

**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 МІЖРЯДНОГО
ОБРОБІТКУ СУНИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕРНІЗОВАНОГО
КУЛЬТИВАТОРА, ОСНАЩЕНОГО ПРИСТОСУВАННЯМ ДЛЯ
ЗГРІБАННЯ ЛИСТЯ В ЗОНІ РЯДКА»**

”

Виконав: студент 4 курсу групи Аін-41
спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Каплун Віталій Ігорович
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Крулич О.М.
(прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

УДК 631.358:634.7

Каплун В.І. Підвищення ефективності міжрядного обробітку суниці з використанням модернізованого культиватора, оснащеного пристосуванням для згрібання листя в зоні рядка. Дипломний проєкт. Дубляни: кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича Львівського НУП, 2023.

54 с. текст. част., 7 рис., 3 табл., 28 джерел, 6 арк. графіч. част. формату А1.

Проведено аналіз технологій вирощування суниці садової великоплідної. Розглянуто технологічні операції по догляду за суницею. В технології запропоновано передбачити виконання операції згрібання старого листя із зони рядка.

Розраховані основні техніко-економічні показники даної операції та розроблена операційна карта.

Для зменшення затрат ручної праці та підвищення продуктивності виконання операції згрібання старого листя з зони рядка, було розроблено спеціальне пристосування, секція граблин, до культиватора КОН-2,8. Обґрунтовано основні технологічні та конструктивні параметри запропонованого пристосування.

Розроблено правила техніки безпеки під час роботи на запропонованому агрегаті, а також проведено аналіз стану охорони праці та охорони довкілля в господарстві.

Виконано розрахунок економічної ефективності запропонованого агрегату для згрібання старого листя порівняно з ручним виконанням даної операції. Розрахунковий річний економічний ефект становить 280,5 тис.грн за умови обробітку площі 122 гектари.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ	7
1.1. Технологічні особливості вирощування суниці	7
1.2. Технологія вирощування суниці	8
Висновок	11
2. РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЇ ЗГРІБАННЯ СТАРОГО ЛИСТЯ.....	12
2.1. Розрахунок технологічних параметрів роботи агрегату в полі.....	12
2.2. Розрахунок експлуатаційних затрат під час роботи агрегату	18
Висновки	21
3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ГРАБЕЛЬ ДЛЯ ОБРОБІТКУ РЯДУ СУНИЦІ.....	22
3.1. Існуючі конструкції грабелів та їх недоліки	22
3.2. Обґрунтування конструктивної розробки проекту.....	23
3.3. Будова та технологічний процес роботи розроблених грабелів	23
3.4. Розрахунок запропонованої розробки	26
3.4.1. Розрахунок основних конструктивних параметрів грабелів	26
3.4.2. Визначення сил, що діють на секцію грабелів та розрахунок основних вузлів і елементів кріплення	30
3.4.3. Розрахунок пальця кріплення граблини до секції	35
3.4.4. Розрахунок клемового з'єднання кривошипа опорних коліс секції	37
Висновок	39
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	40
4.1. Структурно-функціональний аналіз процесу згрібання старого листя	40
4.2. Моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій під час згрібання старого листя	41

4.3.	Обґрунтування організаційно технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу.....	42
4.3.1.	Правила техніки безпеки під час використання агрегату	42
4.3.2.	Розрахунок агрегату від перекидання на схилах	43
5.	ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	44
5.1.	Охорона та раціональне використання ґрунтів.....	44
5.2.	Охорона та ефективне використання водних ресурсів	45
5.3.	Охорона атмосферного повітря	46
5.4.	Шляхи покращення екологічного стану господарства	46
6.	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРЕГАТУ ДЛЯ ЗГРІБАННЯ СТАРОГО ЛИСТЯ СУНИЦІ.....	47
	ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	51
	СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	52

ВСТУП

Прийнятий в нашій державі курс на реформи всіх ланок народного господарства передбачає як першочергове завдання – вирішення продовольчого питання. У зв'язку з цим отримують широке поширення різні форми кооперативної діяльності, підрядної і орендної форм організації виробництва сільськогосподарської продукції, зняті всякі обмеження на індивідуальну трудову діяльність.

Суниця садова великоплідна вигідно відрізняється від інших плодкових і ягідних культур швидким початком плодоношення і раннім досяганням ягід. Вже на другий рік після посадки рослини дають добрий врожай. Ягоди суниці відкривають сезон споживання фруктів, а відповідно і забезпечують раннє надходження в господарства грошей, що в теперішніх умовах господарювання має велике значення [7, 17, 26].

За останні роки створено і поставлено на виробництво багато машин для механізації виробничих процесів у садах і ягідниках. Однак рівень механізації у садівництві і ягідівництві ще низький і становить 20-30 % [11, 16].

Не залишилась в кращих умовах і суниця. Так, найбільш трудомісткі процеси під час виробництва ягід суниці є видалення старого листя з поля та особливо збирання врожаю. Дані операції проводять вручну, що веде до затягування строків їх виконання і, як правило, значних втрат товарної продукції. Крім того, рівень використання машин у ягідівництві недостатній. Дана галузь вимагає спеціальної сільськогосподарської техніки, яка б враховувала агротехнічні особливості вирощування ягідних культур.

Тому метою дипломного проекту є розглянути операції догляду за насадженнями з метою заміни ручної праці на механізовану, особливо під час згрібання старого листя, що забезпечить зменшення втрат врожаю, підвищення якості і зменшення собівартості продукції.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Технологічні особливості вирощування суниці

Суниця – великоплідна, вічнозелена, трав'яниста рослина. Наземна частина являє собою сукупність різного віку стебел і листя. Стебло є коротке і у висоту не росте. Кожне нове стебло або брунька розвивається збоку старої рослини [7, 17, 26].

Масова поява листя починається весною. В період досягання ягід їх утворення припиняється і починається зразу після збирання ягід. Утворення нового листя відіграє важливу роль у розвитку рослин, оскільки закладає врожай наступного року. Тому літом необхідний догляд за ділянкою (міжрядний обробіток, внесення добрив і т.д.).

Утворення плодкових бруньок в суниці припадає на кінець серпня – початок вересня, коли температура повітря помітно знижується, а тривалість дня складає 10-12 годин. В цей період літні листя відмирають і з'являються осінні, з якими суниця і зимує. Тривалість життя весняних і літніх листочків – 60-70 днів, осінніх – до 210 днів і більше. Відмерле листя утворює покрив, який добре захищає кореневу систему від морозів.

Коренева система дорослої рослини складається з багаторічного кореневища, бічного сильнорослого коріння і додаткового коріння. Основна маса коріння знаходиться у верхньому шарі ґрунту на глибині 25-30см.

Ріст коріння весною починається на 8-10 днів раніше, ніж ріст листя. Найбільш сприятлива температура ґрунту для росту коріння – не нижче 7-8 °С. Тому пізня осіння посадка суниці погіршує пророщування рослин. Краще проводити весняну висадку розсади [7].

Суниця погано переносить мороз. Короткочасне зниження температури в шарі залягання коріння до – 8 °С може призвести до вимерзання і загибелі кореневої системи (рослини). Сніжний покрив (висотою не менше 20см) добре оберігає кореневу систему від морозів, тому снігозатримання – необхідне міроприємство для вирощування суниці.

Після зими, в міру підвищення температури суниця починає рости. Спочатку активно починає рости листя, а через 12-15 днів від початку вегетації і суцвіття. Кількість квіток у суцвітті залежить від сорту і може бути від 6 до 20. Ріст і розвиток суцвіття триває біля двох неділь, цвітіння – до 25-30 днів. В жарку суху погоду цвітіння відбувається швидко і навпаки, в прохолодну – затягується.

Достигання ягід починається через 20-30 днів після запилення. Тривалість достигання ягід залежить від погодних умов і є неодноразовим: в жарке сухе літо воно відбувається швидко, в холодне дощове до 30 днів і більше.

1.2. Технологія вирощування суниці

Технологія вирощування суниці, що використовується в господарстві вимагає значних затрат ручної праці. Тому нами запропонована технологія буде передбачати механізоване виконання або частково-механізоване більшість операцій.

Система виробництва суниці буде опиратися на весняну посадку суниці.

Під суницею необхідно виділяти рівні, добре освітлені, захищені від вітру ділянки, де зимою починає накопичуватись достатня кількість снігу. Не рекомендується висаджувати суницю на понижених ділянках [7, 26].

Суниці краще садити на ділянках, що рік утримувались під чорним паром. Ранньою весною вносять до 80 т/га органічних добрив (гною) і 0,5 т/га мінеральних. Застосування великих доз органічних добрив під багаторічну культуру потрібне у зв'язку з тим, що тут необхідно створювати запас поживних речовин не на один рік, а на всі роки використання сівозміни. Внесення у період передпосадкової підготовки ґрунту достатньої кількості органічних і мінеральних добрив, які поступово переходять в доступні форми протягом всього періоду вирощування суниці у сівозміні, звільнює у наступні роки від витрат, зумовлених внесенням добрив і проведенням підживлення.

Перед оранкою бажано провести обробіток ґрунту гербіцидами, для знищення бур'янів, особливо пирію, що буде відігравати значну негативну роль під час вирощування суниці. Даний тип бур'янів забирає багато речовин у ґрунті і його дуже важко знищити в зоні рядка. Даний обробіток необхідно зробити після вирівнювання поля. Тобто після першого обробітку ґрунту гербіцидами, поле орють на глибину 30 см з наступним вирівнюванням за допомогою культивації у два сліди (поперек і вздовж оранки) і безпосереднім вирівнюванням шлейф-боронами або комбінованими агрегатами.

Весняне садіння дає можливість найбільше ефективно і повно використовувати вирощену розсаду. Її слід заготовляти пізньої осені і зберігати прикопаною або в холодильній камері до весни. Насадження весняного строку садіння дають найвищий урожай наступного літа. Молоді насадження менше пошкоджуються кліщем.

Садити треба так, щоб коренева шийка була на рівні поверхні ґрунту. Загинати коріння неприпустимо, борозна після розсадження суниці СКН-6 повинна бути не менше 7-8 см. Якщо борозна менше 7 см, частина кореневої системи залишається оголеною, підсихає і рослина гине. Виливання води в борозну необхідно відрегулювати із розрахунку 0,5-1 л на одну рослину .

Ґрунт навколо висаджених рослин коткують. Висаджені рослини не повинні вириватись із землі від легкого посмикування. Садять під маркер. Ланка, що складається з 12-14 чоловік, 12 з яких є висококваліфіковані садівники: 6 працюють на машині, 6 ходять слідом за машиною і виправляють допущені недоліки при садінні, два робітники в кінці поля під навісом готують розсаду до посадки.

Технологія передбачає 80 тис. рослин на 1 га.

Відстань між рядами встановлюємо 70 см. Догляд за насадженнями суниці повинен бути спрямованим на швидкий початок плодоношення, одержання щорічних високих урожаїв якісної продукції.

В рік закладання промислової плантації, коли розсада була висаджена восени проводять міжрядний обробіток культиваторами КРН-4.2; КРН-2,8; КОН-2,8 [2, 5, 11]. Глибина обробітку залежить від механічного складу ґрунту і строку обробки. Першу обробку виконують зразу після посадки слідом за поливами на глибину 12-14 см при фізичній спілості ґрунту. Потім глибину обробки зменшують з кожним разом на 1-2 см і доводять її до 6 см у вересні. В жовтні – на початку листопада обробляють на глибину до 12 см. При перших обробках захисна зона становить 5 см. Потім захисну зону збільшують до 10 см і останню обробку доводять до 15 см. На початку вегетації роботу спрямовують на більш раннє утворення вусів з таким розрахунком, щоб кожна висаджена рослина до кінця червня утворила 3-4 повноцінних рослин, які можуть дати високий урожай. у полі шириною 30-40 см повинна бути 200-220 тис. добре розвинених рослин на 1 га.

Вуса, що утворюються в липні, знищують двома дисками, встановленими на культиваторі. Вуса, які виростають в липні-вересні видаляють вручну [7, 16].

На наступний рік дана плантація вступає в повне плодоношення. Догляд за плодоною плантацією передбачає: снігозатримання, підживлення, внесення отрутохімікатів (боротьба з бур'янами, шкідниками і хворобами), борошування, згрібання старого листя і його вивезення з поля, обробіток міжрядь, збирання врожаю, видалення вусів, знову під час догляду проводиться міжрядний обробіток, обприскування і при необхідності підживлення. Для більш ефективної боротьби з хворобами і кращого формування листя, часто на плантаціях проводять скошування листя з наступним його видаленням з поля.

Більшу увагу треба звернути на процес збирання ягід, так як на виконання цієї операції приходиться 50 % трудовитрат. Підготовка і правильна організація збирання ягід, своєчасна реалізація врожаю значно впливає на економіку цієї культури.

Підготовка до збирання врожаю передбачає: визначення ринків збуту і укладання договору на одержану продукцію; заготівлю необхідної кількості тари; підготовку доріг і обладнання навісу для готової продукції; перевірку вагового господарства; організацію охорони врожаю; вивчення стану трудових ресурсів господарства, а при необхідності проведення агітаційної роботи серед населення для залучення допоміжної робочої сили; обліку готової продукції і відпуску натуральної оплати.

Також увагу треба звернути на зберігання старого листя. З одного боку цю операцію необхідно виконувати з метою знищення шкідників і хворіб, що розвиваються на старому листі і є збудниками для молодих листків. Але дану операцію в господарстві часто замінюють на боронування легкими борінками, або виконують вручну. Тому нами пропонується розробити граблину для згрібання старого листя і за допомогою них механізувати даний процес.

Висновок

Для підвищення якості врожаю, необхідно покращити операцію видалення старого листя з міжрядь, що до тепер не виконується за стандартною технологією. Для видалення старого листя доцільно розробити спеціальне пристосування до культиватора для міжрядного обробітку ґрунту.

2. РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЇ ЗГРІБАННЯ СТАРОГО ЛИСТЯ

2.1. Розрахунок технологічних параметрів роботи агрегату в полі

Вихідними даними для розрахунку операції згрібання старого листа є:

Розміри ділянки: довжина 250 м;

ширина 200 м;

Нахил місцевості: $i = 3\%$;

Основний агрегат: Т-25+граблі (культиватор КОН-2,8 з удосконаленими секціями).

Перед початком розрахунку необхідно вказати, що граблі являють собою раму культиватора КОН-2,8 на яку встановлюють дві секції. Кожна секція має дві граблини (ліва і права). Граблини працюють в зоні рядка, згрібають листя і переміщують його в міжряддя.

Інтервал робочих швидкостей для роботи з культиватором є 4,0...6,5 км/год [1, 10].

З тягової характеристики трактора Т-25 це відповідає 2 передачі (4 км/год), 3 передачі (4,4 км/год) і 4 передачі (6,5 км/год).

Сумарний опір агрегату буде рівний:

$$R_{az} = R_m + G_m \cdot \frac{i}{100}, \quad (2.1)$$

де R_m – опір машини, кН;

G_m – вага культиватора, кН;

i – нахил місцевості, %.

$$R_m = k_0 \cdot \left(1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta C}{100} \right) \cdot n_c \cdot B_c. \quad (2.2)$$

де k_0 – опір секції, за швидкості 1,4 м/с, $k_0 = 0,9$ кН/м;

V_p – швидкість агрегату під час роботи на вибраній передачі, м/с;

V_0 – швидкість руху за k_0 , м/с;

ΔC – наростання тягового опору $\Delta C = 3\%$;

n_c – кількість секцій на рамі культиватора, $n_c = 4$;

B_c – ширина захвату граблини, м.

Опір агрегату на передачах, що входять в інтервал робочих швидкостей.

На другій передачі:

$$R_{m2} = 0,9 \cdot (1 + (1,1 - 1,4) \cdot \frac{3}{100}) \cdot 4 \cdot 0,7 = 2,5 \text{ кН.}$$

На третій передачі:

$$R_{m3} = 0,9 \cdot (1 + (1,2 - 1,4) \cdot \frac{3}{100}) \cdot 4 \cdot 0,7 = 2,51 \text{ кН.}$$

На четвертій передачі:

$$R_{m4} = 0,9 \cdot (1 + (1,75 - 1,4) \cdot \frac{3}{100}) \cdot 4 \cdot 0,7 = 2,55 \text{ кН.}$$

Тоді загальний опір агрегату на вибраних передачах:

$$R_{a2} = 2,5 + 11 \cdot \frac{3}{100} = 2,83 \text{ кН;}$$

$$R_{a3} = 2,5 + 11 \cdot \frac{3}{100} = 2,84 \text{ кН;}$$

$$R_{a4} = 2,55 + 11 \cdot \frac{3}{100} = 2,88 \text{ кН.}$$

Ширина агрегату з врахуванням того, що одночасно обробляється чотири рядки шириною міжрядь 0,7 м, буде рівний:

$$B_{a2} = n_p \cdot B_p, \quad (2.3)$$

де n_p – кількість рядків, що одночасно обробляється,

B_p – ширина міжряддя, м,

$$B_{a2} = 4 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ м.}$$

Виходячи з тягової характеристики трактора Т-25, бачимо, що сила тяги на всіх передачах є більша від опору агрегату, тобто виконується умова

$P_{крн} > R_{а2}$, вибираємо необхідну швидкість з двох умов: швидкість має бути найбільша, щоб була вища продуктивність агрегату, і щоб коефіцієнт використання тягового зусилля трактора був найвищий [1, 10].

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\xi_p = \frac{R_{а2}}{P_{крн} - G \cdot \frac{i}{100}}, \quad (2.4)$$

де G – вага трактора, кН.

$$\xi_{p2} = \frac{2,83}{8,2 - 17,6 \cdot \frac{3}{100}} = 0,369;$$

$$\xi_{p3} = \frac{2,81}{7,0 - 17,6 \cdot \frac{3}{100}} = 0,44;$$

$$\xi_{p4} = \frac{2,88}{6,0 - 17,6 \cdot \frac{3}{100}} = 0,53.$$

Виходячи з даних розрахунків, для трактора Т-25 вибираємо 4 передачу, для якої робоча швидкість $V_p = 6,3$ км/год (1,75 м/с), $P_{крн} = 6$ кН, $N_{крmax} = 10,3$ кВт, а витрати палива на заданій передачі $G = 4,1$ кг/год. Використання тягового зусилля на вибраній передачі становить 53% [1, 10].

Визначаємо коефіцієнт використання номінальної потужності двигуна:

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

де $N_{кр}$ – гакова потужність трактора, кВт:

Гакова потужність трактора визначається як:

$$N_{кр} = \frac{R_a \cdot V_p}{3,6} = \frac{2,88 \cdot 6,3}{3,6} = 5,04 \text{ кВт}. \quad (2.6)$$

Тоді

$$\eta_{eo} = \frac{5,04}{10,3} = 0,49.$$

Потужність двигуна використовується на 49%.

Визначимо кінематичні параметри агрегату та показники використання робочих і холостих ходів.

Радіус повороту агрегату:

$$R = R_0 \cdot k_R, \quad (2.7)$$

де R_0 – радіус повороту при швидкості руху агрегату 5 км/год, м [1, 10];

k_R – коефіцієнт пропорційності, що враховує швидкість під час повороту.

$$R = 0,9 \cdot 2,8 \cdot 1,06 = 2,67 \text{ м.}$$

Кінематична довжина агрегату:

$$l_k = l_{mp} + l_m, \quad (2.8)$$

де l_{mp} – кінематична довжина трактора, м;

l_m – кінематична довжина картоплесаджалки КРН-2,8, м,

$$l_k = 1,0 + 2,9 = 3,9 \text{ м.}$$

Кінематична ширина агрегату:

$$d_k = \frac{B_{az}}{2} = \frac{2,8}{2} = 1,4 \text{ м.} \quad (2.9)$$

Довжина виїзду агрегату:

$$l = 0,1 \cdot l_k = 0,1 \cdot 3,9 = 0,39 \text{ м.}$$

Приймаємо, що агрегат по полю буде рухатись човниковим способом, а тип повороту – петлевий грибоподібний.

Мінімальна ширина поворотної смуги:

$$E_{min} = 1,1 \cdot R_0 + l + d_k \text{ м.}$$

$$E_{min} = 1,1 \cdot 2,52 + 0,39 + 1,4 = 4,56 \text{ м.}$$

Враховуючи, що поворотна смуга для ділянок під суницю є дорога шириною 6 м, то тоді ширина поворотної смуги буде рівна $E_{\phi} = 6$ м, а робоча довжина поля буде тоді рівна:

$$L_p = L - 2 \cdot E_{\phi}, \quad (2.10)$$

де L – довжина поля, м.

$$L_p = 250 - 2 \cdot 6 = 238 \text{ м.}$$

Довжина холостого повороту:

$$l = 5,5 \cdot R_0 + 2e = 5,5 \cdot 2,52 + 2 \cdot 0,39 = 14,64 \text{ м.} \quad (2.11)$$

Кількість робочих ходів n_p і холостих n_x на полі буде рівна:

$$n_p = \frac{C}{B_{az}}, \quad n_x = \frac{C}{B_{az}} - 1, \quad (2.12)$$

де C – ширина поля, м.

$$n_p = \frac{200}{2,8} = 71,5, \quad n_x = \frac{200}{2,8} - 1 = 70,5.$$

Приймаємо $n_p = 71$, $n_x = 70$.

Коефіцієнт робочих ходів визначаємо за формулою:

$$\varphi = \frac{L_p \cdot n_p}{L_p \cdot n_p + L_x \cdot n_x}, \quad (2.13)$$

$$\varphi = \frac{2,38 \cdot 71}{2,38 \cdot 71 + 14,64 \cdot 70} = 0,94.$$

Визначимо тривалість циклу роботи агрегату на загоні:

$$t_u = t_{pu} + t_{xu} = \frac{2L_p}{V_p \cdot 60} + \frac{2l_x}{V_x \cdot 60}, \quad (2.14)$$

де t_{pu} , t_{xu} – відповідно затрати часу за цикл на робочий хід та повороти, хв;

V_x – швидкість руху агрегату на поворотах, м/с;

V_p – робоча швидкість руху агрегату, м/с;

$$t_u = \frac{2 \cdot 238}{1,75 \cdot 60} + \frac{2 \cdot 14,64}{1,22 \cdot 60} = 4,93 \text{ хв.}$$

Кількість циклів роботи агрегату за зміну (округлюється до більшого числа):

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_{\text{нз}} - T_{\text{відп}}}{t_u}, \quad (2.15)$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість часу зміни, хв;

$T_{\text{нз}}$ – підготовчо-заключний час, хв;

$T_{\text{відп}}$ – час регламентованих внутрізмінних перерв на відпочинок, $T_{\text{відп}} = 40$ хв.

$$T_{\text{нз}} = T_{\text{ето}} + T_{\text{пн}} + T_{\text{пнк}} + T_{\text{пн}}, \quad (2.16)$$

де $T_{\text{ето}}$ – час на технічне обслуговування трактора і с.-г. машини, $T_{\text{ето}} = 27$ хв;

$T_{\text{пн}}$ – час на підготовку агрегату до переїзду, $T_{\text{пн}} = 3$ хв;

$T_{\text{пнк}}$ – час на переїзди на початку і в кінці зміни, $T_{\text{пнк}} = 35$ хв;

$T_{\text{пн}}$ – час на отримання наряду і здача роботи, $T_{\text{пн}} = 5$ хв.

Тоді

$$T_{\text{нз}} = 27 + 5 + 30 + 5 = 65 \text{ хв.};$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{420 - 65 - 40}{4,93} = 63,89 \text{ циклів.}$$

Приймаємо $n_{\text{ц}} = 64$.

Чистий робочий час за зміну:

$$T_p = t_{\text{рц}} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.17)$$

$$T_p = 4,53 \cdot 64 = 289,9 \text{ хв.}$$

Дійсний час зміни:

$$T_p = t_{\text{рц}} \cdot n_{\text{ц}} + T_{\text{нз}} + T_{\text{відп}}, \quad (2.18)$$

$$T_p = 64 \cdot 4,93 + 65 + 40 = 420,52 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{T_p}{T_\delta}, \quad (2.19)$$

$$\tau = \frac{289,9}{420,52} = 0,69.$$

Продуктивність агрегату за зміну:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (2.20)$$

де B_p – робоча ширина захвату, $B_p = 2,8$ м;

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 6,3 \cdot 4,83 = 8,52 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність агрегату за годину чистого часу:

$$W_{год.ч} = \frac{W_{зм}}{T_p}, \quad (2.21)$$

$$W_{год.ч} = \frac{8,52}{4,83} = 1,76 \text{ га/год.}$$

Продуктивність агрегату за годину змінного часу:

$$W_{годз} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}} = \frac{8,52}{7} = 1,22 \text{ га/год.} \quad (2.22)$$

2.2. Розрахунок експлуатаційних затрат під час роботи агрегату

Витрата палива на один гектар виконаної роботи:

$$Q = \frac{G_{mp} \cdot T_p + G_{mx} \cdot T_x + G_{mo} \cdot T_o}{W_{зм}}, \quad (2.23)$$

де G_{mp} , G_{mx} , G_{mo} – середня годинна витрата палива, кг/га, відповідно при робочому ході, при холостому русі і при зупинках трактора з працюючим двигуном;

T_x – загальний час на повороти і переїзди, год,

$$T_x = t_{xц} \cdot n_{ц} + T_{ннкз} = 0,4 \cdot 64 + 30 = 55,6 \text{ хв} = 0,93 \text{ год};$$

T_o – час на зупинку з працюючим двигуном за зміну, год.

$$T_0 = T_{відп} + 0,5T_{емо} + T_{мн} + T_{пн}, \quad (2.24)$$

$$T_0 = 40 + 0,5 \cdot 27 + 3 + 5 = 61,5 \text{ хв} = 1,02 \text{ год.}$$

Тоді

$$Q = \frac{4,1 \cdot 4,83 + 1,7 \cdot 0,93 + 1,02 \cdot 0,8}{8,52} = 2,6 \text{ кг/га.}$$

Затрати праці на одиницю виконаної роботи:

$$H = \frac{m \cdot T_{змд}}{W_{зм}}, \quad (2.25)$$

де m – загальна кількість робітників, що обслуговують агрегат,

$$H = \frac{1 \cdot 7,01}{8,52} = 0,82 \text{ люд.год/га.}$$

Питомі затрати на амортизацію трактора:

$$S_{ам} = \frac{(a_{рм} + a_{кр} + a_{мто}) B_m}{100 T_{рз} \cdot W_{год}}, \quad (2.26)$$

де $a_{рм}$, $a_{кр}$, $a_{мто}$ – норми річних відрахувань відповідно на реновацію, капітальний ремонт, технічне обслуговування і поточний ремонт, %;

B_m – балансова вартість трактора, грн.;

T_p – річне завантаження трактора, год;

$W_{год}$ – продуктивність агрегату за годину, га/год.

$$S_{ам} = \frac{(16,6 + 2,7 + 13) \cdot 240000}{100 \cdot 1000 \cdot 1,22} = 66,19 \text{ грн./га.}$$

Питомі затрати на амортизацію комбінованого агрегату:

$$S_{ам} = \frac{(a_{рм} + a_{том}) \cdot B_m}{100 \cdot T_{рм} \cdot W_{год.зм}}, \quad (2.27)$$

де $a_{рм}$, $a_{том}$ – річні відрахування на реновацію, технічне обслуговування і точний ремонт культиватора, %;

B_m – балансова вартість культиватора, грн.;

$T_{рм}$ – річне завантаження культиватора, год.

$$S_{ам} = \frac{(16,6 + 10) \cdot 90000}{100 \cdot 100 \cdot 1,22} = 196,23 \text{ грн./га.}$$

Питомі затрати на паливо-мастильні матеріали:

$$S_{нм} = Q \cdot Ц_{нм}, \quad (2.28)$$

де Q – погектарна витрата палива на даній роботі, кг/га;

$Ц_{нм}$ – комплексна ціна 1 кг палива, грн.

$$S_{нм} = 2,6 \cdot 55 = 143 \text{ грн./га.}$$

Питомі затрати на основну зарплату:

$$S_{зн} = \frac{k \cdot (m_{мп} \cdot f_1 + m_{д} \cdot f_2)}{W_{год}}, \quad (2.29)$$

де k – коефіцієнт, що враховує доплати;

$m_{мп}$, $m_{д}$ – відповідно кількість трактористів і допоміжного персоналу, що обслуговують агрегат;

f_1 , f_2 – тарифні ставки тракториста і допоміжного персоналу;

$$S_{зн} = \frac{1,1 \cdot 1 \cdot 150}{1,22} = 135,25 \text{ грн./га.}$$

Сумарні прямі затрати на одиницю виконаної роботи:

$$S_0 = S_{ам} + S_{ам} + S_{нм} + S_{зн}, \quad (2.30)$$

$$S_0 = 66,19 + 196,23 + 143 + 132,25 = 540,66 \text{ грн/га.}$$

Приведені затрати на роботу агрегату:

$$S_{np} = S_0 + \frac{E_n}{W_{год}} \cdot \left(\frac{B_m}{T_{pm}} + \frac{B_m}{T_{pm}} \right), \quad (2.31)$$

де E_k – коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_k = 0,15$.

$$S_{np} = 540,66 + \frac{0,15}{1,22} \cdot \left(\frac{240000}{1000} + \frac{90000}{100} \right) = 682,06 \text{ грн./га.}$$

Затрати на роботу агрегату приведені на один гектар рівні 682,06 грн/га.

На аркуші графічної частини дипломного проєкту наведена розрахована операційна карта на виконання операції згрібання старого листя зі зони рядка посадок суниці (01.36.453/к-с.31.00.000.КО).

Висновки

1. Для виконання операції згрібання старого листя зі зони рядка запропонований агрегат, що складається з трактора Т-25А, рами культиватора КОН-2,8ПМ до якої закріплені розроблені граблі.

2. Основні техніко-економічні показники виконання операції згрібання старого листя запропонованим агрегатом Т-25А + КОН-2,8ПМ + розроблені граблі становлять: змінна продуктивність агрегату – 8,52 га/зм; питома витрата палива – 2,6 кг/га; затрати праці на один гектар – 0,82 люд.год/га; прямі експлуатаційні затрати – 540,66 грн/га; приведені експлуатаційні затрати – 682,06 грн/га.

3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ГРАБЕЛЬ ДЛЯ ОБРОБІТКУ РЯДУ СУНИЦІ

3.1. Існуючі конструкції грабель та їх недоліки

Суниця – вічнозелена рослина, яка практично має зелені листки на протязі всього року. Листки в суниці бувають двох видів: зимові і літні. Відповідно восени літнє листя відмирає і з'являється зимове, що зберігається до початку літа. Весною воно відмирає і дає можливість росту літньому листю. Дослідники переконались в тому, що від розвитку зеленої маси залежить врожай наступного року. З другого боку на листях зберігаються і живуть основні шкідники і хвороби. Тому по технології, необхідно проводити вивезення непотрібного листя з поля. Так літнє листя осінню скошують і вивозять на край поля, де знищують, разом з цим знищують збудники хворіб і шкідників. Аналогічну операцію проводять весною, але в цьому випадку збирають відмерле зимове листя, згрібають його з рядків міжряддя, а потім вивозять і знищують [2, 7, 17].

До тепер, в багатьох господарствах дана операція виконується вручну із застосуванням допоміжних засобів, наприклад, ручних грабель. Робітник згрібає старе листя, акуратно, щоб не пошкодити розеток суниць, в міжряддях, а потім завантажує в транспортний засіб, який його вивозить з поля. Зрозуміло, що такий спосіб дозволяє високоякісно виконати таку операцію, але з другого боку вимагає значних затрат ручної праці, особливо, коли необхідно провести цю операцію в стислі агротехнічні строки. Садівничі господарства, які мають значні площі під суницею, не задовольняє ручний спосіб виконання даної операції, тому вони використовують існуючі граблі, що використовуються під час заготівлі сіна [5, 21].

Поперечні граблі, основним робочим органом яких є пружинний палець. Під час використання даних грабель, трактор рухається поперек рядків. Не пристосування до виконання даної операції приводить до пошкодження рос-

лин рушієм енергетичного засобу і пальцями грабель, а також ущільнення ґрунту в рядку.

Застосування колісно-пальцевих грабель і роторних, є також затруднене, внаслідок внаслідок непристосованості даних агрегатів до роботи на посадках суниці.

Було б найкращим, коли б трактор рухався в міжряддях суниці і згрібав листя з рядка, переміщуючи його в міжряддя.

3.2. Обґрунтування конструктивної розробки проекту

З аналізу конструкцій грабель самими простими по конструкції і використанню є пальцеві граблі, тому основним робочим органом для згрібання листя має бути пружинний палець. Крім того, сама граблина має рухатись по самому рядку і забезпечувати не тільки процес згрібання старого листя, але і його переміщення в міжряддя. Сама підвіска граблини повинна також забезпечувати копіювання рельєфу рядка, щоб не пошкодити молодих розеток. Крім того вибір трактора і компоновки грабель, має залежати від ширини міжряддя посадок суниці, що може коливатись від 0,6...0,9 м, а також ширини самого рядка – 0,3...0,4 м. Більш доцільним є агрегування розроблених грабель з трактором Т-25А, який має можливість роботи в міжряддях 0,7 м (ширина міжрядь суниці в господарстві), вузькі шини дозволяють рухатись по чистому місцю в міжряддях, мала вага трактора не приводить до значного ущільнення ґрунту міжряддя на глибині, де залягає коренева система, а також даний трактор має малу витрату палива і він є порівняно дешевим, що дозволяє вигідно використовувати розроблені граблі і у фермерських господарствах.

3.3. Будова та технологічний процес роботи розроблених грабель

Розроблені граблі (рис. 3.1.) складаються з трьох основних частин, це трактор Т-25А, брус з системою начіпки 2, що запозичений в культиваторів

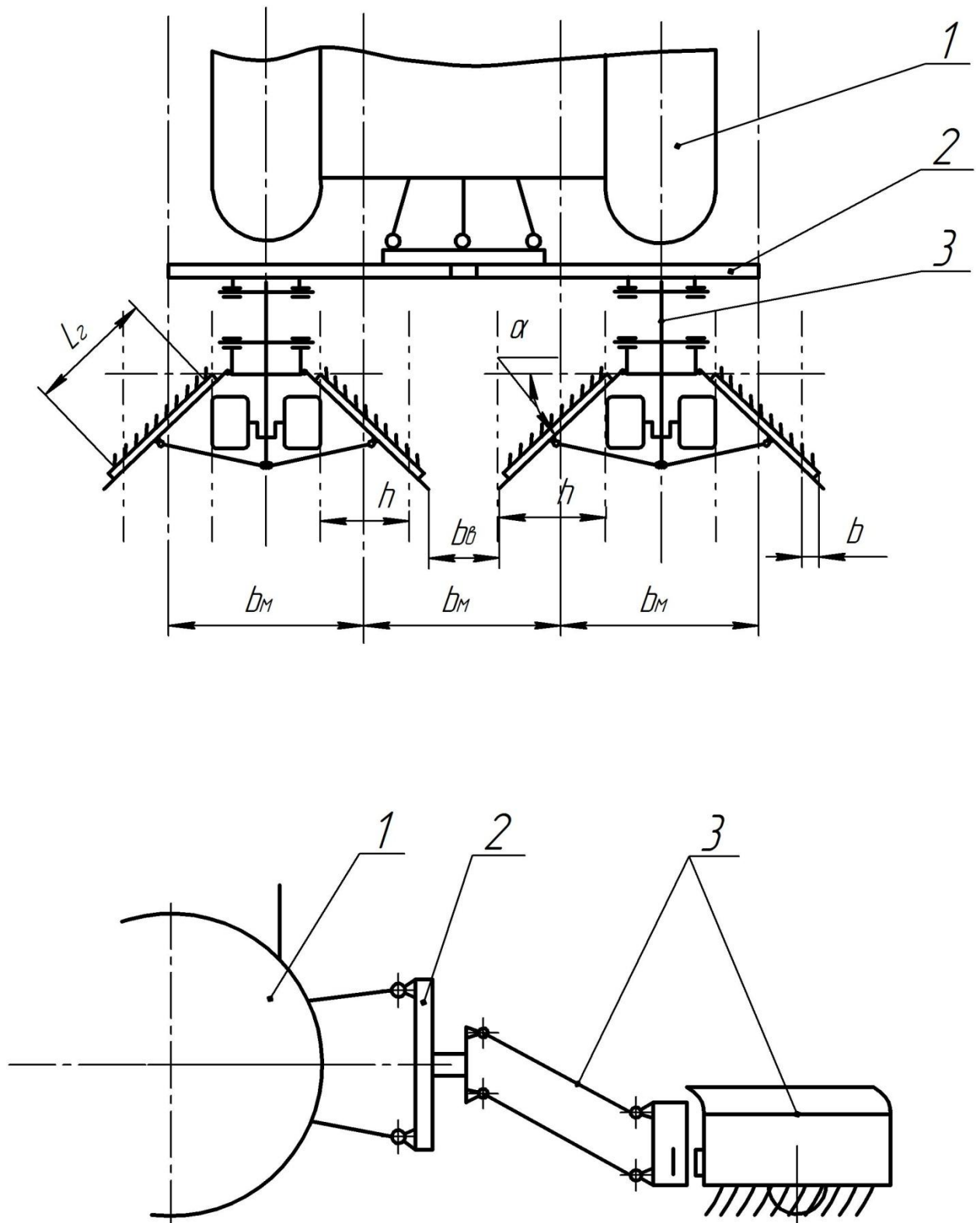


Рисунок 3.1 – Схема грабель:

1 – трактор Т-25А; 2 – брус з системою начіпки; 3 – робочі секції.

КОН-2,8, до якої кріпляться розроблені робочі секції, що безпосередньо виконують операції згрібання листя і переміщення їх в міжряддя.

Розроблена секція складається з паралелограмної начіпки, закріплених під кутом граблин відносно осі рядка. До паралелограмної начіпки закріплені під кутом граблини ліва 2 і права 3, кожна з яких працює у своєму рядку. Кожна граблина, що кріпиться під кутом до напрямку руху, складається з пластини 1, до якої при допомозі щитка 2 кріпляться пружинні пальці 3, що в куті утворюють граблину, яка на кронштейні 6 приварюється до основи паралелограмної навіски.

До рами культиватора кріпляться дві секції, що одночасно обробляють чотири рядки.

Тракторист заїжджає в міжряддя і опускає раму до моменту контакту опорних коліс секцій з ґрунтом так, щоб паралелограмна підвіска мала можливість переміщення, коли змінюється поверхня міжрядь. Під час руху агрегату пальці згрібають старе листя, яке спочатку піднімається по пальцях до контакту з напрямним щитком. Внаслідок того, що щиток поставлений під кутом до напрямку руху трактора, то листя переміщується по його поверхні в міжряддя, утворюючи валок.

Перед початком роботи проводять регулювання взаємного розміщення граблин і опорного колеса, шляхом під становлення необхідних брусків під пальці граблин і переміщенням опорних коліс. Для цього необхідно відпустити хомут затискання осі кривошипа кріплення опорних коліс і підняти або опустити колеса, шляхом прокручування кривошипа.

Для того, щоб у транспортному положенні обмежити переміщення паралелограмної підвіски використовується болт 19, що кріпиться на нижній балці 3. А для утримання граблини під заданим кутом до напрямку руху трактора, сприймаючи на себе опір переміщення граблини, використовується опора 4.

3.4. Розрахунок запропонованої розробки

3.4.1. Розрахунок основних конструктивних параметрів грабель

Під час розрахунку граблини слід врахувати умови роботи, тобто, що ширина міжрядь суниці становить 0,7 м, ширина самого рядка 0,4 м, висота молодого листя в розетках 0,08 м.

Тобто граблина має обробляти сам рядок, тобто згрібати листя і переміщати його в міжряддях. Для цього граблина мусить стояти під деяким кутом до напрямку руху, щоб листя ковзало по щитку граблини, а ширина захвату граблини має бути така, щоб залишати достатньо місця в міжрядді для формування валка.

Ширина захвату однієї граблини секції з технологічних міркувань має бути рівна (рис. 3.1.):

$$B_p = h + 2 \cdot b, \quad (3.1)$$

де B_p – необхідна ширина захвату секції, м;

h – ширина рядка суниці, м;

b – необхідне перекриття граблини, м.

Тоді

$$B_p = 0,4 + 2 \cdot 0,05 = 0,5 \text{ м.}$$

Щоб розрахувати граблини L (рис. 3.1), необхідно врахувати дві умови, тобто забезпечити ковзання листя по щитку і переміщення його в міжряддях, для цього кут нахилу граблини α до напрямку руху агрегату, має бути більший за кут тертя листя по металу (в наших умовах кут тертя $\varphi = 28^\circ$ [6, 20]), та друга умова – ширина валка b_v (рис. 3.1) має бути не менше 0,2 м.

На основі цих вимог складемо систему рівнянь, де кожне рівняння системи описує в математичній формі встановлені вимоги:

$$\left. \begin{aligned} b &= b_m - h - 2b \\ L &= \frac{b_m - \frac{b_e}{2} - \frac{l_1}{2}}{\cos \alpha} \end{aligned} \right\}, \quad (3.2)$$

де b_e – ширина валка, що формується, м;

L – довжина граблини, м;

l_1 – віддаль між осями обертання, правої і лівої граблини на одній секції. З конструктивних міркувань приймаємо $l_1 = 0,091$ м;

α – кут нахилу граблини до напрямку руху трактора. З умови ковзання листа по щитку приймаємо кут $\alpha = 40^\circ$, тобто умова $\alpha > \varphi$ виконується.

Розв'яжемо дану систему, підставивши значення b_e в рівняння для визначення L , тобто:

$$L = \frac{b_m - \frac{b_e - h - 2b}{2} - \frac{l_1}{2}}{\cos \alpha} = \frac{b_m + \frac{h}{2} + b - \frac{l_1}{2}}{\cos \alpha} = \frac{b_m + h + 2b - l_1}{2 \cos \alpha}. \quad (3.3)$$

Підставивши значення прийнятих величин отримаємо:

$$L = \frac{0,7 + 0,4 + 2 \cdot 0,05 - 0,091}{2 \cdot \cos 40^\circ} = 0,724 \text{ м.}$$

Тобто приймаємо $\alpha = 40^\circ$, а $L = 720$ мм.

Аналогічні розрахунки проводимо для визначення активної довжини граблини L_r , де розміщені пружинні пальці.

$$L_2 = \frac{h + 2b}{\cos \alpha} = \frac{0,4 + 0,05 \cdot 2}{\cos 40^\circ} = 0,653 \text{ м.} \quad (3.4)$$

Враховуючи, що крайні пальці працюють по своїй ширині захвату, а віддаль L_r , це є віддаль між двома крайніми пальцями, то приймаємо, що $L_r = 0,65$ м.

Необхідно також розрахувати механізм обмеження переміщення паралелограмної начіпки під час переведення грабелів в транспортне положення, що складається з болта, який закручений на нижній балці підвіски. Розглянемо рисунок 3.2.

В даному випадку знайдемо закономірність зміни конструктивних параметрів механізму начіпки від зміни розміщення балок паралелограмного механізму під час роботи.

Тобто під час роботи змінюється кут β нахилу балки до горизонту внаслідок її обертання навколо осі А під час копіювання поверхні поля (рис 3.2).

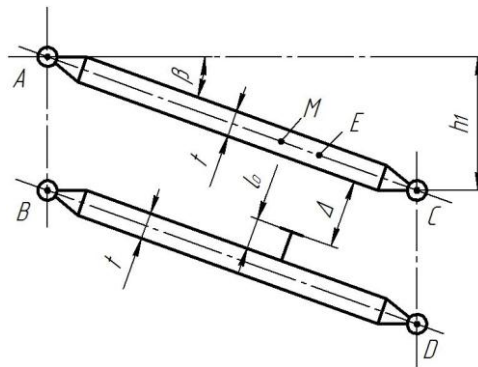


Рисунок 3.2 – Схема для розрахунку механізму обмеження паралелограмної підвіски

Тобто запишемо, що:

$$\beta = \arcsin \frac{h_1}{|AC|}, \quad (3.5)$$

де h_1 – переміщення по вертикалі точки С паралелограмного механізму;

$|AC|$ – довжина балки паралелограмного механізму по осях обертання, точки А і С.

З другого боку даний кут β можемо визначити з ΔKME :

$$\beta = \arccos \frac{t + l_0 + \Delta}{|KM|}, \quad (3.6)$$

де t – товщина балки підвіски, м;

l_0 – висота опорного болта механізму обмеження переміщення балки, м;

Δ – зазор, що залишається між болтом і верхньою балкою, м.

Вихідною величиною розрахунків буде в нашому випадку h_1 , тобто виразимо всі параметри t , l_0 і Δ через h_1 підставивши рівняння (3.6) в (3.5).

$$\sin \beta = \frac{h_1}{|AC|} \Rightarrow h_1 = |AC| \cdot \sin \beta \Rightarrow h_1 = |AC| \cdot \sin(\arccos \frac{t + l_0 + \Delta}{|KM|}), \quad (3.7)$$

$$l_0 + \Delta = \cos \beta \cdot |AB| - t. \quad (3.8)$$

З рисунка 3.2 бачимо, що $|KM| = |AB| = \text{const}$. Тобто з конструктивних міркувань ми вибираємо, що $|AC| = 0,4$ м; $t = 0,04$ м; $|AB| = 0,12$ м.

Проведемо необхідні розрахунки, при чотирьох положеннях паралелограмного механізму.

Перше положення (робоче), коли висота $h_1 = 0,1$ м, тоді підставляємо значення відомих величин в рівняння (3.5) і (3.8) отримаємо:

$$\beta_p = \arcsin \frac{0,1}{0,4} = 14,5^\circ;$$

$$(l_0 + \Delta)_p = 0,12 \cdot \cos 14,5 - 0,04 = 0,076 \text{ м.}$$

Величина $l_0 + \Delta$ – це відстань між двома балками під час переміщення паралелограмного механізму.

Друге і третє положення – це мінімальне і максимальне робоче переміщення паралелограмної підвіски під час копіювання поверхні поля, тобто $h_{pmin} = h_{pmax} = 0,20$ м, тоді:

$$\beta_{pmin} = 0; \quad \beta_{pmax} = \arcsin \frac{0,2}{0,4} = 30^\circ;$$

$$(l_0 + \Delta)_{pmin} = 0,12 \cdot \cos 0 - 0,04 = 0,08 \text{ м;}$$

$$(l_0 + \Delta)_{pmax} = 0,12 \cdot \cos 30 - 0,04 = 0,639 \text{ м.}$$

Четверте положення, коли верхня балка опирається на опорний болт, тобто $\Delta = 0$, $h_1 = 0,25$ м.

$$\beta_{max} = \arcsin \frac{0,25}{0,4} = 38,7^\circ,$$

$$l_0 = 0,12 \cdot \cos 38,7 - 0,04 = 0,0536 \text{ м.}$$

Мінімальну довжину болта приймаємо 94 мм, а величина його встановлення $l_0 = 54$ мм. При цих умовах забезпечується робота паралелограмного механізму, а під час піднімання здійснюється його фіксація.

3.4.2. Визначення сил, що діють на секцію грабель та розрахунок основних вузлів і елементів кріплення

Розглянемо дві схеми (рис. 3.3 і 3.4), відповідно розміщення граблини відносно рядка суниці та схему дії сил на граблину.

На граблину діє рівномірно розподілена сила q від опору, що виникає під час згрібання листя, та його переміщення в міжряддя.

Слід врахувати, що дана сила діє під кутом α до граблини, тобто вона розкладається на дві складові вздовж граблини, що сприймається пальцем кріплення граблини до паралелограмної начіпки і перпендикулярно до неї, створюючи момент відносно осі O_1 , який приймається балкою 2 (рис. 3.4).

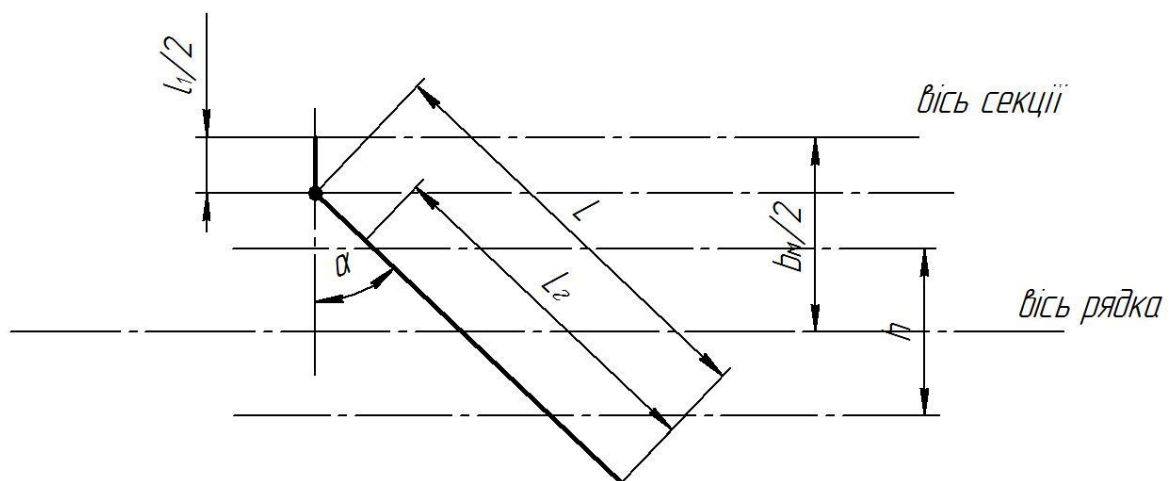


Рисунок 3.3 – Схема розміщення граблини відносно рядка суниці

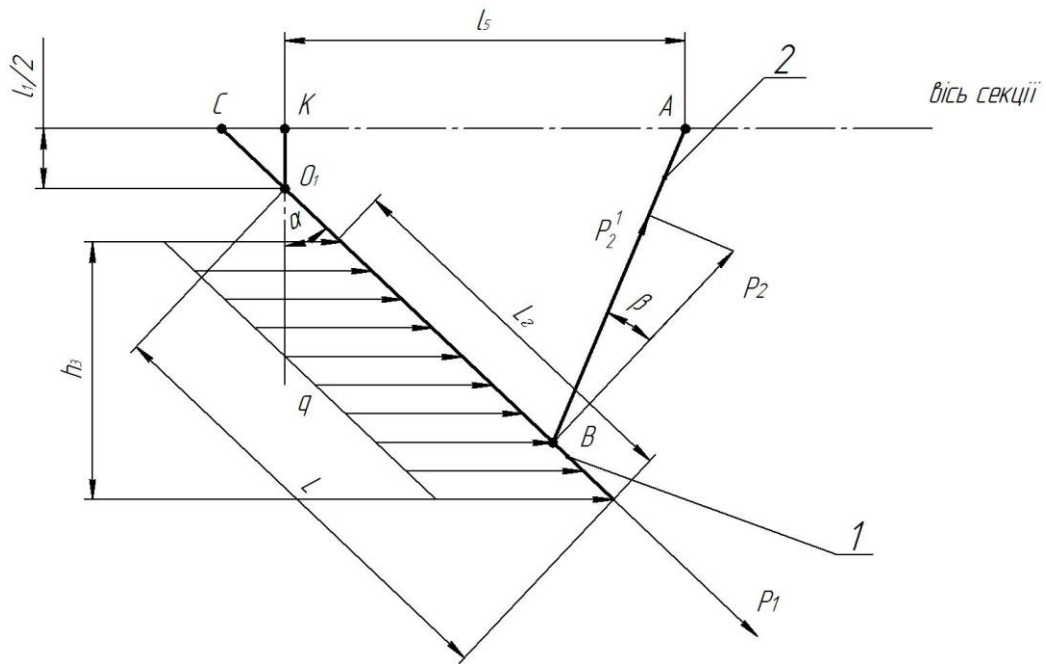


Рисунок 3.4 – Схема дії сил на граблицю

Виходячи з аналізу сил і моментів, що діють на граблицю отримаємо:

$$P_1 = L_2 \cdot q \cdot \sin \alpha, \quad (3.9)$$

$$M_{32} = L_2 \cdot q \cdot \cos \alpha \cdot \left(L - \frac{L_2}{2} \right), \quad (3.10)$$

де P_1 – сила, що діє вздовж граблиці, кН;

L_2 – довжина робочої частини граблиці, $L_2 = 0,65$ м;

q – рівномірно розподілене навантаження, кН/м. Для наших умов $q = 0,9$ кН/м;

M_{32} – момент, що виникає відносно осі O_1 внаслідок дії рівномірно розподіленої сили q , кН/м;

L – довжина граблиці, $L = 0,72$ м.

Тоді

$$P_1 = 0,65 \cdot 0,9 \cdot \sin 40^\circ = 0,38 \text{ кН};$$

$$M_{32} = 0,65 \cdot 0,9 \cdot \cos 40^\circ \cdot \left(0,72 - \frac{0,65}{2} \right) = 0,18 \text{ кН/м}.$$

Розрахуємо балку 2 опори граблини.

Зразу видно, що гнучкість стержня буде більша від гнучкості того матеріалу, з якого даний стержень виготовлений, тому розрахунок проводимо за формулою Ейлера.

Виходячи з даної формули, у загальному випадку, критична сила $P_{кр}$, при якій прямолінійна форма стержня робиться нестійкою, визначаємо за формулою Ейлера, враховуючи схему навантаження сил, рис. 3.4 [12, 18, 19],

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l_{пр}^2}, \quad (3.11)$$

де E – модуль повздовжньої пружності матеріалу стержня (модуль Юнга), Па;

J – мінімальний осьовий момент інерції поперечного січення стержня, м⁴;

$l_{пр}$ – приведена довжина стержня,

$$l_{пр} = \nu \cdot l, \quad (3.12)$$

де l – довжина стержня, м;

ν – коефіцієнт приведення, що залежить від схеми навантаження і кріплення стержня, $\nu = 1$.

Під час проєктного розрахунку, коли необхідно визначити величину, що характеризує розміри поперечного січення (в нашому випадку це круглий суцільний стержень, тому необхідно визначити діаметр стержня) за формулою (3.11) при відомій силі, що діє на стержень визначаємо мінімальний осьовий момент інерції, з якого і визначимо діаметр стержня.

Мінімальний осьовий момент інерції з формули Ейлера дорівнює:

$$J = \frac{P_2^1 \cdot l_г^2}{\pi^2 \cdot E}, \quad (3.13)$$

де P_2^1 – сила, що діє на стержень, Н;

$l_г = |AB|$ – довжина стержня, м.

Сила P_2^1 , що діє на стержень з рис. 3.4 рівна:

$$P_2^1 = \frac{M_{32}}{l_3} \cdot \cos \beta, \quad (3.14)$$

де l_3 – відстань між віссю обертання граблини, точка O_1 і точкою кріплення стержня опори до граблини, точка В. З конструктивних міркувань $l_3 = 0,61$ м;

β – кут між напрямком дії сили P_2 і стержня АВ.

З рисунка 3.4 бачимо, що

$$\beta = 90^\circ - \angle CBA.$$

З $\triangle ABC$ за теоремою косинусів визначимо кут CBA .

Тобто

$$|AC|^2 = |CB|^2 + |BA|^2 - 2 \cdot |BC| \cdot |BA| \cdot \cos \angle CBA,$$

Звідси

$$\angle CBA = \arccos \frac{|CB|^2 + |BA|^2 - |AC|^2}{2 \cdot |BC| \cdot |BA|}. \quad (3.15)$$

З даного трикутника знайдемо всі невідомі величини:

$$|AC| = l_5 + |CK|; |CB| = l_3 + O_1C. \quad (3.16)$$

З $\triangle O_1CK$, який є прямокутним, запишемо

$$|CK| = |O_1K| \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{l_1}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha; |CO_1| = \frac{l_1}{2 \cdot \cos \alpha}. \quad (3.17)$$

Довжина стержня l_3 з $\triangle BCA$ за теоремою косинусів:

$$|BA| = \sqrt{|CB|^2 + |CA|^2 - 2 \cdot |CB| \cdot |CA| \cdot \cos(90^\circ - \alpha)}. \quad (3.18)$$

Підставивши значення невідомих величин отримаємо:

$$l_6 = \sqrt{\left(l_3 + \frac{l_1}{2\cos\alpha}\right)^2 + \left(l_5 + \frac{l_1}{2}\operatorname{tg}\alpha\right)^2 - 2 \cdot \left(l_3 + \frac{l_1}{2\cos\alpha}\right) \cdot \left(l_5 + \frac{l_1}{2}\operatorname{tg}\alpha\right) \cdot \cos(90^\circ - \alpha)}$$

$$\beta = 90^\circ - \arccos \frac{\left(l_3 + \frac{l_2}{2\cos\alpha}\right)^2 + l_6^2 - \left(l_5 + \frac{l_1}{2}\operatorname{tg}\alpha\right)}{2 \cdot \left(l_3 + \frac{l_1}{2\cos\alpha}\right) \cdot l_6}. \quad (3.20)$$

Тоді

$$l_6 = \left(0,61 + \frac{0,096}{2\cos 40^\circ}\right)^2 + \left(0,505 + \frac{0,096}{2}\operatorname{tg} 40^\circ\right)^2 -$$

$$- 2 \cdot \left(0,61 + \frac{0,096}{2\cos 40^\circ}\right)^2 \cdot \left(0,505 + \frac{0,096}{2}\operatorname{tg} 40^\circ\right) \cdot \cos(90^\circ - 40^\circ)^{1/2} = 0,619 \text{ м}$$

$$\beta = 90^\circ - \arccos \frac{\left(0,61 + \frac{0,096}{2\cos 40^\circ}\right)^2 + 0,619^2 - \left(0,505 + \frac{0,096}{2}\operatorname{tg} 40^\circ\right)}{2 \cdot \left(0,61 + \frac{0,096}{2\cos 40^\circ}\right) \cdot 0,619} = 40,3^\circ$$

Тоді

$$P_2^1 = \frac{0,18}{0,61} \cdot \cos 40,3^\circ = 0,225 \text{ кН},$$

$$J = \frac{0,225 \cdot 10^3 \cdot 0,619^2}{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^{11}} = 4,3675 \cdot 10^{-11} \text{ м}^4.$$

Враховуючи, що осьовий момент інерції для суцільного круглого стержня рівний $\frac{\pi d^4}{64}$, то діаметр шуканого стержня d буде рівний:

$$d = \sqrt[4]{\frac{J \cdot 64}{\pi}} = \sqrt[4]{\frac{4,3675 \cdot 10^{-11} \cdot 64}{3,14}} = 0,0055 \text{ м}. \quad (3.21)$$

Враховуючи запас міцності стержня діаметр його приймаємо $d = 12 \text{ мм}$.

Перевіряємо стержень за критичними напруженнями, що виникають в стержні. Визначимо коефіцієнт гнучкості стержня за формулою:

$$\lambda = \frac{l_{np}}{i}, \quad (3.22)$$

де i – мінімальний радіус поперечного січення стержня;

$$i = \frac{d}{4} = \frac{12}{4} = 3 \text{ мм.}$$

$$\lambda = \frac{619}{3} = 206.$$

Так як $\lambda > \lambda_{дон}$, де $\lambda_{дон}$ – допустимий коефіцієнт гнучкості для сталі 45, з якої виготовлений стержень, $\lambda_{дон} = 85$, то стержень рахуємо за формулою Ейлера, тобто:

$$\sigma_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^5}{206^2} = 46,46 \text{ МПа.} \quad (3.23)$$

Тоді $\sigma_{кр} = 46,46 \text{ МПа} < [\sigma] = 280 \text{ МПа}$, тобто умова міцності стержня виконується.

3.4.3. Розрахунок пальця кріплення граблини до секції

На палець, що тримає діє складова сили опору P_1 і момент M_G від ваги (рис. 3.5).

В даному випадку момент M_G буде рівний:

$$M_G = G \cdot \frac{L}{2}, \quad (3.24)$$

де G – вага граблини.

Тоді

$$M_G = 0,5 \cdot \frac{0,72}{2} = 0,18 \text{ кНм.}$$

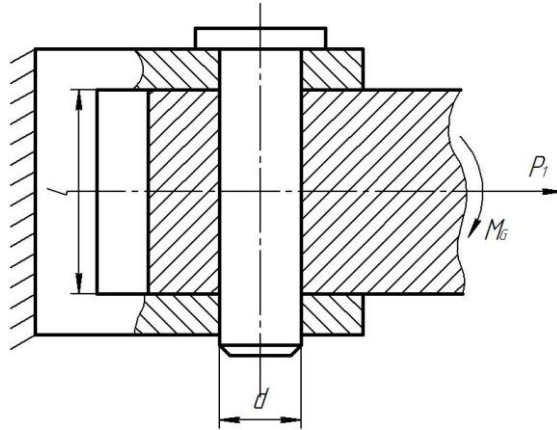


Рисунок 3.5 – Схема для розрахунку пальця

Розрахунок даного пальця проводимо, як розрахунок клина, враховуючи, що на палець діє повздовжня сила P_1 і момент M_G , що буде зрізати палець (умови закріплення, див. рис. 3.5).

Тобто діаметр пальця розраховуємо за формулою [9, 12]:

$$[\tau_c] = \frac{P}{n \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot n_1}, \quad (3.25)$$

де $[\tau_c]$ – допустиме напруження зрізу, Па, (для сталі 45, $[\tau_c] = 60$ МПа [12]);

n – кількість площин зрізу;

d – діаметр пальця, м;

P – сумарна сила, що діє на палець.

$$P = P_1 + M/l/2, \quad (3.26)$$

де l – внутрішня віддаль між вухами скоби, м.

$$P = 380 + \frac{180}{0,045} = 4380 \text{ Н.}$$

З формули (3.25) запишемо, що:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{n \cdot \pi \cdot [\tau_c]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4380}{2 \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 10^6}} = 0,0068 \text{ м.} \quad (3.27)$$

Враховуючи запас міцності і з конструктивних міркувань приймаємо $d = 20$ мм.

Палець перевіряємо по напруженнях зминання для сталі 45, $[\sigma_{зм}] = 100$ Па, тобто умова міцності $[\sigma_{зм}] > \sigma_{зм}$ виконується.

3.4.4. Розрахунок клемового з'єднання кривошипа опорних коліс секції

Опорне колесо утримується в заданому положенні під дією сили тертя, що виникає між віссю кривошипа і вкладнями клемового з'єднання, внаслідок затягування гайок скоби (див. рис. 3.6).

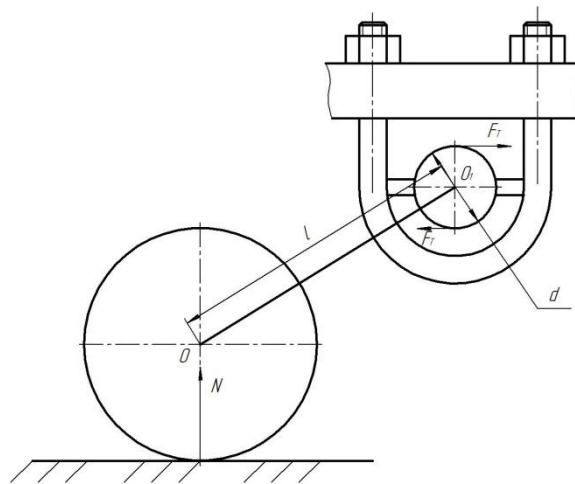


Рисунок 3.6 – Схема для розрахунку клемового з'єднання

Сила N виникає від ваги секції, яку орієнтовно можна прийняти для розрахунків $G_c = 0,6$ кН.

Розрахунок проведемо при найгіршому положенні, коли вісь OO_1 займає горизонтальне положення, тобто виникає критичний момент $M_{кр}$, який рівний:

$$M_{кр} = N \cdot l, \quad (3.29)$$

де l – довжина важеля, віддаль OO_1 . З конструктивних міркувань $l = 0,2$ м.

Тобто

$$M_{кр} = 600 \cdot 0,2 = 120 \text{ Нм.}$$

Сила тертя, яка необхідна для утримування секції в заданому положенні буде рівна:

$$F_T = \frac{M_{кр}}{d/2}, \quad (3.30)$$

де d – діаметр осі кривошипа, $d = 0,038$ м,

$$F_T = \frac{120}{0,038/2} = 6315,8 \text{ Н.}$$

Тобто сила затяжки болтів буде рівна:

$$P_{бол} = \frac{F_T}{n \cdot f}, \quad (3.31)$$

де n – кількість болтів, $n = 2$;

f – коефіцієнт тертя сталі по сталі $f = 0,15$ [9,12],

$$P_{бол} = \frac{6315,8}{0,15 \cdot 2} = 21052 \text{ Н.}$$

Визначаємо діаметр стержня на розтяг:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{бол}}{\pi [\sigma_p]}}, \quad (3.32)$$

де $[\sigma_p]$ – допустимі напруження на розтяг, для сталі 45 $[\sigma_p] = 180$ МПа [12, 19].

Тоді

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 21052}{3,14 \cdot 180 \cdot 10^6}} = 0,0112 \text{ м.}$$

Тобто діаметр дроту скоби приймаємо $d_1 = 12$ мм.

Проведемо розрахунок різьби на міцність по напруження зрізу і зминання:

$$\tau_{зр} = \frac{P}{\pi \cdot d^2 \cdot z \cdot k \cdot S} \leq [\tau_c]; \quad (3.33)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{4P}{\pi \cdot (d_1^2 - d_2^2) \cdot z} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.34)$$

де $\tau_{зр}$ – розрахункове напруження на зріз різьби;

$\sigma_{зм}$ – розрахункове напруження на зминання між витками різьби;

z – число витків, що сприймає навантаження;

k – коефіцієнт повноти різьби, для гайок $k = 0,88$;

d_2 – внутрішній діаметр різьби М12;

d_1 – зовнішній діаметр різьби;

$[\tau_c]$ – допустиме напруження на зріз (сталь 45 $[\tau_c] = 80$ МПа) [12];

$[\sigma_{зм}]$ – допустиме напруження на зминання, для сталі 45 $[\sigma_{зм}] = 120$ МПа [12],

$$\tau_{зр} = \frac{21052}{3,14 \cdot 0,0101 \cdot 5,71 \cdot 0,88 \cdot 0,00175} = 75 \text{ МПа,}$$

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot 21052}{3,14 \cdot (0,012^2 - 0,0101^2) \cdot 5,71} = 111,8 \text{ МПа.}$$

Тобто умова міцності $[\tau_{зр}] > \tau_{зр}$ і $[\sigma_{зм}] > \sigma_{зм}$ виконується.

Висновок

1. На основі аналізу існуючих засобів та способів виконання операції згрібання старого листа з зони рядка в міжряддях, був запропонований культиватор на базі КОН-2,8ПМ, що дозволить замінити ручну працю на механізовану і підвищити продуктивність виконання даної операції.

2. Розроблена спеціальна секція, що кріпиться до рами культиватора, до складу якої входять дві граблини, що забезпечують згрібання листа з рядка і переміщення його в міжряддя.

3. Розраховані основні конструктивні та технологічні параметри розробленої грабельної секції. Робоча ширина граблини становить 0,5 м, при цьому робоча довжина граблини є рівна 0,653 м за кута встановлення до напрямку руху 60° . Робочим органом граблини є пружинний палець діаметром 12 мм та довжиною 225 мм.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Структурно-функціональний аналіз процесу згрібання старого листя

Згрібання старого листя відбувається ранньою весною коли зимове листя відмирає і з'являється літнє, а також восени коли навпаки відмирає або скошується літнє і виростає зимове. Для виконання даної операції ми запропонували використати агрегат в складі трактора Т-25А, культиватора КОН-2,8ПМ з розробленим пристосуванням до нього, що виготовлене в вигляді модернізованих грабель. Проста конструкція удосконаленого культиватора є запорукою безпечного протікання технологічного процесу згрібання старого листя.

Тобто, при виконанні технологічного процесу, передбачені наступні операції:

- заїзд машинно-тракторного агрегату на поле;
- переведення культиватора у робоче положення;
- рух агрегату із заданою технологічною швидкістю;
- згрібання листя з рядка в міжряддя з дотриманням вимог техніки безпеки;
- при переїздах з одного міжряддя в інше переводити агрегат в транспортне положення, і при заїзді на наступне поле повторюють весь технологічний процес знову.

Внаслідок використання машинно-тракторного агрегату можуть виникнути наступні аварійні та травмонебезпечні ситуації:

- падіння з підніжок (при вході чи виході у кабіну, заправка);
- при очищенні робочих органів;
- наїзд на відпочиваючих людей;
- падіння на робочі органи машини;
- захват одягу (частини тіла) рухомими деталями агрегату;
- перекидання машинно-тракторного агрегату на схилах.

4.2. Моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій під час згрібання старого листя

Проаналізувавши дані фактори виникнення небезпечних ситуацій зобразимо один із них у вигляді таблиці 4.1 [27].

Таблиця 4,1 – Моделювання процесів виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій

Вид роботи	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	небезпечна умова (НУ)	небезпечна дія (НД)	небезпечна ситуація (НС)		
Згрібання старого листя	Відсутні захисні кожухи (НУ ₁) Тракторист не пройшов інструктаж з охорони праці (НУ ₂)	Робітник підійшов близько до робочого органу під час виконання операції НД	Попадання робітника у зону роботи агрегату НС	Травмування робітників	Машинно-тракторний агрегат повинен бути обладнаний всіма захисними кожухами та захисними пристроями Тракторист повинен пройти інструктаж з охорони праці.

Аналізуючи таблицю можна скласти майбутню модель процесу:

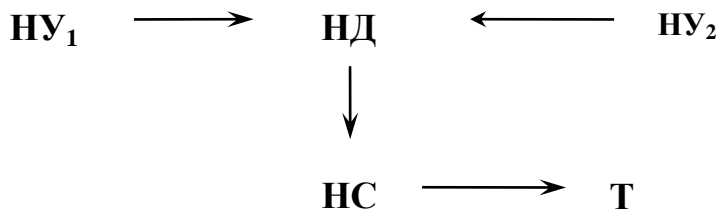


Рисунок 4.1 – Модель процесу

4.3. Обґрунтування організаційно технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу

4.3.1. Правила техніки безпеки під час використання агрегату

1. До роботи на машинно-тракторному агрегатів допускаються особи, які мають дозвіл на керування, досягли 18 років, пройшли загальний та місцевий інструктаж з техніки безпеки.
2. Приступати до роботи можна лише у спеціальному одязі, який видається господарством.
3. Перевірити справність агрегату і безпечність роботи, ще до виїзду на поле.
4. Впевнитись у наявності всіх захисних засобів (кожухів, щитків, вогнегасника, аптечки).
5. На полі не допускається велике каміння, рови, яри, ями та інші перешкоди.
6. Перед початком роботи перевірити кріплення робочих органів до рами культиватора, а самого культиватора до трактора.
7. При роботі машинно-тракторного агрегату в міжрядді забороняється підходити до нього ближче двох метрів.
8. Під час руху забороняється виходити та заходити в трактор.

9. Проводити операції щоденного технічного обслуговування при зупиненому агрегаті і не працюючому двигуні після закінчення роботи.

10. Забороняється перевозити людей на рамі культиватора.

4.3.2. Розрахунок агрегату від перекидання на схилах

Зробимо розрахунок при якій максимальній швидкості можна виконувати повороти, виходячи із умови стійкості проти перекидання.

Критичну швидкість визначаємо з формули

$$V_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{gRB}{2h_{\text{ц}}}}, \quad (4.1)$$

де B – ширина колії трактора, $B = 1,35$ м;

$h_{\text{ц}}$ – висота центру ваги агрегату, $h_{\text{ц}} = 0,35$ м;

R – радіус повороту беремо середнє значення наших доріг, $R = 6$ м.

$$V_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 6 \cdot 1,35}{2 \cdot 0,35}} = 10,65 \text{ км/год.}$$

Так як трактор Т-25А в агрегаті з культиватором КОН-2,8ПМ в польових умовах не розвиває такої швидкості, то у відношенні охорони праці агрегат стійкий від перекидання.

5. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

З розвитком сільськогосподарського виробництва вплив людини на природу зріс у негативному напрямку. В процесі розвитку сільськогосподарського виробництва людина перейшла від споживання продуктів природи до використання природних умов і ресурсів, для вирощування рослин і тварин [3, 23].

На теперішньому етапі сільськогосподарське виробництво є одним із основних, що характеризується середнім контактом з навколишнім середовищем.

В умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва використовується велика кількість самохідних машин, тракторів, добрив та отрутохімікатів, їх неправильне застосування негативно впливає на рослинний і тваринний світ, приносить шкоду навколишньому середовищу.

Внаслідок використання мінеральних добрив, пестицидів гине жива природа, багато видів рослин, тварин, комах і птахів, що борються з шкідниками полів. Цим самим порушується природній процес протікання біологічного життя тварин і рослин.

5.1. Охорона та раціональне використання ґрунтів

Під час використання мінеральних добрив, в господарстві велику увагу приділяють як економному їх використанню, так і дотримання агрофонів внесення поживних речовин. Перед виконанням робіт по внесенню мінеральних добрив, отрутохімікатів проводяться інструктажі по техніці безпеки.

При виборі препаратів враховуються не тільки їх токсичні та екологічні фактори, але і їх можливість накопичення в ґрунті живими організмами.

Особливе місце в процесі вирощування плодово-ягідних культур займає захист рослин від хвороб і шкідників за допомогою отрутохімікатів. При неправильному застосуванні хімічних засобів захисту рослин отрутохімікати можуть накопичуватись в ґрунті та плодах, взаємодіяти між собою, перетво-

рюючись в більш небезпечні сполуки. Це безумовно приносить велику шкоду не тільки природі, рослинному і тваринному світу, але і здоров'ю людини. Тому перед закладанням саду це необхідно враховувати.

В даний час в господарстві застосовується попереджувально-профілактична технологія захисту рослин.

В останній час господарство впроваджує систему ціле направленої захисту рослин. Ця система, на відміну від систем попереджувально-профілактичного обробітку, передбачає введення тільки повністю необхідних операцій по захисту рослин. Таким чином зменшується число обробітків і затрат отрутохімікатів, що зменшує негативний вплив на ґрунт, а також відбувається економія коштів.

При виконанні технологічних операцій велика увага приділяється зменшенню кількості проходів агрегату по полі для запобігання надмірного ущільнення ґрунту.

5.2. Охорона та ефективне використання водних ресурсів

Основним джерелом технічної води в господарстві є ставки. В основному вода з них використовується для поливу саджанців, миття сільськогосподарської техніки та ін. Для того, щоб паливо-мастильні матеріали не попадали у водойму, миття сільськогосподарської техніки здійснюється на спеціально обладнаній площадці, з фільтруючими пристроями. Для запобігання попадання отрутохімікатів та мінеральних добрив у водойми, їх зберігають у складських приміщеннях, що відповідають санітарно-гігієнічним нормам. Навколо водойм та вздовж річок посаджені дерево-кущові насадження для запобігання їх замулюванню.

5.3. Охорона атмосферного повітря

Найбільшими забрудниками повітря у господарстві є автотракторний транспорт, тваринницька ферма та котельня.

Для очищення атмосферного повітря у господарстві навколо забруднюючих об'єктів розміщені смуги дерево-кущових насаджень. Дедалі більшу увагу у господарстві приділяють технології зберігання гною для зменшення викидів шкідливих газів у атмосферне повітря. Викид шкідливих газів з автотранспорту контролюють і при потребі усувають при технічному огляді машини відповідно до встановлених норм.

5.4. Шляхи покращення екологічного стану господарства

Щодо забруднення ґрунтів, то господарству слід приділити більшу увагу зберігання, навантаженню та транспортуванню мінеральних добрив, а також необхідно забезпечити машинно-тракторний парк додатковими приміщеннями та ємкостями для зберігання масел та промаслених відходів.

Для охорони водойм господарство повинне раціональніше використовувати водний ресурс та регулярно проводити заходи, щодо очищення водойм від механічних домішок.

Для запровадження більш дієвих методів очистки атмосферного повітря, тобто встановлення фільтрів, очисних споруд, потрібні затрати чималих коштів, яких господарству й так не вистачає.

В загальному стан охорони навколишнього середовища в господарстві можна оцінити як задовільний.

6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРЕГАТУ ДЛЯ ЗГРІБАННЯ СТАРОГО ЛИСТЯ СУНИЦІ

Удосконалений культиватор КОН-2,8ПМ, що оснащений спеціальними секціями, призначений для згрібання старого листа суниці після зимового періоду. Даний агрегат замінив ручну працю робітників, що виконували дану операцію.

Отже, економічна ефективність запропонованого агрегату для згрібання старого листа суниці після зимового періоду розраховувалася в порівнянні з ручним збиранням, передбачає використання додаткового інвентаря (грабель).

Враховуючи зміну цін на техніку, паливо-мастильні матеріали, сільськогосподарську продукцію, а також зміну нормативів на заробітну плату, дані показники вважаються реальними для умов експлуатації запропонованого агрегату в 2022 році.

Розрахунок здійснюється згідно з запропонованою методикою [8] в наступній послідовності.

На основі експлуатаційних показників роботи запропонованого агрегату і параметрів ручного згрібання листа суниці, , нормативно-довідкового матеріалу, реальних цін на трактори і сільськогосподарську техніку, паливо-мастильні матеріали, заповнюється таблиця вихідних даних для визначення економічної ефективності запропонованого агрегату для згрібання старого листа з рядків в міжряддя.

Вихідні дані (станом на 1.09.2022 року) для розрахунку економічної ефективності агрегату для згрібання старого листа наведені в таблиці 6.1, де враховані тільки показники, що відносяться до виконання даного технологічного процесу.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	Ручне виконання операції	T-25 + культиватор
1	2	3
Продуктивність за години змінного часу, га/год	0,05	1,22
Балансова вартість, грн :		
машини	–	90000
трактора	–	24000
допоміжного обладнання	1200	–
Річне завантаження, год.:		
трактора	–	1000
машини	–	100
допоміжного обладнання	100	–
Чисельність виробничого персоналу, чол.:		
основного	–	1
допоміжного	1	–
Годинні тарифні ставки, грн/люд.год :		
основного	–	16
допоміжного	16	–
Коефіцієнт, що враховує доплати:		
основного	–	1,1
допоміжного	1,4	–
Коефіцієнт відрахувань на реновацію:		
трактора	–	0,166
машини	–	0,166
допоміжного обладнання	0,35	–
Коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування		
трактора	–	0,13
машини	–	0,1
допоміжного обладнання	0,25	–
Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт трактора	–	0,027
Витрата паливо-мастильних матеріалів, кг/га	–	2,6
Ціна 1 кг палива з врахуванням вартості мастильних матеріалів, що припадає на 1 кг палива	—	55

Продовження таблиці 6.1

1	2	3
Коефіцієнти затрат на зберігання від вартості технічного обслуговування		
трактора	–	0,065
машини	–	0,065
допоміжного обладнання	0,065	–
Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень		0,15
Коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту		0,95
Коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову		1,1

Розрахунок економічної ефективності проводиться на ПЕОМ IBM/XT з використанням програми на мові Exsel.

У діалоговому режимі з машиною вихідні дані з таблиці 6.1 заносяться в програму. Результати розрахунків показників економічної ефективності заносимо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Показники економічної ефективності агрегату для згрібання старого листа

Показники	Ручне виконання операції	T-25 + культиватор
1	2	3
1. Річне напрацювання, га	5	122
2. Прямі затрати (грн/га) на:		
– оплати праці	2800	135,25
– паливо-мастильні матеріали	–	143
– технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт	60	104,66

Продовження таблиці 6.2.

1	2	3
– реновацію	84	155,11
– інші прямі затрати	3,9	6,8
– всього прямих затрат	2947,9	544,82
3. Капітальні вкладення, грн/га	240	934,43
4. Зведені затрати, грн/га	2983,9	684,98
5. Річний економічний ефект від експлуатації нової машини, грн	—	280467,7
6. Економічний ефект від виробництва і використання за строк служби нової машини, грн	—	887555,98
Верхня межа ціни нової машини, грн	—	888687,25
Лімітна ціна нової машини, грн	—	844252,89
7. Затрати праці, люд.-год/га	20	0,82
8. Річна економія праці, люд-год	—	2339,96
9. Ступінь зменшення затрат (в %)		
– затрат праці	—	95,9
– прямих затрат	—	81,52
– зведених затрат	—	77,04
– капіталовкладень	—	-289,35

Отримані результати розрахунку свідчать про економічну доцільність використання запропонованого агрегату для згрібання старого листа порівняно з ручним виконанням даної операції.

Спостерігається зменшення на один гектар: затрат праці на 95,9 %; зведених затрат – 77,04 %, але підвищуються капіталовкладення на 289,35 %. Річний економічний ефект від запровадження запропонованого агрегату для виконання операції згрібання старого листа суниці порівняно з ручним виконанням становитиме 280467 гривень (в цінах на 1.09.2022 року) за умови річного напрацювання 122 гектари.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Для підвищення якості врожаю, необхідно покращити операцію видалення старого листа з міжрядь, що до тепер не виконується. Для видалення старого листа доцільно розробити спеціальне пристосування до культиватора для міжрядного обробітку ґрунту.
2. Для виконання операції згрібання старого листа запропонований агрегат, що складається з трактора Т-25А, рами культиватора КОН-2,8ПМ до якої закріплені розроблені граблі. Були розраховані основні техніко-економічні показники виконання операції згрібання старого листа запропонованим агрегатом: продуктивність агрегату за зміну – 8,52 га/зм; витрата палива – 2,6 кг/га; затрати праці – 0,82 люд.год/га; прямі експлуатаційні затрати – 540,66 грн/га; приведені експлуатаційні затрати – 682,06 грн/га.
3. Розроблена спеціальна секція, що кріпиться до рами культиватора, до складу якої входять дві граблини, що забезпечують згрібання листа з рядка і переміщення його в міжряддя.
4. Розраховані основні конструктивні та технологічні параметри розробленої грабельної секції. Робоча ширина граблини становить 0,5 м, при цьому робоча довжина граблини є рівна 0,653 м за кута встановлення до напрямку руху 60^0 . Робочим органом граблини є пружинний палець діаметром 12 мм та довжиною 225 мм.
5. Шляхом аналізу стану охорони довкілля в господарстві виявлені недоліки і подані пропозиції для їх усунення, а також розглянуті питання охорони праці під час виконання операції згрібання старого листа.
6. Отримані результати розрахунку свідчать про економічну доцільність використання. Річний економічний ефект від запровадження запропонованого агрегату для виконання операції згрібання старого листа суниці порівняно з ручним виконанням становитиме 280467 гривень (в цінах на 1.09.2022 року) за умови річного напрацювання 122 гектари.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Бендера І.М., Грубий В.П., Роздорожнюк П.І. та ін. Експлуатація машин та обладнання. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. 2013. 576 с.
- 2 Беренштейн І.Б., Демидко М.О., Широкоград П.К. та ін. Механізація збирання і товарної обробки плодів та ягід. Київ: Урожай, 1976. 136 с.
- 3 Білявський Г. О., Фурдуй Р. С. , Костіков І. Ю. Основи екології: підручник, 2-ге вид., доповн. Київ. Либідь, 2005. 407 с.
- 4 Булгаков В.М., Гриник І.В., Калетник Г.М. та ін. Теоретична механіка: підручник /за ред. Акад. НААН В.М. Булгакова. Київ: Аграрна наука, 2014. 560 с.
- 5 Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Агроосвіта, 2015. 679 с.
- 6 Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник. Київ. Вища освіта, 2005. 464 с.
- 7 Гель І. М., Рожко І. С. Суниця: біологія, сорти, технології вирощування та переробки. Львів: Український бестселер, 2011. 110 с.
- 8 Данильченко М. Г., Гладич Б. Б., Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. Тернопіль: Економічна думка, 2001. 61 с.
- 9 Довбуш А.Д., Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Рубінець Н.А. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 128с.
- 10 Довідник з машиновикористання в землеробстві / за ред. В.І. Пастухова. Харків: Веста. 2001. 347 с.
- 11 Довідник з механізації садівництва / за ред. М.О. Демидко. Київ: Урожай, 2008. 216 с.
- 12 Довідник конструктора-машинобудівника (комплект з 3 книг). URL: https://balka-book.com/ua/spravochniki_po_mashinostroeniyu-286/spravochnik_konstruktora_mashinostroitelya_komplekt_iz_3_knig-4411 (дата звернення: 20.01.2023).

- 13 Закон України “Про охорону праці”. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>. (Дата звернення 10.03.2023).
- 14 Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. Київ: Кондор. 2007. 334 с.
- 15 Механізація виробництва плодів і ягід / за ред. П.Т. Бабія. Київ: Урожай, 2008. 160 с.
- 16 Механізація технологічних процесів вирощування суниць. <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/21427-mekhanizatsiia-tekhnolohichnykh-protsesiv-vyroshchuvannia-sunyts.html> (дата звернення 01.03.2023).
- 17 Основні технології вирощування суниці садової за різного ступеня інтенсифікації. URL: <https://www.pro-of.com.ua/osnovni-technologi%D1%97-viroshhuvannya-sunici-sadovo%D1%97-za-riznogo-stupenya-intensifikaci%D1%97/> (дата звернення 01.03.2023).
- 18 Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. -2-ге вид., стереотип. Київ. Техніка, 2004. 512 с: іл.
- 19 Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів: Підручник. Київ: Вища школа, 2004. 655 с.
- 20 Рибарук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини. Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. Львів. ЛДАУ, 1998. 264 с.
- 21 Ріпка І.І., Семен Я.В., Крупич О.М., Бендера І.М., Рудь А.В. Основи механізації сільськогосподарського виробництва: Навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2013. 224 с.;
- 22 Семен Я.В., Чухрай В.С., Крупич О.М., Рис В.І., Буртак В.В. Методичні рекомендації для виконання дипломного проекту студентами спеціальності 208 «Агроінженерія» ОС «Бакалавр». Львів. Сполом. 2023. 72 с.
- 23 Снітинський В.В., Саницький М.А., Мазурак О.Т., Мазурак А.В. Інженерне екологія. Аспекти енергозбереження: навчальний посібник. Львів. Априорі, 2008. 221с.
- 24 Сосновська О.О., Ярошенко П.П., Іванюта М.В. Техніко-економічне обґрунтування господарських рішень у рослинництві. Навчальний посібник. Київ. Центр навчальної літератури. 2006. 384 с.

- 25 Стандарт підприємства: дипломні і курсові проекти (роботи), загальні вимоги до оформлення. Львів: ЛНАУ, 2017. 13 с.
- 26 Суниця садова: основні правила вирощування. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/12691-sunytsia-sadova-osnovni-pravya-vyroshchuvannia.html> (дата звернення 10.02.2023)
- 27 Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Навч. посібник. Львів: Сполом. 2022. 376 с.
- 28 Трактори в Україні. Електронний ресурс: URL: <https://prom.ua/ua/p1297179566-traktor-belarus-8922.html> (дата звернення: 20.01.2023)