72$  кН;

$f$  – коефіцієнт перекочування,  $f = 0,2$ .

Маємо

$$R_{ПР} = 0,72 \cdot 0,2 = 1,44 \text{ кН.}$$

Повний опір агрегату

$$R_{АГР} = 0,84 + 2,01 + 1,44 = 4,29 \text{ кН.}$$

Визначаємо значення коефіцієнта використання тягового зусилля [1, 11]

$$\eta = R_{АГР} / P_T, \quad (3.32)$$

тобто

$$\eta = 4,29 / 5,7 = 0,75.$$

Визначимо величину коефіцієнта використання потужності трактора [1, 6, 11]

$$\eta_N = \frac{N_{ГАК} + N_{ВВП}}{N_D}, \quad (3.33)$$

де  $N_D$  – потужність двигуна,  $N_D = 18,4$  кВт.

$N_{ГАК}$  – потужність на гаку трактора, кВт.

Визначаємо потужність на гаку трактора [6, 11]

$$N_{ГАК} = R_{АГР} \cdot V_P, \quad (3.34)$$

тобто  $N_{ГАК} = 4,29 \cdot 2,03 = 8,73$  кВт.

Відповідно коефіцієнт використання потужності трактора

$$\eta_N = \frac{8,73 + 4,3}{18,4} = 0,71.$$

Агрегат для збирання трести комплектують та готують до роботи у такій послідовності. Спершу готують трактор встановивши потрібну ширину колії, довівши тиск у шлангах гідросистеми до номінального значення, встановивши ВВП та перевіривши рівень масла у маслобаку та наявність мастила у

підшипникових вузлах. Далі приєднують збиральну машину до трактора приєднавши страхувальний ланцюг, з'єднавши гідросистеми машини й трактора, монтують карданну передачу.

Готують машину до роботи перевіривши натяг приводних ланцюгів, та перевіривши усі кінематичні передачі, що є у машині, за необхідності проводять потрібні регулювання. Опісля виконують перевірку роботи вузлів і робочих органів без навантаження, якщо усе гаразд виконують перевірку при завантаженні машини на 50% потужності.

Підготувавши агрегат до роботи, готують поле до збирання.

Підбирач трести удосконалений розробленим пристосування для зворушування створює збиральному агрегатові відповідні умови для роботи на полі – рух човниковим способом без потреби розбивати поле на загінки. Потрібно лише відділити поворотні смуги для виконання петельного повороту (рис. 3.4).

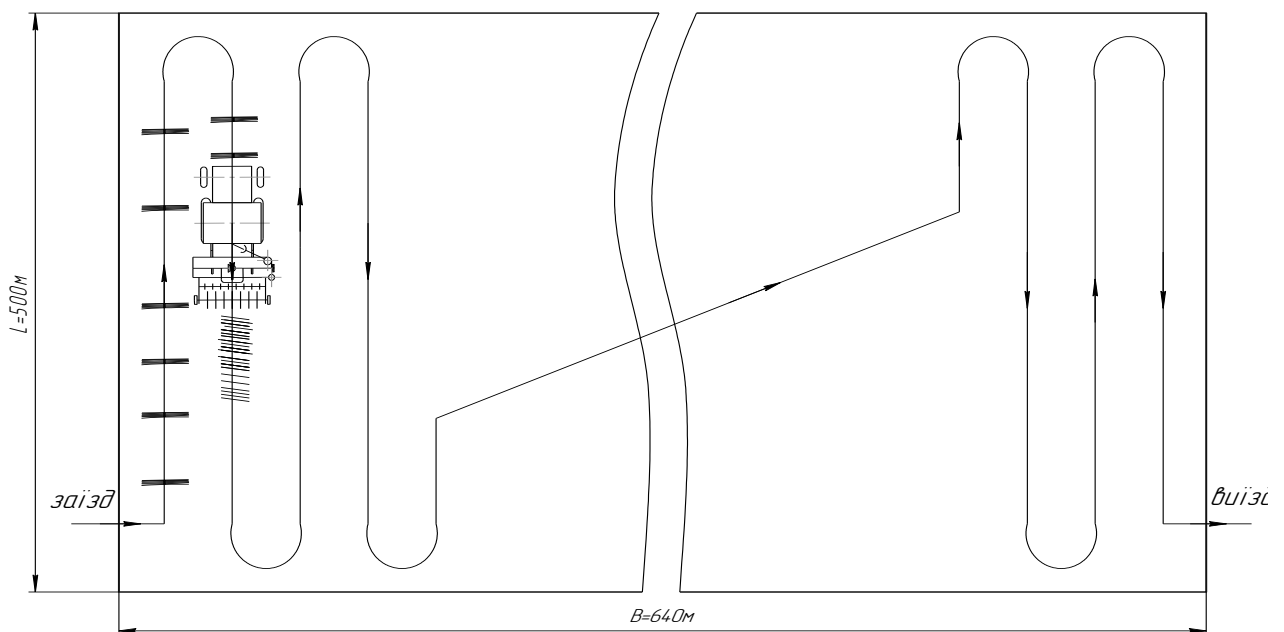


Рисунок 3.4 – Робота агрегату на полі

Обумовимо роботу агрегату у полі у такій послідовності.

Мінімальна ширина поворотної смуги агрегата [1, 6, 10]

$$E_{\min} = 1,1 \cdot R_0 + l_{агр} , \quad (3.35)$$

де  $R_0$  – мінімальний радіус його повороту, м;

$l_{agr}$  – довжина його виїзду, м;

Радіус повороту агрегат мінімальний залежить від ширини захвату

$$R_0 = 0,9 Bp . \quad (3.36)$$

Отримаємо

$$R_0 = 0,9 \cdot 1,4 = 1,26 \text{ м.}$$

Визначимо довжину виїзду агрегату

$$l = 0,5 \cdot l_k ; \quad (3.37)$$

де  $l_k$  – довжина агрегату мінімально необхідна, визначають її як

$$l_k = l_{mp} + l_m , \quad (3.38)$$

де  $l_{mp}$  і  $l_m$  – відповідно довжини кінематичні трактора та приєднуваної машини, м.

Тоді

$$l_k = 1,2 + 4,7 = 5,9 \text{ м.}$$

Відповідно довжина виїзду буде

$$l = 0,5 \cdot 5,9 = 2,95 \text{ м.}$$

Отримаємо мінімальну ширину поворотної смуги агрегата

$$E_{\min} = 1,1 \cdot 1,26 + 2,95 = 4,34 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги фактична має бути кратна ширині захвату агрегату, тому

$$Z_{ПС} = E_{\min} / Bp = 4,34 / 1,3 = 3,09 .$$

прийmemo  $Z_{ПС} \approx 4$ .

Визначимо ширину заїнки фактичну

$$E_{\phi} = 4 \cdot Bp , \quad (3.39)$$

тобто

$$E_{\phi} = 4 \cdot 1,4 = 5,6 \text{ м.}$$

Довжина холостого повороту буде

$$l_x = 4 \cdot R_0 + 2l . \quad (3.40)$$

Отримаємо

$$l_x = 4 \cdot 1,26 + 2 \cdot 2,95 = 10,84 \text{ м.}$$

Визначимо скільки потрібно робочих ходів агрегата на полі

$$n_p = c / Bp , \quad (3.41)$$

тут  $c$  – ширина поля, м.

Отримаємо

$$n_p = 640 / 1,4 = 457 .$$

Потрібно також визначити кількість холостих ходів агрегата

$$n_{xx} = \frac{c}{Bp} - 1 , \quad (3.42)$$

тобто

$$n_{xx} = \frac{640}{1,4} - 1 = 456 .$$

Виконані розрахунки забезпечують підготовку поля до роботи, що показано в ілюстративній частині роботи.

На підготовленому полі потрібно організувати роботу агрегату. На початку потрібно обробити поворотні смуги, опісля виконують підбирання трести. Ефективність роботи можна відслідкувати за коефіцієнтом робочих ходів, який визначають за формулою [1, 10]

$$\varphi = \frac{L_p \cdot n_p}{L_p \cdot n_p + l_{xx} \cdot n_{xx}} , \quad (3.43)$$

де  $L_p$  – довжина робочого ходу агрегата, пов'язана із довжиною поля залежністю

$$L_p = L_n - 2 E_\phi , \quad (3.44)$$

де  $L_n$  – довжина поля,  $L_n = 500$  м.

Тоді

$$L_p = 500 - 2 \cdot 5,6 = 489 \text{ м.}$$

Відповідно

$$\varphi = \frac{489 \cdot 457}{489 \cdot 457 + 10,84 \cdot 456} = 0,95 .$$

### 3.4. Характеристика фаз роботи в'язального апарата

Важливим в експлуатації існуючих та при проектуванні в'язальних апаратів нових типів потрібно домагатися відповідності продуктивності в'язального апарату та продуктивності інших робочих органів цих машин. Тенденція збільшення продуктивності збиральних машин завдяки підвищенню робочих швидкостей спричиняє зростання інерційних сил і підвищується жорсткість у роботі в'язальних апаратів, а це спричиняє порушення у технологічному процесі та призводить до поломок окремих деталей. Удосконалити роботу в'язальних апаратів можна завдяки розрахунку та аналізу роботи їх окремих сильно навантажених елементів. Необхідна умова під час експлуатації в'язального апарату – узгодженість початку і кінця робочого циклу всіх механізмів.

Роботу в'язального апарату можна розділити на такі фази.

Формування снопа. Характерним є те, що вузлов'язач вимкнений, пакувальники відокремлюють порції стебел зі стрічки періодично та переміщують їх на опорні важелі. Частота обертання вала вузлов'язача від  $1\text{с}^{-1}$  до  $1,7...2,3\text{с}^{-1}$  завдяки цьому досягається вища продуктивність в'язальних апаратів. Збільшувати ще частоту обертання вала привода вузлов'язача недоцільно бо зростатимуть сили інерції та скорочуватимуться періоди формування та з'єднання снопів.

Розділення снопів. Коли формування снопа закінчено, то голка в'язального апарата подає до вузлов'язача шпагат. У такий момент наступні стебла не мали би потрапляти до снопа, що зв'язується, їх затримує роздільник снопів, однак через недосконалість його конструкцій буває порушення технологічного процесу в'язання.

З'єднання снопа шпагатом. Найвідповідальніша із фаз при якій дзьоб і затиск вузлов'язача здійснюють багато рухів та операцій для створення вузла, відповідно до цього час скріплення снопа має бути достатнім. Для покращення процесу можна застосовувати порційну подачу стебел для формування снопа. Завдяки цьому фази формування і з'єднання снопа часто суміщають, що збільшує

їх тривалість і зменшує сили інерції, які впливають на робочі елементи в'язального апарата; завдяки цьому немає потреби встановлювати роздільник снопів.

Визначимо тривалість формування і з'єднання снопа [10]

$$t = 1 / Q , \quad (2.54)$$

де  $Q$  – продуктивність машини (кількість снопів зв'язаних за 1 с).

Продуктивність машини залежить від таких параметрів

$$Q = m \cdot V_M \cdot B_3 , \quad (2.55)$$

де  $V_M$  – швидкість,  $V_M = 2,03$  м/с;

$B_3$  – ширина захвата,  $B_3 = 1,1$  м;

$m$  – кількість снопів, отриманих з  $1 \text{ м}^2$  поля.

Кількість снопів льону  $m$  визначимо так [10]

$$m = (v \cdot d^2) / (\gamma_{CH} \cdot d_{CH}^2) , \quad (2.56)$$

де  $v$  – кількість стебелин льону на  $1 \text{ м}^2$  поля,  $v = 80$ ;

$d$  – діаметр стебелин льону,  $d = 6$  мм;

$d_{CH}$  – діаметр снопів,  $d_{CH} = 160 \dots 200$  мм;

$\gamma_{CH}$  – коефіцієнт, що показує наповнення снопів стебелинами,  $0,6$ .

Тоді

$$m = (200 \cdot 6^2) / (0,6 \cdot 80^2) \approx 2 \text{ снопів/м}^2.$$

Відповідно продуктивність

$$Q = 2 \cdot 2,03 \cdot 1,1 \approx 4,5 \text{ сн.}$$

Час, що затрачається на формування і скріплення снопа буде

$$t = 1 / 4,5 = 0,22 \text{ с.}$$

Фаза скидання. Після з'єднання снопа скидаючі важелі відсувають сніп зі стола на поперечний транспортер, який його скидає на поверхню поля. Скидаючі важелі мають діяти на снопи плавно, щоб запобігти обриву шпагата та пошкодженню стебел у снопах.

### 3.5. Визначення стійкості збирального агрегата під час роботи

Під час руху агрегата для збирання трести на криволінійних ділянках буде виникати відцентрова сила, яка намагатиметься машинно-тракторний агрегат змістити у напрямку від центра повороту. Якщо своєчасно не знижувати швидкість руху, то виникатиме бокове ковзання коліс, що може призвести до перекидання. Визначимо швидкість руху трактора на повороті, за якої може починатися перекидання [1, 11]

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{B \cdot R \cdot g}{2h_{Ц}}}, \quad (2.59)$$

де  $B$  – ширина колії,  $B=1,4$ м;  $R$  – радіус повороту,  $R=1,26$ м;

$h_{Ц}$  – висота розташування центра ваги трактора,  $h_{Ц}=1,4$ м.

Отримаємо

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{1,4 \cdot 1,26 \cdot 9,8}{2 \cdot 1,4}} = 2,48 \text{ м/с.}$$

У сучасних тракторах спершу простежується занос, тобто бокове ковзання, і лише згодом може відбутися перекидання [6, 27]. Визначимо швидкість руху на поворотах, за якої виникатиме початок заносу (ковзання)

$$V_{з} = \sqrt{R \cdot g \cdot \varphi}, \quad (2.60)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт зчеплення поперечного коліс з дорогою,  $\varphi=0,35$ .

Результат

$$V_{з} = \sqrt{1,26 \cdot 9,8 \cdot 0,35} = 2,1 \text{ м/с.}$$

Для роботи агрегата на схилі визначимо поперечний максимальний кут

$$\beta = \arctg K_{СТ}, \quad (2.61)$$

де  $K_{СТ}$  – коефіцієнт статичної стійкості

$$K_{СТ} = B/2h_{Ц}, \quad (2.62)$$

тобто

$$K_{СТ} = 1,4/2 \cdot 1,4 = 0,5.$$

Тоді

$$\beta = \arctg 0,5 = 26^{\circ} 5'.$$

Отже, швидкість агрегата для збирання трести на поворотах має бути до 2,1 м/с для запобігання виникненню травмонебезпечних та аварійних ситуацій. Кут нахилу місцевості не більше 26°.

## **4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1. Визначення причин можливих травм та аварій під час підбирання трести**

Збирають льонотресту трактором Т-25А з підбирачем трести ПТН-1, робочі органи якого приводяться у рух від ВВП даного енергетичного засобу.

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

Особливо небезпечною є зона між енергетичним засобом та підбирачем трести (заштрихована ділянка), яка характеризується наявністю великої кількості активних робочих органів та механізмів їх приводу.

Робочі органи підбирача приводяться у рух через карданну передачу 1. Обертіві деталі даного вузла складають особливу небезпеку, якщо вони не закриті захисним кожухом.

Наступним небезпечним місцем є механізм та муфта виключення 2 в'язального апарата. Дана ділянка машини повинна бути закрита кожухом, а піднімати важіль включення муфти вручну забороняється.

Підбирач барабанного типу 3 та зворушувач 5 стрічки льону мають робочі органи у вигляді пальців, що обертаються навколо своєї осі. Під час роботи вони відкриті, тому знаходитися поблизу них необхідно у заправленому одязі та на відстані витягнутої руки. Ще одним небезпечним місцем є ланцюгові передачі 4. Під час роботи необхідно слідкувати за натягом ланцюгів та періодично здійснювати їх регулювання.

Голка 6 в'язального механізму відноситься до робочих органів, що працюють періодично. Небезпека виникає під час переміщення голки вгору до в'язального апарата. Для запобігання травм забороняється проштовхувати стебла льону руками чи сторонніми предметами.

Формувач снопів 7 переміщує тресту на перебиральному столі. Даний вузол є відкритий, тому перебувати у зоні його дії не дозволяється.



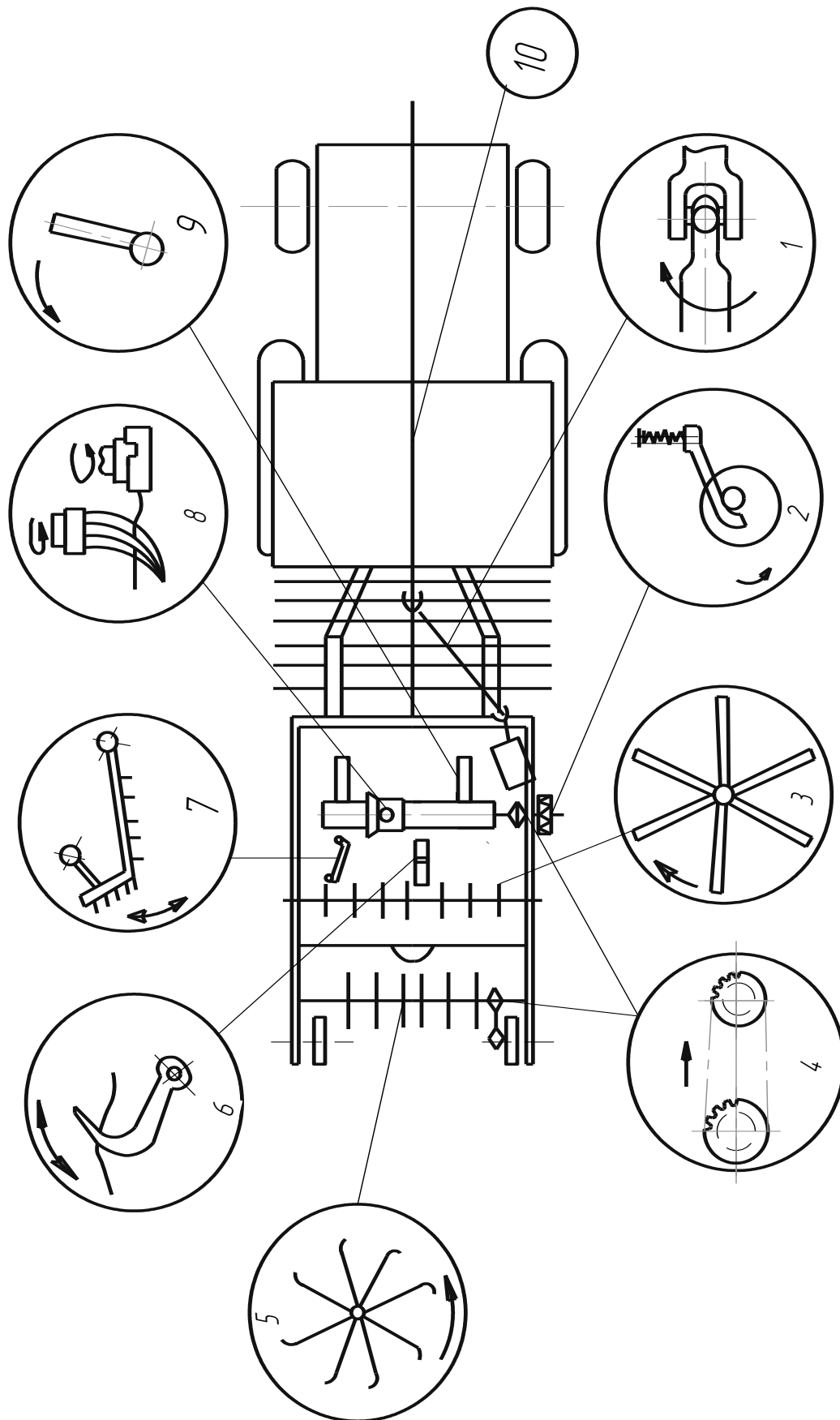


Рисунок 4.1 – Схема розміщення травмонебезпечних зон на агрегаті для підбирання льонотрести (трактор + підбирач ПТН-1)

В'язальний апарат забезпечує подачу та обертання вузлов'язача 8 і ножа. Утримувати чи подавати шпагат вручну забороняється.

Скидувальні руки 9 працюють періодично. Їх завданням є: викидання сформованих снопів на поверхню поля. Ці робочі органи є відкритими, тому становлять небезпеку [10].

Відповідно до технологічного процесу та небезпечних зон підбирача трести потрібно строго дотримуватися вимог техніки безпеки [4, 8, 10].

#### **4.2. Розроблення моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій при підбиранні трести. Техніка безпеки при роботі на агрегаті для підбирання льонотрести**

При підбиранні льонотрести можуть виникати численні аварійні та травмонебезпечні ситуації. Вони пов'язані з надійністю окремих вузлів та органів агрегату, що використовується для цієї операції, а також з умовами роботи машини, тобто підбирача, у даному випадку ПТН-1.

Підбирач трести ПТН-1 є тягово-приводною машиною і агрегуються з енергетичним засобом – трактором Т-25А.

Проаналізуємо можливість виникнення аварій внаслідок використання зі спрацьованими понад норму ґрунтозачепами на шинах (НУ<sub>1</sub>), експлуатації підбирача без гальм (НУ<sub>2</sub>), при перевищенні швидкості руху машини (НД<sub>1</sub>).

Схема процесу формування і виникнення аварій (А) та (або) травм (Т) буде мати вигляд представлений на рис. 4.2.

При здійсненні розвороту необхідно перевести підбирач ПТН-1 у транспортне положення за допомогою гідросистеми трактора. Якщо елементи гідроприводу зношені понад норму (НУ<sub>3</sub>), то може відбуватися самовільне опускання підбирача (НД<sub>2</sub>). Такі умови можуть спричиняти занос трактора (НС<sub>1</sub>), а при їх спільній дії може статися перекидання трактора (НС<sub>2</sub>).

Із наведеної схеми (див. рис. 4.2) видно, що ситуація «занос трактора» (НС<sub>1</sub>) переходить у небезпечнішу – «перекидання трактора» (НС<sub>2</sub>).

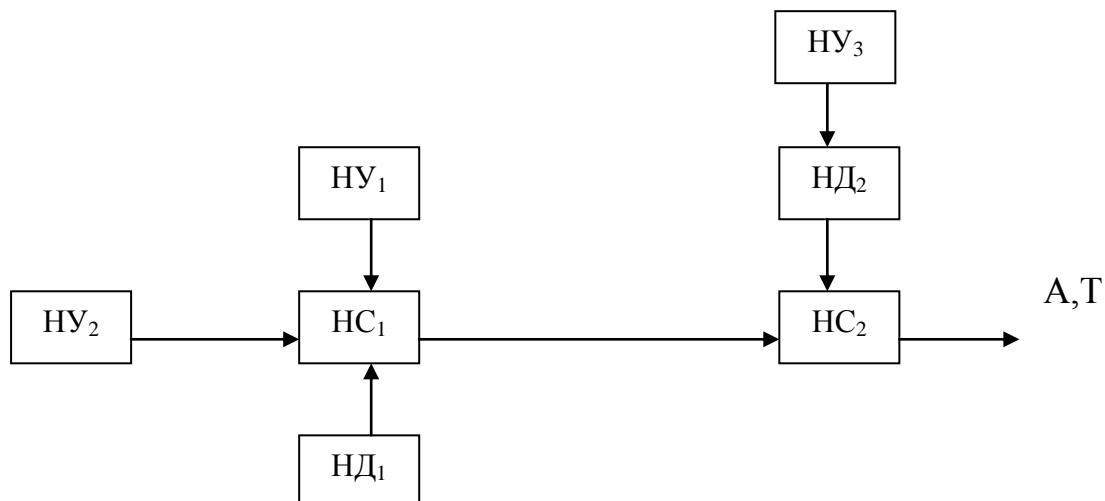


Рисунок 4.2 – Схема процесу формування і виникнення аварій та травм при підбиранні трести

Виходячи із проведеного аналізу виникнення можливих травм та аварій встановимо правила техніки безпеки при роботі на агрегаті для підбирання льонотрести – ПТН-1.

Для безпечної роботи на агрегаті для підбирання трести потрібно дотримуватись таких правил [10]:

- стороннім особам категорично забороняється знаходитися на працюючій машині, а також у безпосередній близькості від неї;
- не допускати до роботи осіб без посвідчення машиніста-тракториста на керування машиною й ті, що не пройшли інструктаж із техніки безпеки, про що має бути зроблений запис у журналі;
- забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів машини під час її руху;
- забороняється проводити будь-які регулювання або роботи під підбирачем, якщо під його колеса не поставлені противідкочувальні башмаки;
- усі види регулювань і технічного огляду слід виконувати тільки після повної зупинки машини, і при вимкненому двигуні трактора;
- забороняється проводити будь-які роботи під в'язальним апаратом, що знаходиться у транспортному положенні. Для таких робіт необхідно фіксувати апарат механічним фіксатором і ставити на спеціальні підставки;

- забороняється робота на агрегаті у незаправленому одязі зі звисаючими полами й рукавами;
- про пуск і початок руху агрегату повідомити сигналом тих, хто стоїть поблизу;
- перед початком роботи необхідно впевнитися у повній справності всього агрегату, перевіривши наявність і міцність кріплення всіх захисних пунктів, і охорони;
- забороняється знаходитися спереду агрегату під час його руху;
- очищення робочих органів машини здійснювати спеціальними очисниками;
- інструменти, пристосування й обладнання для технічного обслуговування мають відповідати своєму призначенню, бути справними й забезпечувати безпечність проведення робіт;
- забороняється проводити прокручування машини, що не з'єднана з трактором за допомогою пальця;
- остерігатися обертових частин та знаходитись поблизу головної карданної передачі;
- категорично забороняється знаходитись на підбирачі під час руху агрегату, не допускати перевезення вантажу на машині;
- у кабіні трактора потрібно мати аптечку і слідкувати за поповненням її всіма необхідними медикаментами;
- при поворотах, розворотах і при русі на похилій дорозі швидкість зменшити до 3...4 км/год; після зупинки машини обов'язково перевести важіль коробки передач у нейтральне положення і виключити ВВП;
- обганяти транспортні засоби, швидкість руху яких дорівнює або перевищує вказану транспортну швидкість руху машини, забороняється.

Отже, на МТА для підбирання трести, що складається з трактора Т-25А і підбирача ПТН-1 існує десять основних травмонебезпечних зон і місць. Для безпечної роботи агрегату його швидкість руху на поворотах не повинна перевищувати 2,1м/с, при вищій швидкості на поворотах може статися перекидання агрегату, а максимальний кут схилу для роботи і транспортування  $26^{\circ}$ .

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній роботі реалізовано удосконалення процесу збирання льону завдяки розробці пристосування, яке встановлюють на підбирач трести ПТН-1, навішений на трактор Т-25А. Недолік у базовому варіанті підбирача – надмірне травмування трести під час її підбирання пальцями барабана, а також неповне підбирання, що призводить до втрат сировини. Запропоноване удосконалення – це обладнання підбирача додатковим пристроєм, який буде зрушувати тресту. Таке пристосування встановлюють перед підбиральним барабаном у передній частині підбирача, воно виконує роль додаткового елемента, який піднімає тресту і подає її безпосередньо у підбирач. Пристосування конструктивно містить такі елементи: вал, на якому встановлені підігнуті пальці, опорно-приводні колеса, механізм навіски та рама. Завдяки спеціальній начіпці пристосування монтують з підбирачем трести ПТН-1. Вал з пальцями, які зрушують тресту, приводить в рух ланцюгова передача, яка отримує рух від двох опорно-приводних коліс.

Технологічний процес із застосуванням пристосування відбувається так – при русі агрегата пальці зворушувача дотикаються до стрічки стебел льону і піднімають її з ґрунту. Далі стрічка нерозривно піднімаючись потрапляє у підбиральний барабан машини ПТН-1, верхня частина якого обладнана компенсатором, завдяки якому стебла рівномірним потоком подаються на пресувальний стіл, на якому в'язальний апарат утворює снопи, зв'язує їх і згодом вкладає на поверхню поля.

Запропоноване удосконалення обґрунтовано: розраховано параметри і режими його роботи, розраховано ланцюгову передачу привода вала розпушувача, розраховано вал, підібрано для нього підшипники і шпонкове з'єднання. У приводі використано ланцюгову передачу з кроком 19,05мм. Розраховано операції підбирання трести, встановлено, що безпечна робота агрегата буде за швидкості руху на поворотах не більше 2,1 м/с, максимальний кут нахилу місцевості 26°; наведено характеристику фаз роботи в'язального апарата; розроблені відповідні заходи з охорони праці.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві. Київ : Вища школа, 1995. 236 с.
2. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Т.Р. Сільськогосподарські машини. Київ : Урожай, 1994. 448 с.
3. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
4. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів : Новий світ, 2000. 230 с.
5. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
6. 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.
7. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А.Довбуш, Н.І.Хомик, А.В. Бабій, Г.Б.Цьонь, А.Д.Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А.,2022. 220с.
8. Ковальов В.Б. Смик Д.С. Індустріальна технологія у льонарстві. Київ : Урожай, 1985. 74 с.
9. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. 188 с.
10. Механізація робіт у льонарстві /Мельник І.П. та ін. Ужгород : Карпати, 1991. 134 с.
11. Рибачук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини. Практикум з розрахунку і досліджень роботи процесів. Львів : ЛДАУ, 1998. 264 с.

12. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник /Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. Київ : Вища освіта, 2005. 464 с.
13. Хомик Н.І. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, І.Й. Блозва, А.Д. Довбуш. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
14. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.
15. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина друга. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.
16. 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.
17. 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.
18. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, Н.А. Антончак. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2021. 320 с.
19. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
20. Andreikiv, O.E., Babii, A.V., Dolinska, I.Y. *et al.* Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Mater Sci* 56, 112–118 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00404-2>

21. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor *Procedia Structural Integrity*, 2022. No 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
22. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Dunets Bogdan. Evaluation technique of frame residual operational life. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2019. Vol. 93. No. 1. P. 61-69.
23. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Tson Hanna, Dovbush Anatolii, Improvement of prt-9 constructive system on the basis of frame elements strength balance. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2020. Vol. 100. No. 4. P. 40-45.
24. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Palyukh A. Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2022. Vol 108. No 4. P. 5-15.
25. Hevko R.B., Tkachenko I.G., Khomyk N.I., Gumeniuk Y.P., Flonts I.V., Gumeniuk O.O. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. *INMATEH - Agricultural Engineerin*, 2020. Vol. 61. Is. 2. P. 175-182.
26. Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Технічна механіка: навчально-методичний посібник до курсової роботи для студентів напряму підготовки «Електротехніка та електротехнології» денної та заочної форм навчання Тернопіль : Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2013. 192с.
27. Хомик Н.І. Експлуатаційні властивості транспортних засобів: конспект лекцій. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2014. 92 с.
28. Babii A., Levytskyi B., Dovbush T., Babii M., Khomuk N., Dovbush A., Valiashek V. Mathematical model of sprayer tank loading. *Procedia Structural Integrity*, 2024. No 59, 609-616.



## **ДОДАТКИ**