

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проекту
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ
ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ І КОНСТРУКЦІЇ
СІВАЛКИ**

Виконав: студент _____ Шемшур Владислав Денисович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин (ТСГМ)

Освітній ступінь - "Бакалавр"

Напрямок підготовки: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

канд. техн. наук, доцент

(вчене звання)

Г.В. Теслюк

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту _____

керівник проєкту _____

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ _____ ” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

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

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шемшур В.Д. Удосконалення механізації вирощування буряків цукрових і конструкції сівалки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 82 с.

В роботі представлено агротехнічні вимоги до сівби буряків, основні характеристики ґрунту та насіння цукрових буряків. На підставі аналізу конструкцій сучасних сівалок обґрунтовано схему удосконалення сівалки ССТ-12Б.

Проведено розрахунки удосконаленого висіваючого апарату, розроблено конструкцію і робочі кресленні окремих вузлів і деталей удосконаленої сівалки.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні цукрових буряків і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 192900 грн. При цьому зниження затрат праці складає 0,08 люд.год./га.

Ключові слова: ґрунт, цукровий буряк, насіння, сівба, технологія, удосконалення, сівалка, параметри, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СІВБИ.	8
2 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ҐРУНТУ ТА НАСІННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.	10
2.1 Основні фізико-механічні властивості ґрунту.	10
2.2 Основні фізико-механічні властивості насіння цукрових буряків.	14
3 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ СІВАЛОК ДЛЯ СІВБИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.	16
3.1 Будова та технологічний процес бурякових сівалок.	16
3.2 Підготовка до роботи бурякової сівалки ССТ-12Б.	24
3.3 Аналіз конструкцій закордонних сівалок для сівби буряків.	26
4 ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ СІВАЛКИ.	33
5 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ВИСІВАЮЧОГО АПАРАТУ.	37
5.1 Формування вихідного потоку насіння.	37
5.2 Обґрунтування місця установки ролика-чистика висіваючого апарату сівалки точного висіву.	44
5.3 Виштовхування насіння.	47
5.4 Розміщення насіння в борозні.	51
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	54
6.1 Організація охорони праці.	54
6.2 Експлуатація машин в рослинництві.	55
6.3 Охорона праці при вирощуванні буряків.	57
6.4 Вимоги охорони праці при роботі на вдосконаленій сівалці ССТ-12Б.	59
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	69
Д О Д А Т К И.	72

В С Т У П

Інтерес до вирощування цукрових буряків суттєво зріс і особливо в два останніх роки після початку війни. Проблеми з експортом урожаю зернових і олійних культур, різке падіння цін на них і ряд інших причин, пов'язаних з війною, змусило аграріїв переглянути свої плани. Наявність внутрішнього попиту і хороша ціна на цукрові коренеплоди приваблюють аграріїв, які не вирощували культуру, додати її в сівозміну, а аграріїв, які займалися виробництвом цукрових буряків ще до війни, збільшувати площі.

Так за останні три роки площа під цукровими буряками становила: в 2021 р. – 175,8 тис. га, 2022 р. – 162,6 і в 2023 р. – 249,9 тис. га. Урожайність відповідно становила 29,44 т/га, 30,89 і 46,22 т/га [1]. Тобто площі під цукровими буряками в 2023 році зросли на 28,7% більше порівняно з довоєнним 2021 роком.

Цукор є важливою статтею і експорту України, а значить і джерелом валютних надходжень з країн ближнього і дальнього зарубіжжя. Його споживання досить високе. Так найбільше цукру споживають у Малайзії (58,2 кг на одну особу на рік) і, згідно з прогнозами, до 2030 р. ця цифра виросте до 61,1 кг. На другому місці Бразилія (48,9 кг на одну особу на рік) і на третьому — Нова Зеландія (47 кг), де, за прогнозами, споживання цукру на 1 особу буде зменшуватися і в 2030 р. складатиме 43,3 кг [4, 5].

Цукор буде конкурентоспроможним на ринку за умови низької його собівартості, зменшення якої можна досягти завдяки збільшенню врожайності, зменшенню затрат на вирощування цукрових буряків та їхню переробку на цукрових заводах. Пріоритетним має бути перший напрям – збільшення врожайності. Він надає можливість швидшими темпами зменшувати його собівартість, ніж шлях зменшення витрат. Збільшення врожайності цукрових буряків насамперед досягається комплексом агробіологічних та агротехнічних заходів, а потім завдяки використанню

техніки. Зменшення собівартості досягається завдяки оптимальному вибору технологій, технологічних матеріалів і технічних засобів.



Рисунок 1 – Споживання цукру в Україні та світі (дані: Держстат, OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030)

Досвід провідних закордонних фірм, які впроваджують свої технології і комплекси машин в окремих господарствах України, показує, що навіть в важких ґрунтово-кліматичних умовах можна отримати врожаї цукрових буряків до 600-700 ц/га. Тому актуальною є задача подальшого удосконалення вітчизняних технологій і машин для вирощування цукрових буряків. Вирішенню цієї задачі сприяє конструювання нових типів і удосконалення існуючих машин.

Метою даної роботи є удосконалення механізації вирощування буряків цукрових і конструкції висіваючого апарату сівалки.

1 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СІВБИ

Для отримання високих врожаїв цукрових буряків слід якісно, в короткий строк і з дотриманням всіх вимог і рекомендацій провести посівну. На підставі наукових досліджень і передового досвіду визначено наступні вимоги:

1. Для сівби цукрових буряків використовують насіння тільки першого класу (лабораторна схожість 75 - 90%, чистота не нижче 99,2%, подрібненого насіння не більше 0,5%), попередньо протруєні отрутохімікатами або дражованих за відповідними вимогами..

2. Загальна тривалість посівних робіт не повинна перевищувати 5 - 6 днів. Сівбу на одному полі необхідно проводити за 1 - 2 дні.

3. Норму висіву насіння і добрив, глибина загортання насіння встановлюється в кожному окремому випадку агрономом господарства у відповідності до зональних рекомендацій і конкретних умов.

Сівалка для сівби буряків повинна забезпечувати плавне регулювання глибини загортання насіння і гранульованих мінеральних добрив в межах 3 - 10 см. При цьому добрива загортаються нижче насіння на 3 см і збоку від рядка на 3 см.

4. Сівалка повинна забезпечувати глибину загортання насіння з відхиленням від заданої не більше, ніж на $\pm 0,5$ см.

5. Висіваючий апарат і загортаючі органи повинні забезпечувати рівномірний розподіл насіння у рядку. Відхилення від розрахункового (очікуємого) інтервалу між насінинами не повинна перевищувати $\pm 30\%$. В заданий інтервал з допустимим відхиленням повинно вкладатися не менше 70% насінин при нормах висіву до 70 тис/га, і не менше 65% при нормі висіву 80 - 110 тис/га.

6. Відхилення від заданої норми висіву насіння не повинно перевищувати 5% при нормах висіву 60 - 70 тис/га і 8% при нормі висіву 80- 110 тис/га.

7. Сівалка повинна забезпечувати норми висіву в межах 60 - 180 тис/га з кроком регулювання 3 - 5 тис.

8. Висіваючі апарати сівалки повинні забезпечувати висівання повноцінних насінин. Допускається травмування посівного матеріалу не більше 0,5%.

9. Сівалка повинна забезпечувати однакову ширину міжрядь 450 мм. Допускається відхилення в цьому показнику на основних міжряддях не більше 1 см, на стикових – не більше 5 см.

10. Відхилення від заданої норми висіву мінеральних добрив не повинно перевищувати у всьому діапазоні норм $\pm 10\%$.

11. Сівалка повинна бути обладнана пристроєм для контролю за висівом насіння і гранульованих мінеральних добрив.

12. Сівалка повинна забезпечувати якісні показники роботи по висіву насіння і гранульованих мінеральних добрив на робочих швидкостях агрегату до 9 км/год.

13. Рядки повинні бути прямолінійні, відхилення від осьової лінії рядка на довжині 50 см допускається не більше 5 см.

14. Ширина поворотних смуг на кінцях гонів повинна бути рівною 3 - 4 захватам посівного агрегату.

15. Після сівби поле вирівнюють і при необхідності прикотковують.

Вказаним вимогам до якості сівби цукрових буряків в нашій країні найбільш повно з машин вітчизняного виробництва відповідають сівалки ССТ-12Б та ССТ-12В. Ці сівалки в основному забезпечують якісні показники виконання технологічного процесу точної сівби. Одним з показників по якому ці сівалки не відповідають вимогам є висока нерівномірність загортання насіння.

2 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ҐРУНТУ ТА НАСІННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

2.1 Основні фізико-механічні властивості ґрунту

Ґрунт складається з твердої, рідкої і газоподібної фаз. Вплив твердих часток на його фізико-механічні властивості проявляється тим сильніше, чим менші їх розміри, а значить і більша сумарна поверхня в одиниці об'єму ґрунтової системи [].

У вітчизняному ґрунтознавстві прийнята класифікація ґрунтів, запропонована М.О. Качинським, згідно якої пропонується всі тверді частки розділяти на фізичний пісок ($d > 0,01$ мм) і фізичну глину ($d < 0,01$ мм). По кількості фізичного піску і фізичної глини ґрунт відносять до того чи іншого типу. При цьому враховують додатково генетичні ознаки ґрунтів, які проявляються в здатності глинистих фракцій до агрегування. Останні залежать від вмісту гумусу, складу обмінних катіонів, мінералогічного складу. Чим вища здатність агрегування ґрунту, тим слабкіше проявляються глинясті властивості при рівному вмісту фізичної глини. Тому степові ґрунти, як більш структурні, переходять в категорію важких при більшому вмісту глини, ніж підзолисті.

Основною технологічною характеристикою ґрунту, яка відображає його будову, водно-фізичні властивості і біологічну активність, є об'ємна маса [9]. Всі види обробітку ґрунту і дія ходових систем агрегатів приводять до зміни об'ємної маси. Прийнято вважати, що пухкий ґрунт відповідає об'ємній масі до $1,15$ г/см³, щільний ґрунт – $1,15-1,35$ г/см³, а дуже щільний – більше $1,35$ г/см³.

Твердість ґрунту – це опір проникненню в нього будь-якого деформатора. Вимірюється (в Па) різними приладами, принцип дії яких заснований на примусовому втисненні в ґрунт плунжерів різної форми і площі.

Вологість різко змінює всі механічні властивості ґрунту, впливає на якість обробітку. Розрізняють абсолютну W_a і відносну W_v вологість (%):

$$W_a = \frac{m_B - m_c}{m_c} \cdot 100, \quad (2.1)$$

$$W_B = \frac{W_a}{W_n} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де m – маса вологої проби ґрунту;

m_c – маса сухої проби ґрунту;

W_n – польова вологість.

Польова вологість – це кількість води в ґрунті, яка перестає рухатися вниз під дією гравітаційних сил. А кількість води, яку поглинає ґрунт до повного насичення, називається повною вологоємністю. При характеристиці вологості ще розрізняють вологість в'янення – це нижня межа вмісту води, яку можуть використовувати рослини.

При оптимальній вологості ґрунт добре кришиться і не налипає на робочі органи, а затрати енергії на його обробіток – мінімальні. Такий стан ґрунту називається фізичною сплістю.

Оптимальна відносна вологість ґрунту для обробки становить 60 – 70 %, задовільна – 50–60 %, надмірна – більше 80 %, недостатня – нижче 50 %. Супіщані і піщані ґрунти можна обробляти при відносній вологості 100 % і менше.

Від вологості ґрунту залежить і такий важливий показник, як питомий опір (K , Н/см²). Він визначається відношенням сили тягового опору до площі поперечного перерізу пласта, який обробляється:

$$K = \frac{P}{a \cdot b} \quad (2.3)$$

Встановлено, що із збільшенням вологості питомий опір спочатку зменшується, а потім знову збільшується (рис. 2.1). Це пояснюється тим, що із

збільшенням вологості понад оптимальні значення збільшується липкість (адгезія) ґрунту.

Липкість характеризується здатністю часток ґрунту склеюватися і прилипати до поверхні робочих органів. Цей показник визначається відношенням сили, необхідної для відриву (напрямок дії сили може бути по нормалі і по дотичній) частки до площі залипання.

В залежності від питомого опору і механічного складу ґрунти розділяють на легкі, середні, середньо-важкі і важкі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Характеристика ґрунтів

Показник	Легкі	Середні	Середньо-важкі	Важкі
Питомий опір, Н/см ²	До 3	3,0 – 5,0	5,0 – 7,0	7,0 – 15,0
Вміст фізичної глини, %	До 20	20 - 30	31 - 50	Більше 51

Фрикційні властивості ґрунту характеризуються коефіцієнтом тертя і кутом тертя. Розрізняють коефіцієнт зовнішнього f і внутрішнього f_1 тертя. Значення коефіцієнта f залежить від багатьох факторів, головні з яких – механічний склад і вологість (табл. 2.2). Для приблизних розрахунків приймають $f = 0,5$ і кут тертя $\varphi = 26^{\circ} 30'$.

Однією з трибологічних характеристик ґрунту є зсув – зміщення однієї частини ґрунту по відношенню до другої в результаті бокового (тангенціального) тиску. Зсув ґрунту характеризується показником ψ , тобто відношенням зсуваючого зусилля T до нормального тиску N :

$$\psi = \frac{T}{N} \quad (2.4)$$

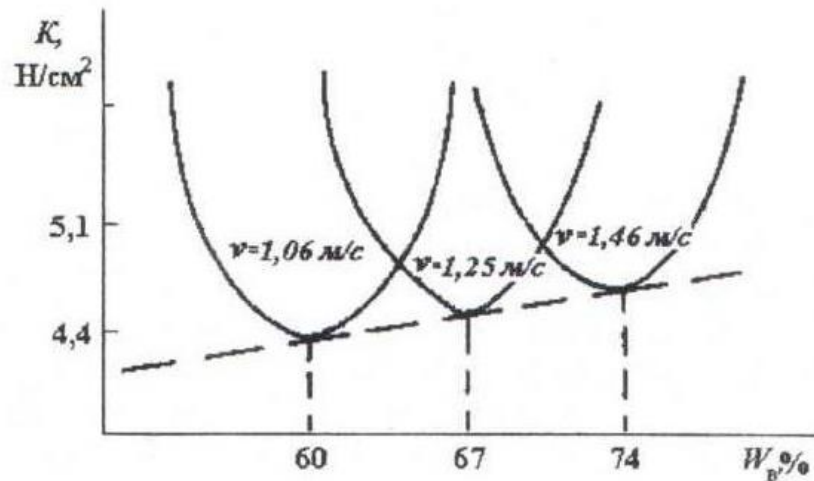


Рисунок 2.1 - Залежність питомого опору ґрунту K від вологості W_v і швидкості руху агрегату V

Таблиця 2.2 - Коефіцієнт тертя ковзання сталі по ґрунту
(при нормальному тиску $N = 3 - 8 \text{ Н/см}^2$)

Г р у н т	Абсолютна вологість	Коефіцієнт тертя
Дерново-підзолистий, легкосуглинковий	2 - 15	0,4 – 0,5
Дерново-підзолистий, середньосуглинковий	3 - 20	0,4 – 0,8
Лісостеповий, темно-сірий, важкосуглинковий	20 - 23	0,5 – 0,8
Чорноземи вилугувані, глинясті	23	0,7
Чорноземи важкосуглинкові	7 - 16	0,4 – 0,7
Чорноземи середньосуглинкові	6 - 27	0,5 – 0,8
Чорноземи звичайні, глинясті	10 - 30	0,7 – 1,0
Чорноземи південні, піщані	1 - 6	0,4 – 0,6

Експериментально встановлено, що між окремими характеристиками існують тісні кореляційні зв'язки і це дозволяє встановити закономірності зміни одних властивостей в залежності від інших.

2.2 Основні фізико-механічні властивості насіння цукрових буряків.

Основні властивості насіння, які впливають на технологію і техніку сівби об'єднуються під загальним поняттям - технологічні властивості насіння. До них відносяться посівні якості насіння та їх фізико-механічні характеристики.

До посівних якостей насіння відноситься господарча придатність, чистота, схожість, енергія проростання, посівна придатність, маса 1000 насінин, щільність і т.п.

Господарча придатність насіння характеризується відсотковим вмістом насіння, яке здатне прорости в посівному матеріалі.

$$Г = \frac{Н \cdot В}{100} \quad (2.5)$$

де Н – чистота насіння, %;

В – схожість насіння, %.

Для насіння цукрових буряків цей показник знаходиться в межах 0,47 - 0,63.

Чистота насіння визначається відсотковим вмістом насіння основної культури в насінному матеріалі. згідно ДСТУ для насіння цукрових буряків цей показник повинен бути не нижче 92,5 %. Схожість насіння характеризується відсотковим вмістом нормально пророслого насіння в пробі, яка взята для аналізу. Для насіння цукрових буряків цей показник знаходиться в межах 96 - 98 %. польова схожість визначається кількістю проростків, які з'явилися за 30 днів після сівби, виражених у відсотках від числа висіяних схожих насінин. Для насіння цукрових буряків цей показник знаходиться в межах 41,6 - 57,0 %.

Посівна придатність визначається схожістю насіння основної культури:

$$Г_{II} = \frac{А \cdot В}{100}, \quad (2.6)$$

де А – кількість насінин основної культури в посівному матеріалі, %;

В – схожість насіння, %.

Для насіння цукрових буряків $\Gamma_{\text{п}} = 0,4 - 0,65$.

Маса 1000 насінин характеризує їх повноцінність. Для насіння цукрових буряків $M_{1000} = 9 - 23$ г.

Фізико-механічні властивості насіння – це лінійні розміри, характер поверхні, коефіцієнти тертя, парусність, сипкість, пружність, твердість, гігроскопічність і т.д.

Форма і розмір насіння впливають на процес висипання насіння через отвори бункерів.

Насіння цукрових буряків мають округлу форму і розміри 3,5 - 5,5 мм.

Коефіцієнти внутрішнього і зовнішнього тертя характеризують фрикційні властивості насіння і їх сипкість. Для насіння цукрових буряків коефіцієнт внутрішнього тертя $\varphi_2 = 0,39 - 0,41$, коефіцієнт зовнішнього тертя $\varphi_1 = 0,33 - 0,38$ (по сталі). Ці значення показують, що насіння цукрових буряків схильні до сводоутворення.

Проростання насіння цукрових буряків відбувається при температурі :

- мінімальній – 4 - 5⁰С; Максимальній 28 - 30⁰С; оптимальній 23 - 25⁰С.

Результати аналізу фізико-механічних та технологічних властивостей насіння цукрових буряків та ґрунту будуть використані при обґрунтуванні схеми посівного агрегату та проведенні інженерних розрахунків.

3 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ СІВАЛОК ДЛЯ СІВБИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

3.1 Будова та технологічний процес бурякових сівалок

Із вітчизняних сівалок найбільш поширені в Україні бурякові сівалки ССТ-12Б и ССТ-8А, які призначені для пунктирного висіву насіння цукрового буряка з одночасним внесенням у рядки гранульованих мінеральних добрив. При оснащенні відповідними пристосуваннями сівалки забезпечують одночасно з посівом проса, гречки, сої, квасолі (крім сортів, що мають великий розмір насінини) внесення інсектицидів і гербіцидів, а також висів високих норм (більше 20 насінин на 1 м) дражованого насіння цукрового буряку. Сівалку ССТ-12Б застосовують у зонах бурякосіяння для висіву з міжряддям 45 см. Сівалку ССТ-8А використовують у зонах зрошуваного бурякосіяння, підвищеного зволоження і на торф'янистих землях для висіву з міжряддям 60 см.

Сівалку ССТ-12В с пристосуванням ССГ 03.000 можна переобладнати у восьмирядну модифікацію для висіву з міжряддям 60 см. У такому вигляді її можна використовувати в усіх зонах бурякосіяння.

На сівалці можна встановити пристосування для контролю за обертанням висіваючих дисків, рівнем насіння і добрив у бункерах.

Сівалки ССТ-12Б и ССТ-8А агрегатуються з тракторами МТЗ-80, МТЗ-82, ЮМЗ-6КЛ і Т-70.

Будова. Сівалки ССТ-12Б та ССТ-8А аналогічні за конструкцією і розрізняються числом і розміщенням висівних секцій і тукових апаратів.

Сівалка являє собою начіпну машину, яка складається з рами, двох опорних коліс 1 (рис. 3.1) із механізмом приводу апаратів, туковисівних апаратів 5, висівних секцій, маркерів.

Односекційна зварна рама виконана у вигляді ферми. У передній частині рами праворуч і ліворуч установлені фланці. До фланців приєднані кронштейни маркерів і шпренгель, що разом із брусами забезпечують міцність і жорсткість конструкції в горизонтальній і вертикальній площинах.

На центральній частині основного бруса рами виконано чотири отвори з втулками для установки в них осей, що з'єднують замок автозчіпки з рамою.

Рама сівалки спирається на два опорно-приводних колеса з пневматичними шинами і механізмом передач на секції робочих органів. Кожен механізм здійснює передачу від опорно-приводного колеса на шість насінневисівних і три туковисівних апарати сівалки ССТ-12Б та на чотири насінневисівних і два туковисівних апарати сівалки ССТ-8А.

Сівалка ССТ-12Б оснащена 12 секціями робочих органів, а сівалка ССТ-8А – 8 секціями. Кожна з цих секцій складається з механізму підвіски, висівного апарата, насінневого й тукового сошників, коліс, загортачів, механізму регулювання глибини ходу насінневого сошника і підставки.

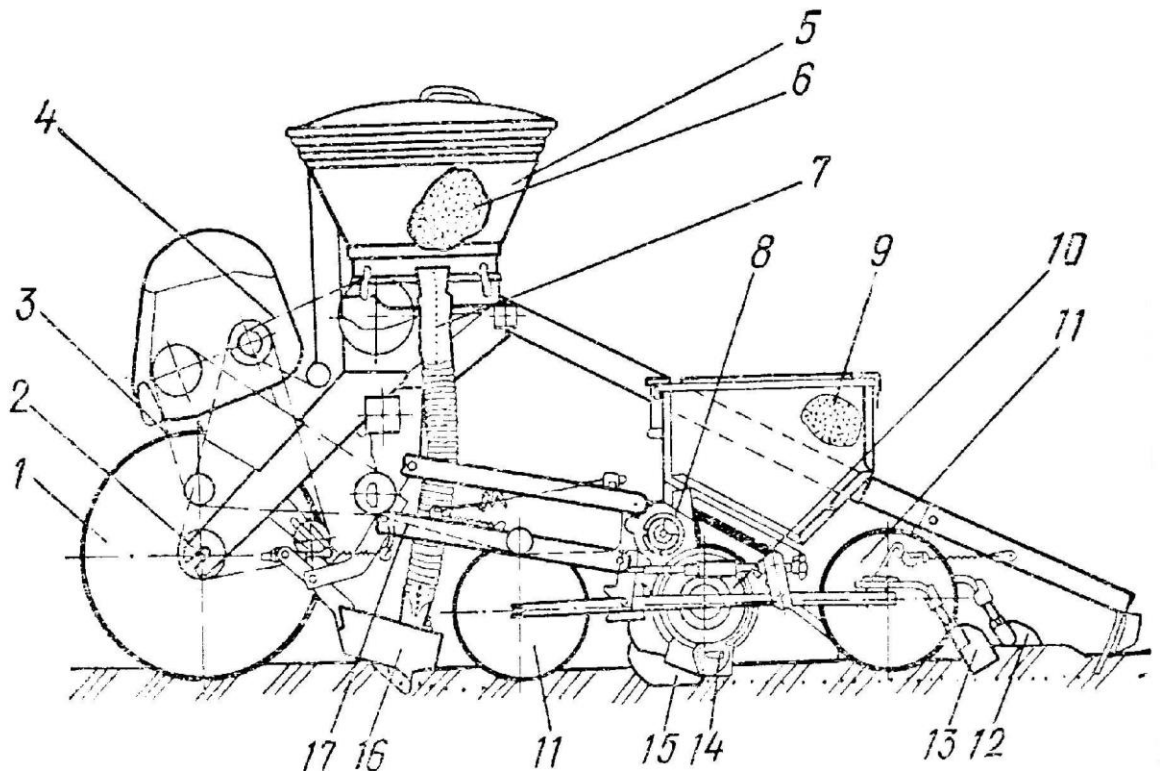


Рисунок 5.1 - Схема робочого процесу сівалок ССТ-12Б і ССТ-18А:

1 – колесо; 2, 3, 4 і 17 – ланцюги; 5 – туковисівний апарат; 6 – добрива; 7 – тукопровід; 8 – зчісуючий ролик; 9 – насіння; 10 – насінневисівний диск; 11 – прикочуючі колеса; 12 і 13 – загортачі; 14 – виштовхувач; 15 – насінневий сошник; 16 – туковий сошник

Висівний апарат являє собою алюмінієвий корпус, в якому змонтоване зубчасте колесо ($z = 90$) із закріпленим на ньому висівним диском, проміжне зубчасте колесо ($z = 40$), вал-шестірня, ролик, відбивач, кришки і накладка. Вал-шестірню встановлено у металокерамічних втулках, запресованих в опорні отвори корпусу.

Вал-шестірня через проміжне зубчасте колесо $z = 40$, змонтоване на осі, передає обертання зубчастому колесу $z = 90$ і висіваючому диску. На валі-шестірні за допомогою шпонки нерухомо закріплений ролик. До верхньої частини корпусу прикріплений відбивач. Зазор між роликом і відбивачем $0,1 - 0,6$ мм. Між висівним диском і зубчастими колесами до корпусу прикріплена накладка.

Циліндричні поверхні трирядних дисків містять у собі три ряди комірок, розміри яких відповідають фракціям насіння, що висівається:

фракції насіння, мм	діаметр комірки, мм	глибина комірки, мм
3,5 - 4,5	5,1	2,5
4,5 - 5,5	6,0	3,3

Циліндрична поверхня однорядних дисків має один ряд комірок, розміри яких відповідають фракціям насіння, що висівається:

фракції насіння, мм	діаметр комірок, мм	глибина комірки, мм
3,5 - 4,5	5,1	2,7
4,5 - 5,5	6,1	3,4

Розміри фракції нанесені на висіваючих дисках. На двох штирях у нижній частині корпусу встановлені три клинових виштовхувача. Розташування опорних буртиків штирів має бути таким, щоб диск не зачіпав їх.

У кільцевому пазу висіваючого диска встановлений сектор, призначений для перекриття ряду комірок.

Насінневі сошники прикріплені до корпусу висіваючого апарата за допомогою болтів.

Туковий сошник прикріплений до кронштейна висівної секції за допомогою рухомої рамки. Він є одночасно і грудковідводом. Туковий сошник оснащений подільником, за допомогою якого мінеральні добрива направляються в борозну двома потоками – з боків рядка, що засівається.

Колеса секції змонтовані в рамках на однаковій відстані від насінневого сошника. Колеса сприяють рівномірному ходу насінневого сошника, встановленого на задану глибину, і є опорами висівних секцій.

Закріплення регульовального гвинта в середньому (другому зверху) отворі планки рамки дозволяє рівномірно розподіляти тиск на переднє і заднє колеса. Переднє колесо ущільнює ґрунт перед насінневим сошником, а заднє призначено для прикочування борозни з висіяним насінням, що створює кращий контакт насіння з ґрунтом. Маточини коліс по обидва боки закриті манжетами. Від осьового зсуву маточини утримуються корончатими гайками і шплінтами.

Загортачі шарнірно прикріплені до рамки заднього колеса. Тиск загортача на ґрунт змінюють, переставляючи пружину в пазах сектора, який прикріплено до повідця. Для запобігання деформації і поломки загортачів при русі сівалки назад передбачені шарніри.

Механізм регулювання глибини ходу насінневого сошника складається з регульовального гвинта і ручки. Стяжка гвинта має поділки. Одна поділка відповідає 1 см заглиблення сошника.

Механізм регулювання глибини ходу дозволяє встановлювати сошники на одному рівні. Глибину ходу сошника змінюють, обертаючи ручку регульовального гвинта. Щоб ручка оберталася, необхідно розфіксувати підпружинену втулку в кронштейні рамки, повернувши її на 90°.

Закінчивши регулювання, втулку заводять у кронштейн для запобігання самообертання регулювального гвинта. Щоб змінити тиск на ґрунт переднього або заднього колеса, регулювальний гвинт встановлюють і фіксують у верхньому або нижньому отворі планки рамки. При фіксації регулювального гвинта у верхньому отворі планки збільшується тиск на переднє колесо, у нижньому – на заднє колесо.

Сівалка оснащена лівим і правим маркерами. Маркери дискового типу оснащуються розсувними штангами. Маркери призначені для утворення сліду на незасіяній частині поля з метою забезпечення прямолінійності і стикових міжрядь при водінні агрегату. Для підйому й опускання маркерів використовують гідрофікований механізм, керування яким здійснюється з кабіни трактора.

Маркер включає штангу з розтяжкою, шарнірно з'єднану з кронштейном. До штанг прикріплені осі, на яких вільно обертаються диски.

На сівалках ССТ-12Б и ССТ-8А з двох сторін встановлені шпренгелі, на яких закріплені кронштейни для фіксації маркерів у разі далекого транспортування.

Для створення видимої борозни після проходу агрегату, яку використовують в подальшому водінні трактора в міжряддях на досходових обробках посівів, застосовують слідоутворювач. Він складається з кронштейна, змонтованого на допоміжному брусі рами. На кронштейні шарнірно закріплений повідець з лапою. Повідець під дією пружин притискає до ґрунту лапу, що залишає після проходу слід. Цими ж пружинами повідець утримується в піднятому положенні під час транспортування сівалки.

Слідоутворювач встановлюють у такий спосіб, щоб борозноутворююча лапа проходила посередині міжрядь по сліду правого колеса або гусениці трактора.

Для автоматичного приєднання сівалки до трактора використовується автозчіпка. Вона складається з рамки і замка. Рамка встановлена на тягах начіпного пристрою трактора.

Замок приєднують до основного бруса рами. Замок можна зміщувати вліво від осі рами на 225 мм, що дозволяє агрегатувати сівалку з колісним або гусеничним просапним трактором з колією 1800 і 1350 мм, виключивши при цьому проходження сошників по сліду гусениць.

Пристосування двосторонньої сигналізації призначене для дистанційного звукового зв'язку завантажника насіння з трактористом. Пристосування складається з кнопкового вмикача 1 (рис.3.2), проводу 5, штепсельної вилки 6. Для підключення до маси кронштейн 2 приєднують до вертикальної планки, змонтованої на брусі рами 3 за допомогою скоби 4. Планку і брус рами в місцях їхнього контакту зачищають до блиску.

Вмикач 1 установлений на планці 8, що прикріплена до бруса рами 3. Провід 5 прикріплений до кронштейна 2 за допомогою затискача і болта 9 і з'єднаний із вмикачем 1. Ланцюг пристосування двостороннього зв'язку з'єднаний з розеткою 7, яку встановлено на задній стінці кабіни трактора, за допомогою штепсельної вилки 6. Вилку в розетці фіксують кришкою.

Конструкція вилки забезпечує приєднання до клем III і V розетки в залежності від конструкції електропостачання трактора. Позначення клем нанесене на корпусі вилки.

Пристосування для висіву насіння сої встановлюють після розміщення сошників сівалки на кожну висівну секцію. Пристосування складається з висівних дисків 7 (рис.3.3), виштовхувачів 8, передньої 4 і задньої стінок бункера. У висівному диску 112 комірок, діаметр яких 9 - 9,5 мм. Комірки розташовані в два ряди.

Для установки пристосування з сівалки знімають кришку корпусу висіваючого апарата, яка закриває нижню частину бункера; кришку, яка закриває ролик; буряковий висівний диск з виштовхувачами; металевий ролик і кришку бункера. Потім монтують деталі пристосування (гумовий ролик, соєвий висівний диск з виштовхувачами) і закріплюють стінки насінневого бункера, що збільшують у 2 рази його ємність.

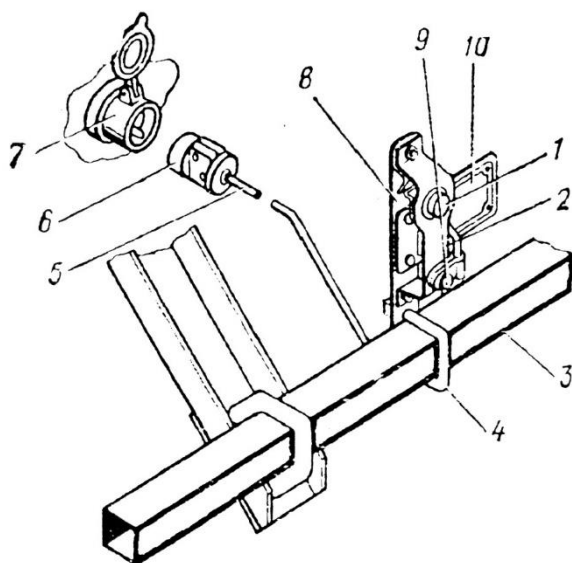


Рисунок 3.2 - Пристосування двосторонньої сигналізації:

1 – кнопочний вмикач; 2 – кронштейн; 3 – рама; 4 – скоба; 5 – провід; 6 – штепсельна вилка; 7 – розетка; 8 – планка; 9 – болт; 10 – попереджувальна табличка

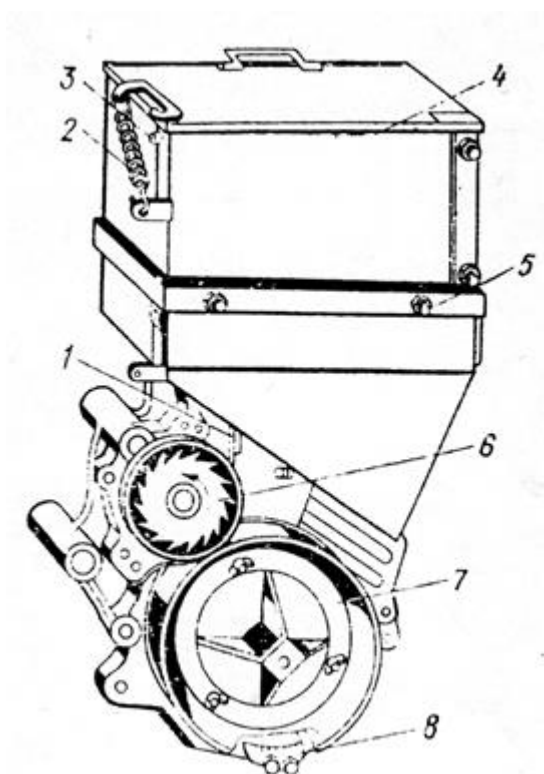


Рисунок 3.3 - Висівна секція для сівби сої:

1 – відбивач; 2 – пружина; 3 – штир; 4 – передня стінка бункера; 5 – болт; 6 – гумовий ролик-укладач; 7 – висівний диск; 8 – виштовхувач

Для запобігання подрібнення насіння зазор між відбивачем 1 і гумовим роликом-укладачем 6 повинний складати 0,5 - 1,5 мм.

Щоб відрегулювати висівні апарати на задану норму висіву насіння,

Рисунок 3.4 – Сівалка точного висіву СТВ-12

підбирають необхідні зірочки в механізмі передач; послабляють ланцюг механізму передач; відкривають кришку коробки і на валах пересувають блоки з трьох і п'яти зірочок, встановлюючи їх у необхідне положення.

Фактичну норму висіву насіння визначають дослідним шляхом. Для цього сівалку в робочому положенні переміщають по рівній площадці зі швидкістю, що дорівнює робочій. Після проходу сівалки підраховують число насінин, висіяних кожною висівною секцією на 1 м рядка. Якщо отриманий результат відрізняється від заданої норми більш ніж на 3 %, регулюють зазор між чистиком і роликом, перевіряють правильність установки висіваючих дисків на шпильках або підбирають інші зірочки.

Диски насінневисіваючого і туковисіваючого апаратів одержують обертання від опорно-приводних коліс через зубчасто-ланцюгову передачу.

Опорно-приводне колесо 1 (рис. 3.1) при русі сівалки за допомогою ланцюгів 2, 3 і 17 механізму передач і зубчастою передачею передає обертання на насінневисіваючі диски 10.

Насіння 9, що знаходиться в бункері, заповнює комірки висіваючого диска і надходить до зони розташування сошника. Ролик 8 при обертанні видаляє над комірками зайві насінини.

У нижній частині апарата насінини одна за одною примусово видаляються з комірок виштовхувачем 14 і потрапляють на ущільнене дно борозни, утвореної насінневим сошником 15.

Висіваючий диск апарата 5 одержує обертання від опорного колеса 1 за допомогою ланцюгів 2 і 4. Висіваючий диск, обертаючись, захоплює за собою нижній шар добрив 6. Частина з них відокремлюється скребками і направляється через вікна в лійки і тукопроводи 7, а потім у борозни, утворені туковим сошником 16. Борозна з вкладеними добривами закривається ґрунтом за рахунок самоопадання і прикочується заднім колесом. Це колесо ущільнює ґрунт над насінням, створюючи контакт насіння з ґрунтом для надходження до нього вологи. Загортачі 12 і 13 закривають борозну вологим мульчуючим шаром ґрунту, утворюючи горбик висотою 1 - 3 см. Таку висоту забезпечують за рахунок регулювання активності крил загортачів.

3.2 Підготовка до роботи бурякової сівалки ССТ-12Б

Перед виїздом у поле визначають технічний стан сівалки і проводять її технічне обслуговування. Перевіряють правильність розміщення висівних секцій. Їх встановлюють чітко по лунках, які виконано на брусі рами сівалки.

Під час перевірки пристрою пристосування контролю і сигналізації домагаються, щоб датчики рівня насіння знаходилися на другій і одинадцятій секціях сівалки ССТ-12Б і на другій і сьомій секціях сівалки ССТ-8А. На туковисіваючих апаратах такі датчики розташовують на третьому і четвертому апаратах сівалки ССТ-12Б і на другому й третьому апаратах сівалки ССТ-8А.

Якщо сівалки працюють без пристрою контролю і сигналізації, на отвори бункерів, призначені для датчиків, встановлюють планки і закріплюють їх болтами і гайками.

Домагаються, щоб перекіс ланцюга не перевищував 2 мм, а прогин його неробочої гілки був 8 - 12 мм під дією зусилля 100 Н.

Тиск у пневматичних шинах коліс доводять до $0,25 \pm 0,02$ МПа.

Перевіряють роботу механізмів сівалок. Усі механізми повинні працювати плавно, без заїдань і стороннього шуму.

Установка норми висіву насіння. Перевіряють відповідність дисків фракції насіння, що висівається. До сівалки додаються два комплекти

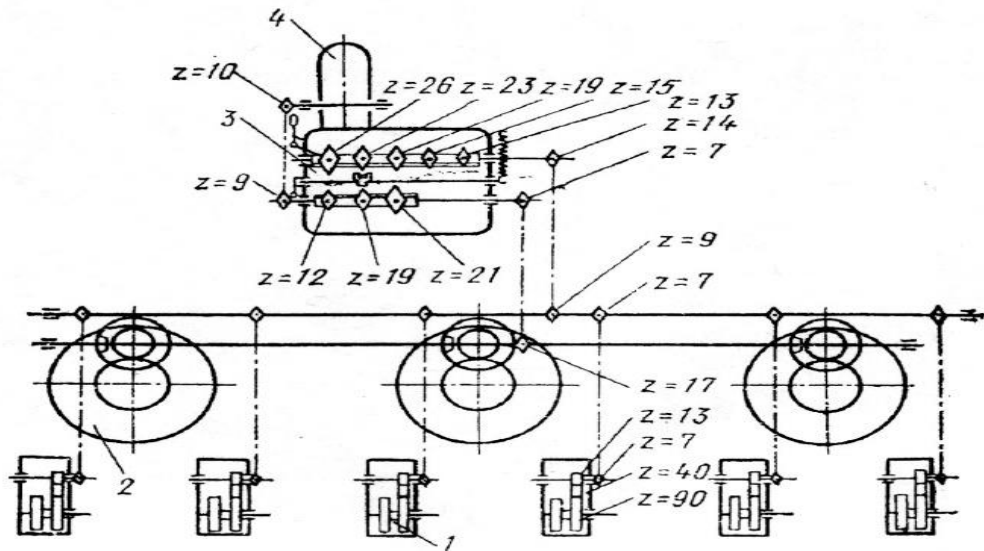


Рисунок 3.5 - Схема механізму передач сівалки ССТ-12Б

Таблиця 4.1 - Рекомендовані режими роботи сівалок типу ССТ

Норма висіву насіння на 1 м	Швидкість сівалки не більше км/год	Число рядів комірок на диску	Число зубів зірочок		Передаточне відношення до насіневісівуючих лисків	Додаткові відомості
			ведучої	веденої		
Трирядний диск						
8	9	2	12	26	0,116	Зі сектором
10	9	2	12	23	0,131	»
12	9	2	12	19	0,158	»
15	9	2	19	26	0,183	»
20	9	2	19	19	0,250	»
25	9	3	21	26	0,202	Без сектора
35	6	2	21	13	0,404	Зі сектором
35	9	3	21	19	0,276	Без сектора
50	6	3	21	13	0,404	»
Однрядний диск						
8	9	1	12	19	0,158	-
10	9	1	19	26	0,183	-
12	9	1	21	23	0,228	-
15	9	1	19	15	0,317	-
20	9	1	21	13	0,404	-

трирядних і два комплекти однорядних дисків з позначенням на них розмірів фракцій. Кожен комплект призначений для роботи з насінням тільки тієї фракції, номер якої вказаний на диску. Висіваючий апарат розрахований для висіву сухого насіння вологістю не вище 14,5 %.

Норму висіву насіння обчислюють, використовуючи схеми (рис. 3.5) і науково обґрунтовані рекомендації (табл. 3.1). З урахуванням того, що кожна комірка висіває одну насініну, норму висіву насіння N на 1 м знаходять за формулою :

$$N = \frac{mi}{3,14D}, \quad (3.1)$$

де m – число комірок на диску;

i – передаточне відношення на висіваючий диск;

D – діаметр опорно-приводного колеса.

Фактичну норму висіву насіння уточнюють у процесі роботи сівалки в полі. Для цього засипають насіння в бункери апаратів не менш як на 1/3 об'єму і проїжджають 50 - 100 м; сошники встановлюють на найменше заглиблення. Потім підраховують число висіяних насінин на 1 погонному метрі рядка.

Якщо отримане число не відповідає заданому, то підбирають інший диск або інше передаточне відношення і знову перевіряють результати висіву.

3.3 Аналіз конструкцій закордонних сівалок для сівби буряків

Серійні сівалки закордонного виробництва подані широким набором машин США, Німеччини, Франції й інших країн. Певне поширення в Україні одержала сівалка американського виробництва Kinze-2000 (Джон-Дір М-7100) (рис.3.6,а). Ця машина призначена для посіву просапних культур (кукурудза, соняшник, буряки, соя та ін). Машина обладнана механічним апаратом ложкового типу, що приводиться від опорних коліс, дисковими сошниками і V-подібними прикочуючими котками. За бажанням користувача сівалка може виконувати посів просапних культур у непіготовлений ґрунт. З цією метою машина обладнується дисковими гофрованими ножами для попереднього

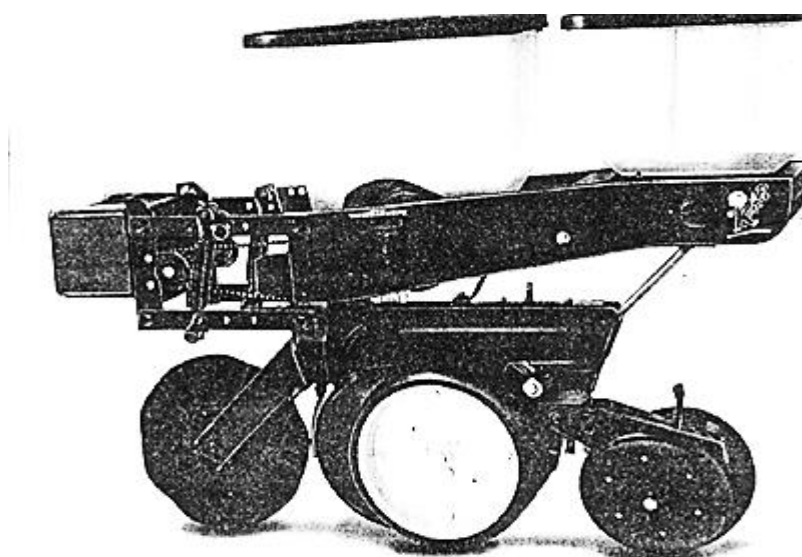
нарізування борозни під прохід дводискового сошника. Також за бажанням користувача в комплект машини може входити пристрій для внесення гранульованих гербіцидів ґрунтової дії. Машина завдяки особливостям висіваючого апарата забезпечує розподіл насіння, що цілком відповідає агротехнічним вимогам. Робоча швидкість машини близько 11 км/год, у 12-ти рядковому виконанні сівалка Kinze-2000 агрегатується з тракторами Т-150К, ХТЗ-17021, ХТЗ-16031, ХТЗ-120/121, Т-150, ЛТЗ-155. Сівалка фірми «Accord» (Німеччина) по конструкції висіваючого апарату, приводу робочих органів, загортаючим робочим органам аналогічна вітчизняним просапним сівалкам. (рис.3.6, б)

Сівалка “Мультикорн” (фірми Франц Кляйне, Німеччина) обладнана пневматичним висіваючим апаратом із розподільним диском великого розміру (рис.3.6, в). Це дозволило зменшити швидкість його обертання, а отже, час заповнення диска насінням збільшився. Це забезпечує посів без пропусків і без порожніх гнізд.

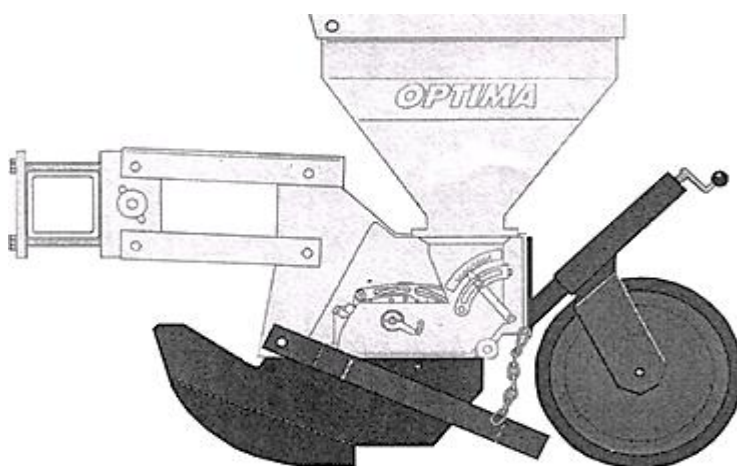
У Німеччині для посіву буряків використовують сівалки точного висіву. Виготовленням однозернових просапних сівалок у країні займається 10 фірм. Переважна більшість сівалок оснащена пневматичними висіваючими апаратами, із приводом від вала відбору потужності трактора. Для підвищення рівномірності розподілу насіння по площі живлення проведені дослідження по висіву буряків в здвоєні рядки. Велику увагу німецькі фірми, що виробляють просапні сівалки, приділяють різним електронним пристроям. Наприклад, глибина борозни для закладання насіння контролюється ультразвуком.

Електронні пристрої інформують водія агрегату про параметри і порушення технологічного процесу.

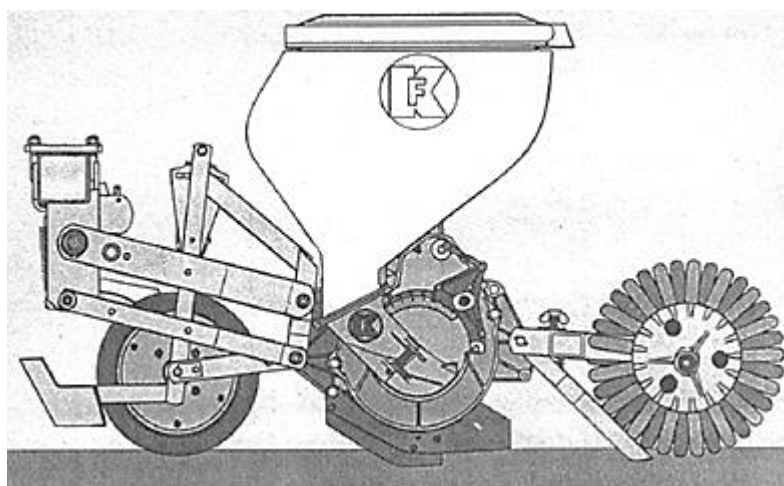
За даними наукових досліджень просапні сівалки з пневматичним висіваючим апаратом, забезпечують 98% точність розподілу насіння при робочих швидкостях посівного агрегату до 8 км/ч. Особливо підкреслюється, що досить висока точність розміщення рослин досягається при висіві дражованого насіння. Одна з найважливіших передумов роботи однозернових



а)



б)



в)

Рисунок 3.6 - Закордонні сівалки для сівби буряків: а - Кінзе-2000 (Джон-Дір, США); б – Оптима (Аккорд, Німеччина); в – Мультікорн (Франц Кляйне, Німеччина).

сівалок і комбінованих агрегатів - підготовка ложа і сівба за один прохід (попереднє просихання ґрунту на глибину сівби – 4 - 6 см).

а)

б)

в)

Рисунок 3.7 – Сівалка точного висіву ED фірми AMAZONE (а)
і висівні секції Classic (б) і Contour (в) для висіву різних культур
в різних умовах

Поряд з пневматичними сівалками, що працюють на принципі присмоктування насіння (вакуумний висіваючий апарат), у Німеччині виробляють сівалки з висіваючими апаратами, де з комірок зайве насіння буряків видувають стиснутим повітрям. Глибина загортання насіння в ґрунт на деяких сівалках установлюється безступінчато, у ряду машин є 14-36 рівнів регулювання глибини загортання насіння у ґрунт.

а)

б)

в)

г)

Рисунок 3.8 – Пневматична сівалка точного висіву фірми KUHN (а)
і висіваючі апарати із задніми колесами (б), маятникові (в) і з
дисками, які відкривають борозну (г)

Фірма «Уінздан маннор фарм» (Великобританія) виробляє сівалки з механічним висіваючим апаратом ложкового типу. При його роботі диск обертається між парою стаціонарних щіток. Щітки утримують у ложечках по одному зерну до моменту подачі їх у насіннепровід.

По патенту № 841143746 (Франція) запропоновано конструкцію ґрунтоущільнюючого устаткування, що встановлюється перед сошниками сівалки. Ущільнюючі котки на ґрунті утворюють смуги ущільненого ґрунту. Ширина їх дещо перевищує ширину борозни. За результатами наукових

досліджень, ущільнення смуги у відмінності від суцільного поліпшує умови розвитку культурних рослин.

Для підвищення продуктивності посівних агрегатів канадська компанія «Кінз» розробила зчіпку для просапних сівалок, що дозволяє протягом декількох секунд переводити машину з кабіни трактора в транспортне положення або в робоче. Зчіпка дозволяє агрегатувати 8-ми рядні серійні просапні сівалки в 16-ти і 24-ти рядні агрегати. При цьому ширина в далекому транспорті не перевищує 4 м.

Американська фірма «Кінзе MFR-Ко» виробляє широкозахватні посівні машини. Серед них є 24 і 32 рядні просапні сівалки. Наприклад, ширина захвату 24-ти рядної сівалки 18,8 м, робоча швидкість 9,7 - 11,3 км/год, продуктивність 14,2 га в годину експлуатаційного часу.

Фірма «International Harvester» (США) запропонувала просапну сівалку з пневматичним висіваючим апаратом. Машина забезпечує якісне розміщення насіння у рядку при робочій швидкості до 12,8 км/год.

Нова комбінована сівалка фірми Amazone, що виробляється у Великобританії, дозволяє в однім проході агрегату виконати передпосівну обробку ґрунту, сівбу і прикочування. Повідомляється, що енергоємність комбінованого агрегату складає біля 30 к. с. на 1 метр ширини захвату.

Ряд фірм США виробляють різні види сівалок для гребеневого посіву буряків. Цей спосіб посіву, на думку американських дослідників, дозволяє знизити продуктивні витрати за рахунок виключення осінньої і весняної глибокої обробки ґрунту.

Значний інтерес у плані створення оптимальних умов для одержання сходів і наступного росту і розвитку культурних рослин, є посів під плівку. Фізичний зміст явища посіву буряків під плівку полягає в тому, що на полі в залежності від густоти посіву на плівці є перфорація для виходу на поверхню рослин. Бур'яни не мають можливості для росту (хоча сходи можуть з'явитися). Таким чином, першою перевагою такого способу посіву є безгербіцидність технології. За рахунок створення парникового ефекту є

можливість провести посів цукрових буряків на 10 - 12 раніше. Ощадлива витрата ґрунтової вологи в умовах посухи сприяє одержанню стабільних врожаїв зерна. Однак, складність сівалки, додаткові витрати на плівку, у порівнянні зі звичайним посівом, не завжди додаткові витрати на сівбу під плівку виправдовуються збільшенням врожайності.

Французька фірма «Huard» виробляє просапну сівалку такої ж назви для посіву буряків під плівку в 2-х і 4-х рядному виконанні масою відповідно 950 і 1575 кг, які агрегуються з тракторами потужністю двигунів 60 і 80 к.с.

Короткий аналіз існуючих і прогнозованих технологій вирощування буряків, способів посіву і технічних засобів для висіву насіння дозволяє нам визначити напрямок удосконалення конструкції сівалки.

4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ СІВАЛКИ

Аналіз умов використання бурякової сівалки ССТ-12Б показує, що 2 дні забезпечення якісного посіву необхідне виконання ряду умов, які в реальних умовах експлуатації досить складно витримати. Найкращі показники посіву можна досягти лише при висіві дражованого насіння. Це доводить порівняльні випробування різних бурякових сівалок при посіві дражованих і звичайного шліфованого насіння. Як наголошувалося раніше, комірчасто-дисковий висіваючий апарат сівалки ССТ-12Б не може бути використаний для посіву дражованого насіння цукрового буряка.

Суттєвим недоліком комірчасто-дискового висіваючого апарату є те, що при обертанні ролика-чистика назустріч висіваючому диску, відбувається ковзання насіння, захоплюваного роликом відносно висіваючого диска, а також насіння, що знаходиться в комірках. Оскільки розміри насіння не можуть бути однаковими навіть при ретельному калібруванні, то, розміщуючись в комірках висіваючого диска, одне насіння виступає за габаритний контур диска, який обмежується його робочою циліндровою частиною, а інші не цілком заповнюють об'єм комірок, причому незаповнений об'єм займає друге насіння, яке, у свою чергу, виступає за габаритний контур диска. Такий розподіл насіння в комірках відбувається навіть в тому випадку, якщо насіння є близьким до круглої форми. Некругле насіння, наприклад плоске однопаросткове насіння цукрового буряка, ще гірше вписується в габаритний контур диска. Відбиває ролик, що обертається, зустрічаючись з виступаючими частинами насіння, не може їх перемістити унаслідок заклинювання насіння в комірках висіваючого диска і, отже, дробить їх. З часом в процесі роботи висіваючого апарату кількість роздрібнюваного насіння в бункері нагромаджується, що може привести до повного порушення точного висіву.

Метою удосконалення висіваючого апарату сівалки ССТ-12Б є підвищення якісних показників посіву за рахунок виключення ушкодження дражованого насіння і отримання гарантованого однозернового висіву. Поставлена ціль досягається тим, що проміжне кільце ролика-чистика, виконане з пружного матеріалу, в якому добуток його модуля пружності на товщину сім'я, віднесене до товщини проміжного кільця, більше величини тиску насіння в робочій зоні висіваючого апарату, а добуток модуля пружності матеріалу проміжного кільця на висоту насіння, віднесене до товщини проміжного кільця, менше межі пропорційності матеріалу проміжного кільця.

Висіваючий апарат містить висіваючий диск 1 з комірками 2, установлений в бункері 3. Дотичний з висіваючим диском відбивний ролик, що обертається, виконаний у вигляді жорсткої маточини 4, на якій змонтовані проміжне кільце 5 і бандаж 6, виконані з матеріалів з різними коефіцієнтами пружності, причому жорсткість матеріалу проміжного кільця ролика-чистика, повинна задовольняти співвідношенню:

$$\frac{E \cdot t_c}{T} > P_c \text{ та } \frac{E \cdot h_c}{T} > \sigma_{i\delta} \quad (5.1)$$

де E - модуль пружності матеріалу проміжного кільця;

t_c - товщина висіваємого насіння;

h_c - висота висіваємого насіння;

P_c - тиск насіння в робочій зоні бункера;

$\sigma_{i\delta}$ - границя пропорційності матеріалу проміжного кільця;

T - товщина проміжного кільця.

На рис.5.1 (а) представлена схема удосконалення висіваючого апарату, а на рис. 5.1 (б) схема взаємодії ролика-відбивача з насінням, яке знаходиться в комірці диска.

Висіваючий апарат працює таким чином. Розміщене в бункері 3 насіння взаємодіє з висіваючим диском, що обертається, 1, на якому розташовані комірочки 2, заповнюючи їх. Причому в комірочки може потрапити насіння в

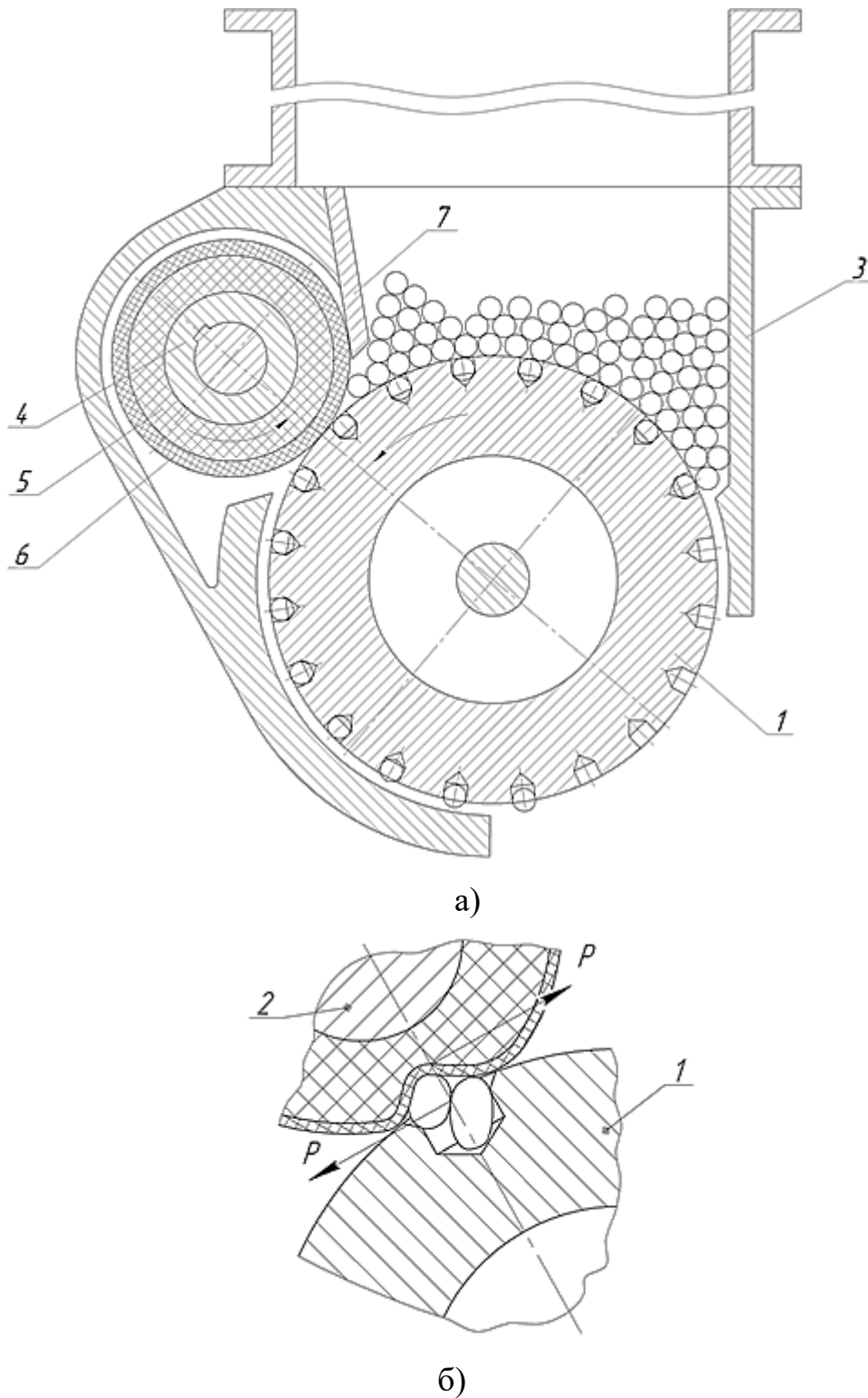


Рисунок 4.1 - Схема удосконалення комірчасто-дискового висіваючого апарату (а) і взаємодії ролика-відбивача з насінням (б)

кількості більш одного. При обертанні висіваючого диска насіння попадає в контакт з робочою частиною проміжного кільця 5 ролика-чистика, яке

забезпечене бандажем 6. При цьому робоча частина ролика відокремлює від насіння, розміщеного в комірках, вся решта зайвого насіння і переміщає їх в бункер 3 внаслідок того, що окружна швидкість ролика-чистика, більше окружної швидкості висіваючого диска. Зайве насіння, що розташоване в комірках і виходить за габаритний контур висіваючого диска, упродовжується в пружну робочу частину бандажа і проміжного кільця ролика-чистика. При цьому за рахунок сил P виникає момент, під дією якого зайве насіння викочується з комірок, і переміщається також в бункер. Насіння, що залишилося в комірках, переміщається в зону висіву, а потім, випадаючи з комірок, поступають по насіннепроводу в ґрунт. Відсікач 7 закриває зазор між корпусом бункера і роликом, що відбиває, запобігаючи випаданню зайвого насіння в зону висіву.

Виконання проміжного кільця ролика-відбивача, з матеріалу з пружними властивостями, вказаними у вище приведених співвідношеннях, виключає заклинювання насіння між роликом-відбивачем і висіваючим диском, що запобігає пошкодженню і підвищує точність висіву.

5 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ВИСІВАЮЧОГО АПАРАТУ

5.1 Формування вихідного потоку насіння

Точна сівба передбачає одно зернове рівномірне по довжині рідке розміщення в ґрунті насіння культури, що висівають. Це забезпечує найбільш сприятливі умови для проростання насіння і виходу ростків на поверхню ґрунту.

Мета точної сівби – отримання рівномірно розміщенні по площі поля рослини, які в цьому випадку, розвиваються в найбільш сприятливих умовах. При інших однакових умовах завдяки точній сівбі забезпечується економія насіння та підвищення врожайності.

Технологічний процес, що виконується сівалкою точного висіву, являє собою в загальному випадку перетворення сукупності хаотично розташованого в технологічній місткості насіння в упорядкований не випадковий їх потік з наступним розміщенням в ґрунті із заданим інтервалом.

Системи точної сівби призначені для виконання основного процесу – розподілу насіння в ґрунті з певними параметрами (крок сівби, глибина загортання). Ця головна мета досягається в процесі виконання трьох основних операцій: формування вихідного потоку насіння, транспортування насіння до сошника і розміщення його в борозні.

Операція формування вихідного потоку насіння починається з подачі в бункер вибираючих елементів у вигляді комірок, які утворюють потік робочих елементів з параметрами M_k – кількість комірок, D_k – діаметр комірки, V_k – швидкість руху комірки.

Комірки вибирають насіння із неупорядкованого потоку в бункері і подають їх по одному до місця розвантаження, утворюючи вихідний потік. Вихідний потік направляється за допомогою насіннепроводу або без цього в

борозну, що утворюється сошником.

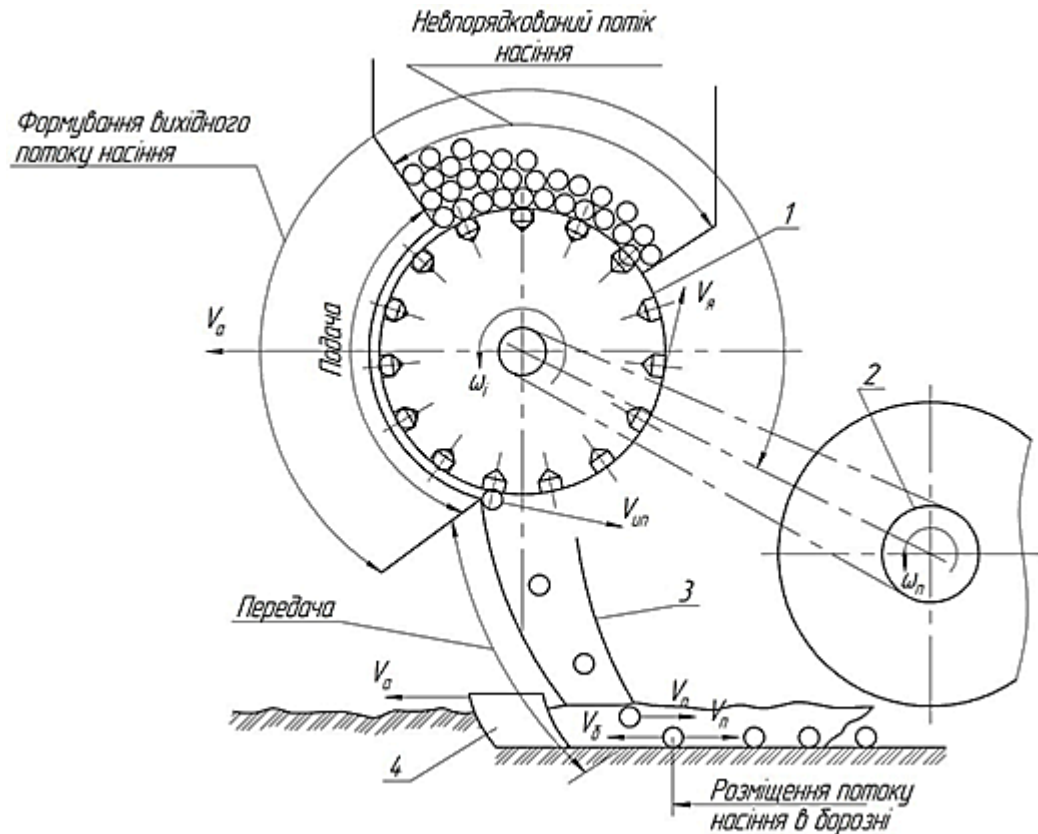


Рисунок 5.1 - Технологічна модель системи точного висіву:

1 – висіваючий апарат, 2 – привод, 3 – насіннепровід, 4 – сошник

Під впливом діючих при передачі факторів вихідний потік перетворюється в потік передачі з параметрами M_n – інтервал між насінинами.

Попадаючи в борозну, потік перетворюється в потік насіння з параметрами M_6 – відстань між насінинами в борозні і V_6 – швидкість руху насінини при подачі її в борозну.

Як впливає із вищесказаного, параметри кінцевого потоку M_6 і V_6 є результатами перетворення вихідного потоку в операціях передачі та розміщення, в результаті яких вихідний потік високої рівномірності може перетворитися в нерівномірний потік із значними відхиленнями інтервалу між насінинами від заданого. Задача оптимізації зводиться до вибору таких технічних та технологічних рішень, які при мінімальних затратах забезпечують високу рівномірність вихідного потоку насіння і мінімальне

його перетворення при передачі і розміщення в борозні.

Ця операція в свою чергу має дві основні фази: западання насіння в комірки та видалення зайвого насіння з робочої поверхні диска. Западання насіння в комірки в першу чергу буде залежати від геометричних та кінематичних параметрів дискового висіваючого апарату.

Комірчасто-дисковий висіваючий апарат має наступні параметри: діаметр диска D_d , діаметр і глибину комірки (d_k та h_k), кількість комірок Z в ряду, крок між комірками S , кількість рядів m (рис.5.2).

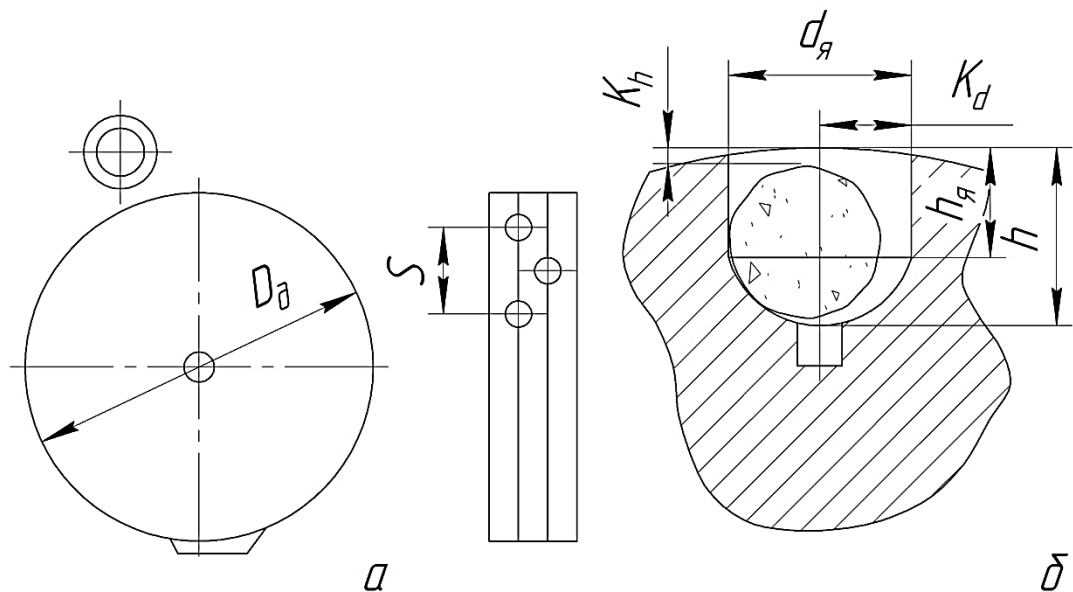


Рисунок 5.2 - Параметри комірчасто-дискового висіваючого апарату:

а - диска; б – комірки

Розрізняють трьохрядні, дворядні й однорядні циліндричні поверхні дисків.

Циліндричні поверхні трьохрядних дисків містять у собі три ряди комірок, розміри яких відповідають фракціям насіння, що висіваються, мм:

Фракція насіння	Діаметр комірки	Глибина комірки
3, 5-4,5	5,1	2,5
4, 5-5,5	6,0	3,3

Дворядні диски мають два ряди; комірок, розміри яких відповідають

фракціям насіння, що висіваються, мм:

Фракція насіння	Діаметр комірки	Глибина комірки
3, 5-4,5	5,1	2,7
4, 5-5,5	6,0	3,4

Розміри фракції нанесені на висіваючих дисках. На двох штирях у нижній частині корпуса встановлені три клинових очисники.

У кільцевому пазу висіваючого диска встановлений сектор, призначений для перекриття ряду комірок з умови влучення в осередок тільки одного зерна визначають діаметр комірки

$$2\delta_{min} > d_k = b_{max} + K_{\delta}, \quad (5.1)$$

де δ_{min} - мінімальна товщина насіння, мм;

b_{max} - максимальна ширина насіння, мм;

K_{δ} - зазор між стінкою комірки й насінням, мм;

$$K_{\delta} = (0.35..0.45) \cdot l;$$

l - довжина насіння, мм.

У відповідності до літературних даних, насіння цукрового буряку має наступні геометричні розміри:

Довжина $l = 25..65$ мм;

Ширина $b = 15..55$ мм;

Товщина $\delta = 15..55$ мм.

Тоді у відповідності до (5.1) визначимо діаметр комірки з умови попадання в комірку тільки однієї насінини:

$$d_k = b_{max} + 0.4 \cdot l = 55 + 0.4 \cdot 65 = 81 \text{ мм.}$$

Враховуючи те, що умова $2\delta_{min} > d_k$ ($2 \cdot 15 < 81$) не виконується, зменшуємо до найближчого стандартного значення діаметра комірки $d_k = 6$ мм. Крім цього, для проведення якісної сівби, необхідно провести калібровку насіння по товщині на фракції 3.5 - 5 мм і 4.5 - 5 мм.

Глибину комірки обчислюють із умови

$$2\delta_{min} > h_k = \delta_{max} + K_h, \quad (5.2)$$

де δ_{max} - максимальна товщина насіння, мм;

K_h - зазор між верхньою площиною диска й насінням, мм;

$K_h = 2...3$ мм.

Враховуючи геометричні розміри насіння, маємо:

$$h_k = \delta_{max} + 2 = 55 + 2 = 7.5 \text{ мм.}$$

При цьому умова $2\delta_{min} > h_k$ ($2 \cdot 35 < 7.5$) не виконується в зв'язку з цим зменшуємо глибину комірки і остаточно приймаємо $h_k = 4$ мм

Об'єм насіння, які потрапляють в комірки за один оберт диска, складає

$$q = 0.25\pi d_k^2 \cdot h_k \cdot m \cdot Z, \quad (5.3)$$

де m - кількість рядів комірок;

d_k - діаметр комірки, м;

h_k - глибина комірки, м;

Z - кількість комірок в одному ряді;

Звичайно для трьохрядних $Z = 70$, а для однорядних $Z = 90$.

При нормі висіву Q (шт./пог.м) об'єм насіння, що повинен висіятися комірчато-дискним апаратом за один оберт диска, складе

$$q = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot Q \cdot B \cdot m_t \cdot 10^{-3}}{\gamma \cdot (1 - \varepsilon) \cdot u_i}, \quad (5.4)$$

де D_0 - діаметр опорно-приводного колеса, м;

Q - норма висіву; $Q = 8...45 \frac{\text{шт}}{\text{пог. м}}$

B - ширина міжряддя, м;

m_t - маса насіння, г; $m_t = m_0 \cdot 10^{-3}$; m_0 - маса 1000 шт. насіння, г;

γ - об'ємна маса насіння, кг/м³;

u_i - передатне відношення приводу;

ε - коефіцієнт буксування (при ковзанні).

Прирівнюючи вирази (5.3) і (5.4), визначають кількість комірок в одному ряду:

$$Z = \frac{4D_0 \cdot Q \cdot B \cdot m_\xi \cdot 10^{-3}}{d_k^2 \cdot h_k \cdot m \cdot \gamma \cdot (1 - \varepsilon) \cdot u_i}, \quad (5.5)$$

Для визначення кількості комірок на дискові приймаємо наступні вихідні данні:

Діаметр опорно-приводного колеса $D_0 = 0.5 \text{ м}$;

Норма висіву $Q = 20 \frac{\text{цт}}{\text{га} \cdot \text{м}}$;

Ширина захвату $B = 5.4 \text{ м}$.

Маса насінини $m_\xi = m_b \cdot 10^{-3}$, де m_b - маса 1000 насінин цукрового буряку, $m_b = 25 \text{ г}$.

Тоді $m_\xi = 2.5 \cdot 10^{-2}$

Кількість рядів комірок $m = 2$;

Щільність насіння цукрового буряку $\gamma = 350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

Коефіцієнт буксування $\varepsilon = 0.1$;

Передаточне відношення механізму приводу $u = 0.452$;

Кількість комірок в одному ряді диска складе:

$$Z = \frac{4D_0 \cdot Q \cdot B \cdot m_\xi \cdot 10^{-3}}{d_k^2 \cdot h_k \cdot m \cdot \gamma \cdot (1 - \varepsilon) \cdot u_i} = \frac{4 \cdot 0.5 \cdot 20 \cdot 5.4 \cdot 2.5 \cdot 10^{-5}}{0.006^2 \cdot 0.004 \cdot 2 \cdot 350 \cdot (1 - 0.1) \cdot 0.452} = 131 \text{ цт}$$

Враховуючи те, що у вихідних даних було прийняте максимально можлива норма висіву насіння ($131 \frac{\text{цт}}{\text{га} \cdot \text{м}}$) остаточно приймаємо $Z = 90$ (найближче стандартне значення).

Чинником, що обумовлює западання насіння в комірки, є переміщення їх по поверхні висіваючого диска. Залежно від форми насіння можна чекати або ковзання їх по робочій поверхні або кочення-ковзання. Диск, що обертається, повідомляє нижньому прошарку швидкість, відмінну від своєї (але не більше її). Нижній шар насіння захоплює верхній і т.д. У результаті відбувається передача руху від висіваючого диска до маси насіння в апараті.

Для вивчення западання насіння в комірки диска найбільший інтерес

представляє їхню відносна швидкість V_c , а не абсолютна U_c , тому що без відносного переміщення цей процес неможливий.

Розглянемо процес западання насіння еліпсоїдної форми в подовжену комірку. При одиничному або невеликому шарі насіння у банку западання відбувається в той момент, коли центр ваги насіння опиняється біля краю комірки (рис. 5.3).

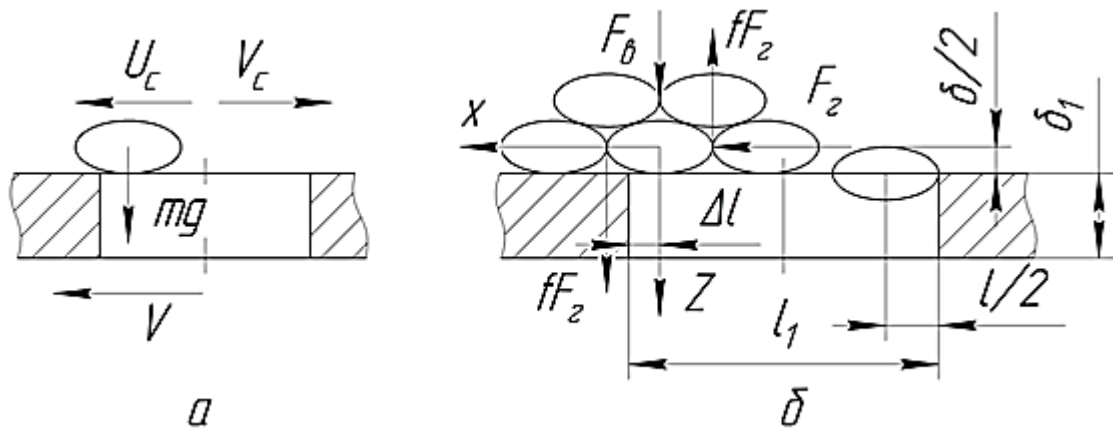


Рисунок 5.3 - Схема процесу западання еліпсоїдного насіння в комірку диска: а – при одиничному шарі; б – при великому шарі насіння

Якщо ж висота шару насіння у банку значна, що типово для дискових висіваючих апаратів, то на насіння, крім сили ваги mg , діють сили вертикального F_θ й горизонтального F_2 тиску, а також сили тертя fF_2 . При такій дії сил момент западання насіння починається тільки після зсуву його центра ваги щодо краю осередку на деяку відстань Δl . Для різних насіння ця величина різна. Так, для бурякового насіння $\Delta l = (0.35...0.45) \cdot l$. Коли ж центр ваги насіння виявиться нижче (або на рівні) поверхні диска, воно западає в комірку.

Для западання насіння радіальна швидкість u центра комірок диска повинна бути тим менше, чим більше розміри насіння l та δ , коротше довжина комірок l_1 і менше абсолютна швидкість насіння U_c . При швидкостях посівних агрегатів порядку 8 км/год швидкість центрів комірок для насіння буряка – 0,43 м/с.

5.2 Обґрунтування місця установки ролика-чистика висіваючого апарату сівалки точного висіву

У вертикально-дискових висіваючих апаратах бурякових сівалок ССТ-12 для видалення зайвих або неправильно укладеного насіння з комірок диска слугує активний ролик-чистик. Положення його щодо вертикальної осі диска повинне вибиратися виходячи з мінімального пошкодження насіння при оптимальному заповненні ними комірок. На рис. 5.4 показана схема взаємодії ролика-чистика 2 із зайвим клубочком насіння 3, що повинен бути видалений з комірки висіваючого диска 1.

При виході з комірки зайвий клубочок насіння повертається навколо точки С. Складемо рівняння моментів діючих сил навколо точки С. Маємо:

$$F_2 \cdot l_1 + N_2 \cdot l_2 - m \cdot g \cdot l_3 = 0$$

або

$$f \cdot N_2 \cdot l_1 + N_2 \cdot l_2 - m \cdot g \cdot l_3 = 0, \quad (5.6)$$

де f - коефіцієнт зчеплення клубочка насіння із поверхнею ролика-чистика;

N_2 - сила нормального тиску ролика-чистика на поверхню клубочка насіння;

m - маса клубочка насіння;

g - прискорення вільного падіння;

l_1, l_2, l_3 - плечі діючих сил щодо точки С.

З малюнка видно, що:

$$l_1 = AB + EC \cdot \cos\theta, \quad (5.7)$$

$$l_2 = EC \cdot \sin\theta, \quad (5.8)$$

$$l_3 = EC \cdot \sin\gamma. \quad (5.9)$$

Тут: $AB = r$ - радіус клубочка насіння.

$$EC = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{4r^2 - a^2}$$

θ - кут між нормаллями N_1 й N_2 ;

а - ширина канавки для клинового очисника насіння.

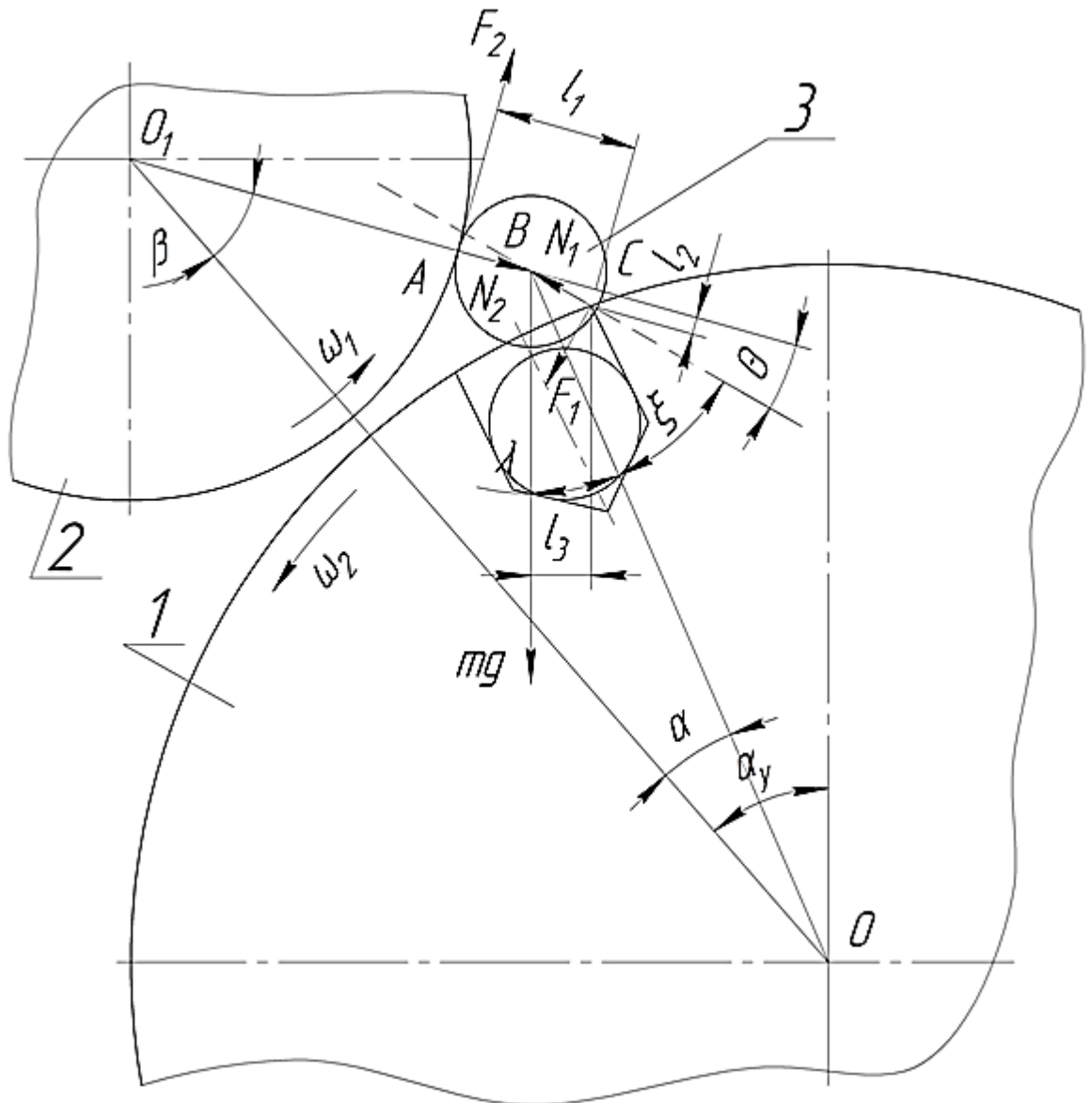


Рисунок 5.4 - Схема взаємодії ролика-чистика з зайвим клубочком насіння:

1 – диск висіваючого апарата; 2 – ролик-чистик; 3 – клубочок насіння

Визначимо тепер кут. Як видно з малюнка, цей кут може бути визначений так:

$$\psi = \xi + \lambda = \xi + \alpha_y - \alpha$$

Тут:

$$\lambda = 90^\circ - (90^\circ - \alpha_y + \alpha) = 90^\circ - 90^\circ + \alpha_y - \alpha = \alpha_y - \alpha$$

де α_y - кут між вертикальною віссю й прямою, проведеною через центри висіваючого апарата й ролика-чистика.

ξ й α - кути, визначення яких провадиться виходячи з геометричних співвідношень радіусів висіваючого диска, ролика-чистика й клубочка насіння.

З урахуванням викладеного вище, рівняння (5.6) після приведення подібних членів, може бути переписане так:

$$N_2 \cdot (f \cdot r + 0.5 \cdot f \cdot \sqrt{4r^2 - a^2} \cdot \cos\theta + 0.5 \cdot \sqrt{4r^2 - a^2} \cdot \sin\theta) = 0.5 \cdot m \cdot g \cdot \sqrt{4r^2 - a^2} \cdot \sin(\xi + \alpha_y - \alpha)$$

Звідси:

$$N_2 = \frac{m \cdot g \cdot \sqrt{4r^2 - a^2} \cdot \sin(\xi + \alpha_y - \alpha)}{2 \cdot f \cdot r + \sqrt{4r^2 - a^2} \cdot (f \cdot \cos\theta + \sin\theta)}, \quad (5.10)$$

Нормальний тиск N_2 стискає клубочок насіння і, при деякому значенні, може його зруйнувати. Отже, для того щоб зменшити дроблення клубочків насіння, необхідно прагнути до зменшення нормального тиску на них. З формули (6.10) видно, що це відбудеться при зменшенні кута $\psi = \xi + \alpha_y - \alpha$, тобто при зменшенні кута α_y . Таким чином, для зменшення дроблення клубочків насіння необхідно зменшити кут α_y , що обумовлює положення ролика чистика щодо вертикальної осі диска висіваючого диска. При цьому варто мати на увазі, що одночасно із зменшенням кута α_y , зменшується зона заповнення комірок диска висіваючого апарата клубочками насіння, що припустимо тільки до деякої межі, після чого можуть з'явитися пропуски у висіві насіння.

Враховуючи, що ушкодження клубочків насіння буде мінімальним при $N_2 = 0$, прирівнюванні правої частини формули (5.8) нулю одержимо:

$$\alpha_y = -(\xi - \alpha), \quad (5.11)$$

Розрахунки показують, що у висіваючому апараті сівалки ССТ-12 (діаметр диска - 220 мм, діаметр ролика-чистика - 110 мм) для забезпечення умови $N_2 = 0$ необхідно, щоб кут α_y дорівнював $8^\circ 25'$ й розміщався позад

вертикальної осі диска висіваючого апарата. Однак, при цьому більша частина зони заповнення комірок диска висіваючого апарата клубочками насіння виявляється перекритою роликом-чистиком. Це неприпустимо, тому що різко погіршується процес заповнення комірок клубочками насіння.

Для забезпечення достатнього ступеня заповнення комірок клубочками насіння при одночасному зменшенні ступеня їхнього дроблення, запропоновано встановити ролик-чистик так, щоб він поверхнею свого обода в задній частині торкався вертикальної осі диска висіваючого апарата. У цьому випадку:

$$\alpha_y = \arcsin \frac{r}{R+r}, \quad (5.12)$$

де r - радіус ролика-чистика;

R - радіус диска висіваючого апарату.

Тоді для висіваючого апарата сівалки ССТ-12 необхідно щоб:

$$\alpha_y = \arcsin \frac{55}{165} = 19^\circ 30'$$

Остаточно приймаємо $\alpha = 20^\circ$.

5.3 Виштовхування насіння

Насіння видаляються з комірок за рахунок вільного випадання й примусового виштовхування. Найчастіше на бурякових сівалках використовуються пластинчасті клинові очисники.

У випадку, коли насіння знаходяться у комірці в зоні вивантаження, на неї діють: сила тяжіння $m\mathbf{g}$ (рис. 5.5), відцентрова сила $m\omega^2 R_{\text{в}}$, сила інерції $m \frac{dV}{dt}$ і сила тертя F_t .

Умова випадання насіння із комірки буде мати вигляд:

$$m \frac{dV}{dt} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \leq m\mathbf{g} + m\omega^2 R_{\text{в}}, \quad (5.13)$$

де φ_1 - кут зовнішнього тертя насіння, град;

ω - кутова частота обертання диска, с^{-1} ;

R_D - радіус диска, м;

mg - вага насіння, Н.

Вирішуючи рівняння (6.6), визначають швидкість обертання диска:

$$\int dV \leq \frac{g}{\operatorname{tg} \rho_1} \int dt + \frac{\omega^2 R_D}{\operatorname{tg} \rho_1} \int dt, \quad (5.14)$$

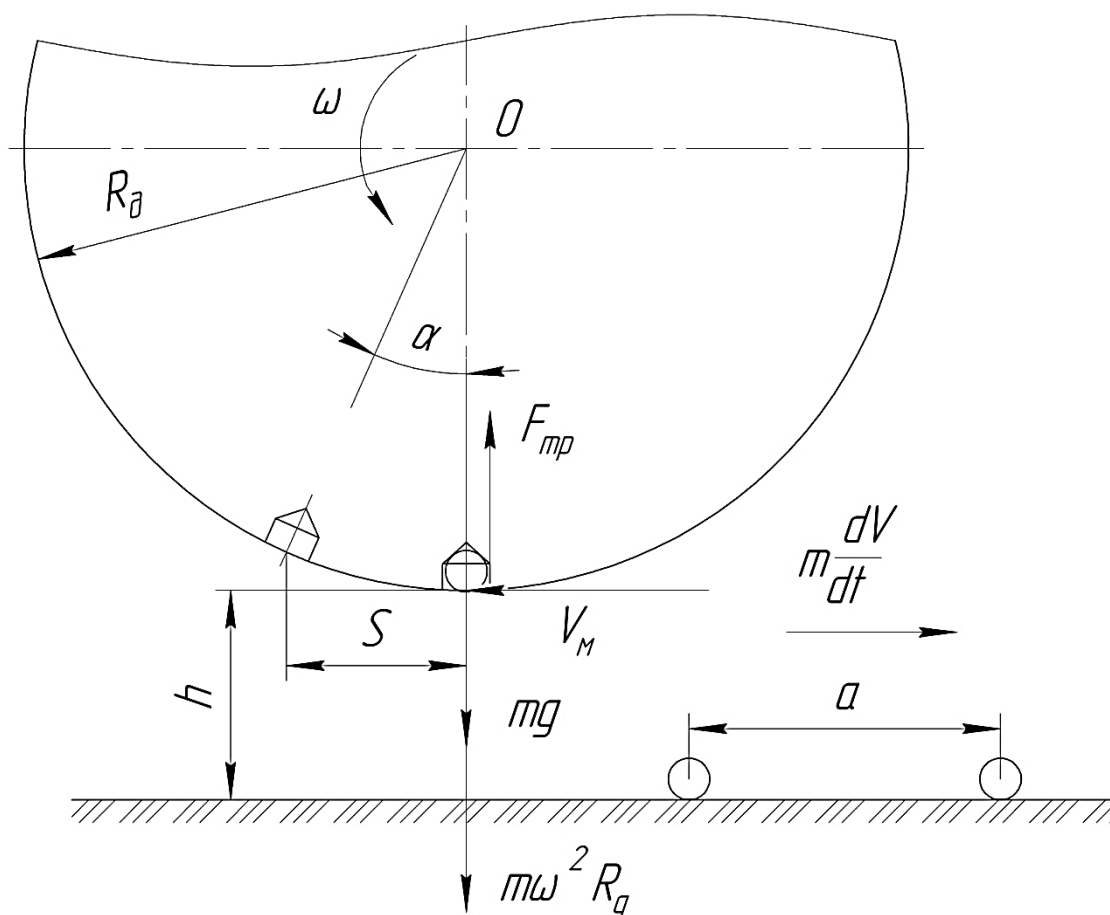


Рисунок 5.5 - Сили, що діють на насіння в комірці

$$V \leq \frac{g}{\operatorname{tg} \rho_1} \cdot t + \frac{\omega^2 R_D}{\operatorname{tg} \rho_1} \cdot t + C, \quad (5.15)$$

де t - час падіння насіння із висоти h . При $t=0$ постійна величина $C=0$.

З одного боку, час падіння насіння із висоти h дорівнює:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}, \quad (5.16)$$

З іншого боку, час t можна виразити через швидкість руху сівалки V_M й крок між насінинами по довжині ходу a , тобто:

$$t = \frac{a}{V_M}, \quad (5.17)$$

Прирівнюючи вирази (5.17) і (5.13) і враховуючи, що $a = a_{\max}$ визначають висоту устанавлення диска від дна борозни:

$$h = \frac{a_{\max}^2 \cdot g}{2 \cdot V_M^2}, \quad (5.18)$$

Підставляючи вираз (5.16) у формулу (5.15) і враховуючи, що $V = \omega \cdot R_D$, $\omega = \omega_{\min}$, $h = h_{\max}$, знаходять діаметр диска:

$$D_D \geq \frac{2g \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_{\max}}{g}}}{\omega_{\min}^2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g} - \omega_{\min} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1}}, \quad (5.19)$$

Мінімальна кутова швидкість обертання диска:

$$\omega_{\min} = \frac{2 \cdot V_M}{D_D \cdot U_{\max}}, \quad (5.20)$$

де U_{\max} - максимальне передатне відношення.

$$D_D = \frac{S}{\sin \frac{180^\circ}{Z}}, \quad (5.21)$$

Діаметр диска також можна розрахувати по формулі:

де S - крок між комірками в одному ряді, м;

$$S = d_r + \Delta S, \quad (5.22)$$

де ΔS - відстань між комірками, м.

Для визначення висоти встановлення диска прийемо крок між насінинами в рядку $a = 02$ м і швидкість руху сівалки $V_M = 2 \frac{M}{c}$. Тоді у відповідності до залежності (5.18) маємо:

$$h = \frac{a_{\max}^2 \cdot g}{2 \cdot V_M^2} = \frac{02^2 \cdot 981}{22^2} = 0.05 \text{ м}$$

отримане значення висоти встановлення висіваючого апарату близьке до висоти встановлення висіваючого апарату в сівалки ССТ-12Б ($h=0,07$ м). У зв'язку з цим остаточно приймаємо $h=0,07$ м.

Насіння, що заклинило в комірках, видаляється з них за допомогою пластинчатого клинового виштовхувача.

Профіль робочої грані $a_2 - a_2$ пластинчастого клинового очисника визначається з умови видалення насіння з комірки. Нехай грань нахилена до стінки комірки під кутом α . При обертанні диска 1 на насіння діють сили нормального тиску N з боку стінки комірки й очисника.

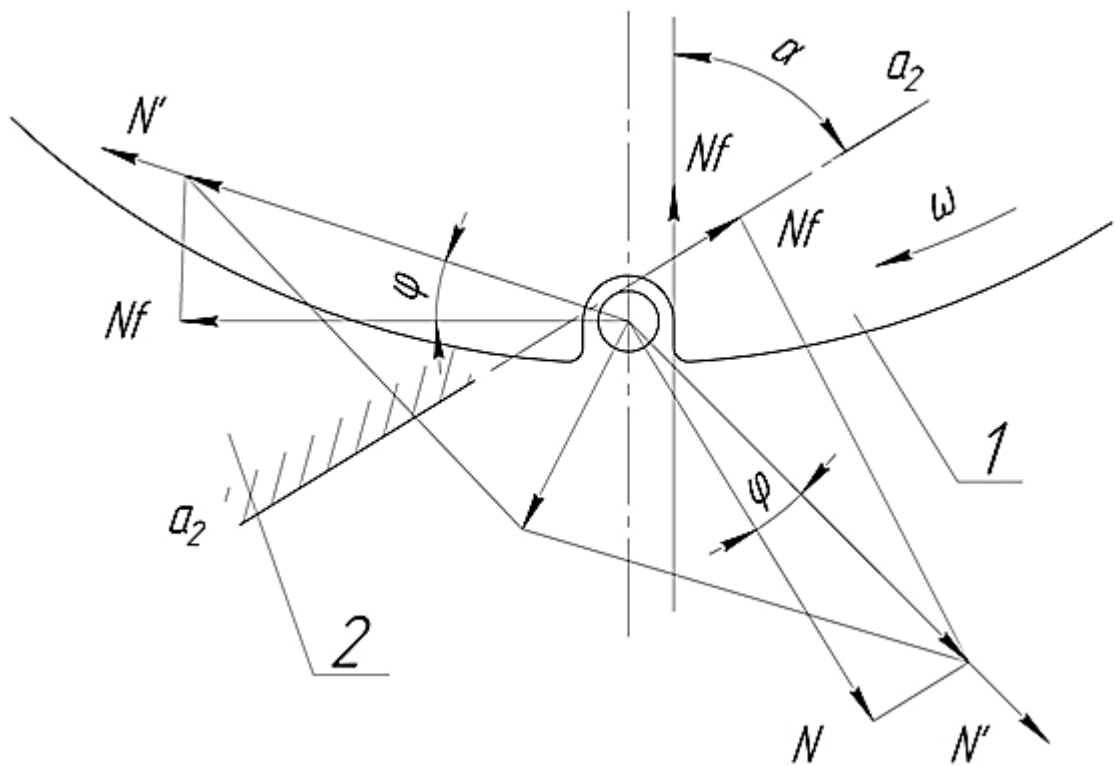


Рисунок 5.6 - Схема роботи пластинчатого клинового виштовхувача:

1 - комірчастий диск, 2 - виштовхувач

Через наявність сил тертя ці сили відхилені від нормалі на кут тертя φ . Додавши їх, бачимо, що результуюча R прагне видалити насіння з комірки. Тоді з урахуванням рівності коефіцієнтів тертя між насінням, з одного боку, і стінкою комірки й очисником з іншої, будемо мати умову виштовхування

зерна з комірки:

$$\alpha > 2\varphi, \quad (5.23)$$

де φ - кут зовнішнього тертя насіння буряку по матеріалу диска і виштовхувача.

Згідно із довідкових даних $\varphi = 20^\circ$. Тоді $\alpha = 2\varphi = 2 \cdot 20 = 40^\circ$. Остаточно приймаємо $\alpha = 45^\circ$.

Але висіваючий диск увесь час змінює нахил стінки комірки стосовно грані очисника. Щоб умова (5.23) постійно дотримувалася, робоча грань нерухомого клинового очисника повинна бути виконана у вигляді логарифмічної кривої.

5.4 Розміщення насіння в борозні

Позначимо горизонтальні проекції траєкторії польоту насіння від апарата до дна борозди - x_n , після першого удару об дно борозни - x_1 , шлях перекочування - x_2 (рис. 5.7.).

Дальність польоту насіння:

$$x_n = \frac{V_x}{g} \left\{ \sqrt{V_n^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2g \cdot [h + R \cdot (1 - \cos \alpha)]} - V_n \cdot \sin \alpha \right\}, \quad (5.24)$$

де $V_x = V_a - V_n \cdot \cos \alpha$ - горизонтальна складова абсолютної швидкості падіння насіння, м/с;

V_n - швидкість подачі насіння;

α - кут початку викиду.

Горизонтальна проекція траєкторії польоту насіння після удару об дно борозни приблизно визначається рівнянням руху тіла, кинутого під кутом:

$$x_1 = \frac{U_0^2}{g} \cdot \sin^2 \gamma_b = \frac{\xi \mu_\alpha}{g} \cdot V_{acc}^2 \cdot \sin 2\alpha_n, \quad (5.25)$$

де ξ - коефіцієнт відновлення;

μ_α - коефіцієнт миттєвого тертя;

γ_b - кут відбиття.

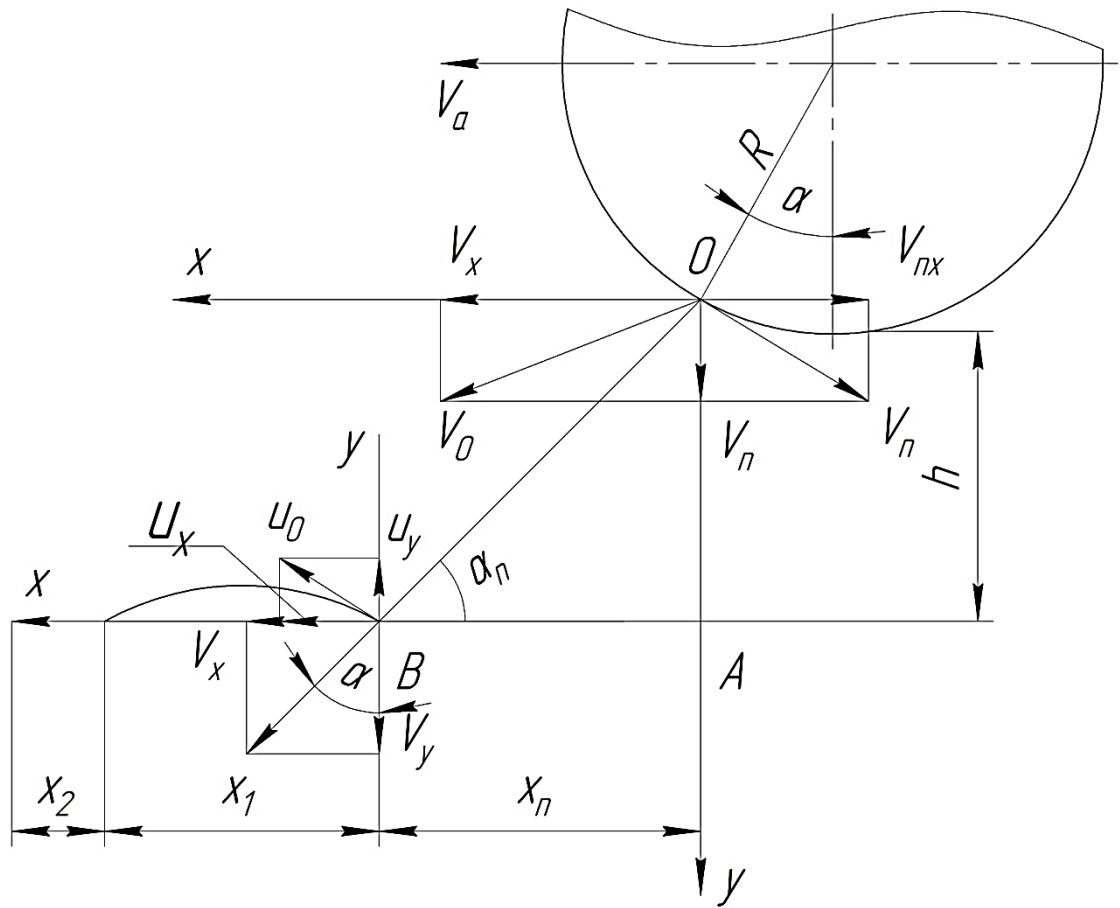


Рисунок 5.7 - Кінематична схема операції розміщення

Абсолютна швидкість насіння у точці падіння:

$$V_{\text{абс}} = \sqrt{(V_a - V_n \cos \alpha_n)^2 + (gt + V_n \sin^2 \alpha_n)^2}, \quad (5.26)$$

де α_n - кут падіння насіння;

t - час падіння.

Шлях перекочування насіння по дну борозни x_2 , знаходиться з рівняння:

$$x_2 = \frac{\mu_\alpha^2 \cdot (V_a - V_n \cos \alpha)^2}{2g \cdot f_n}, \quad (5.27)$$

де f_n - коефіцієнт опору перекочуванню.

Криві зміни середньоквадратичних відхилень точки падіння насіння в борозну σ_n , проекції траєкторії після відскоку від першого удару σ_1 й після перекочування σ_2 показані на рис. 5.6.

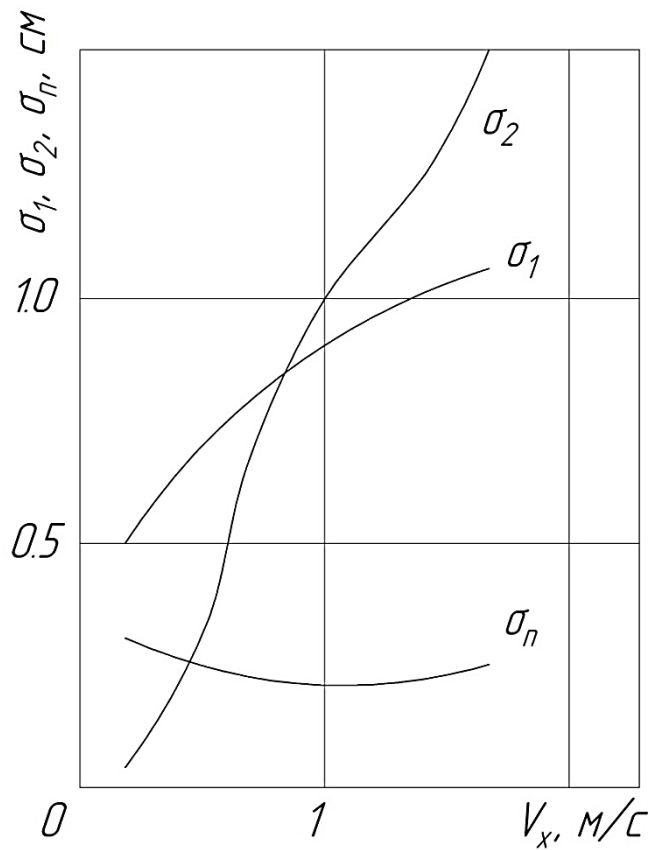


Рисунок 5.6 - Залежності середньоквадратичних відхилень точки падіння насіння в борозну σ_n , проекції траєкторії після відскоку σ_1 й перекочування σ_2 від горизонтальної складової швидкості подачі насіння V_x

Аналізуючи розрахунки по розміщенню насіння в борозні можна зробити висновок, що найбільший вплив на нерівномірність сівби має саме ця фаза сівби. Так переміщення насінини при рухові її від диска до дна борозни співвідносне з кроком сівби. В зв'язку з цим для підвищення рівномірності розміщення насіння по довжині рядка необхідно перш за все зменшити горизонтальну складову абсолютної швидкості руху насіння V_x , що можливе за рахунок встановлення активного насінневода.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Організація охорони праці

У будь-якому сучасному сільськогосподарському підприємстві повинно постійно відбуватися удосконалення заходів з охорони праці.

Керівник господарства (власник, генеральний директор іт.д.) разом з інженером з охорони праці в межах передбачених посадових обов'язків проводять розробку планів по підтриманню умов праці у відповідності з існуючими вимогами, дотриманню вимог техніки безпеки, затверджує інструкцію з охорони праці та техніки безпеки для кожного виробничого підрозділу.

Керівник підприємства може особисто вирішувати основні питання, пов'язані з охороною праці, з іншими фахівцями і профспілковим комітетом. Він займається роботою по створенню здорових і безпечних умов праці, попередженню травматизму і нещасних випадків на виробництві.

Ні в якому разі до роботи не допускаються співробітники, які не пройшли відповідного інструктажу: вступного, первинного на робочому місці і т.д. Облік інструктажів ведеться в журналах реєстрації інструктажів з охорони праці (вступних та на робочому місці). Проте, неповна відповідальність самих робітників іноді призводить до непередбачуваних наслідків, не дивлячись на значне докладання зусиль керівництва.

Заходи з охорони праці повинні повністю виключати виробничий травматизм та професійні захворювання з робітниками зайнятими на цій роботі.

Згідно вимог державних стандартів проводять вступний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі.

Вступний інструктаж проводять фахівці з охорони праці чи особа призначена відповідним наказом. При цьому робітник, прийнятий на роботу, вивчає загальні положення і правила охорони праці і виробничої санітарії при

виконанні робіт, пов'язаних з експлуатацією, технічним обслуговуванням відповідної техніки.

Програму вступного інструктажу узгоджують з місцевим комітетом профспілки, затверджує її головний інженер.

Після проведення інструктажу про це роблять відмітку в журналі реєстрації вступного інструктажу по охороні праці. В журналі обов'язкові підписи особи, яку інструктують та особи, яка проводить інструктаж.

Первинний інструктаж на робочому місці здійснює керівник структурного підрозділу (завідуючий гаражем, бригадир тракторної бригади тощо) з наглядною демонстрацією виконання окремих технологічних операцій, ознайомлення з вимогами по організації робочого місця. Допуск до самостійної роботи робочого фіксують в журналі реєстрації інструктажів на робочому місці з вказанням дати інструктажу та підписом особи, яка його проводила.

Позаплановий інструктаж проводять при зміні правил з охорони праці, технологічного процесу, оновленні обладнання, пристроїв та інструмента, порушення робітниками вимог або правил з охорони праці.

Знання, отримані при інструктажі, перевіряють робочі, які проводили його. Працівник, який показав незадовільні знання, до роботи не допускається.

Безпечним методам праці робочих навчають на курсах з охорони праці з наступною перевіркою знань. Проходження курсового навчання фіксують в журналі курсового навчання по охороні праці.

6.2 Експлуатація машин в рослинництві

При експлуатації машин в рослинництві вимоги безпеки передбачають наступне:

- відповідність технічного стану машин та стаціонарного обладнання і порядку їх експлуатації вимогам інструкцій по експлуатації конкретних машин, відповідним державним стандартам, Єдиним вимогам до конструкції тракторів та сільськогосподарських машин по безпеці та гігієні праці,

Правилам будови електроустановок (ПБЕ), Правилам техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПТБ) [30, 32], Правилам технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ), Правилам дорожнього руху [31];

- використання на технологічних операціях сільськогосподарських машин, пройшовши обкатку та технічний огляд (готовність машин та обладнання до експлуатації оформляється актом);

- виконання робіт по заміні, чищенню та регулюванню робочих органів машин тільки при непрацюючому двигуні, а у електрифікованих установках та механізмах - при знятих запобіжних вставках і остаточної їх зупинці і тільки після прийняття мір по застереженню випадкового опускання, чи падіння робочих органів;

- позначення небезпечних ділянок робочої зони обладнання та відповідних місць при проведенні робіт стандартними знаками безпеки;

- заборона експлуатації машин та обладнання без передбачених конструкцією захисних огорожень, а машин з передбаченою нормативно-технічною документацією постійним робочим місцем – без підніжки, і з запобіжним бортиком, перил, поручнів, запобіжних ланцюгів або планок для закриття входу, зонтиків чи тентів;

- негайну зупинку машин при поломках та травмах - небезпечних ситуаціях та усунення несправності;

- агрегування машин та знаряддя з тракторами та самохідними шасі, а також переведення їх в транспортне положення у повній відповідальності з вимогами, вказаними в заводських посібниках для конкретних типів машин;

- шплінтування з'єднувального пристрою при зчіпці трактора з причіпними машинами та додатковим з'єднанням з тягачем страхувальним ланцюгом чи тросом причепів та напівпричепів;

- зчіпку, навіску машини та знаряддя на трактори або самохідні шасі, а також монтаж та підключення стаціонарних машин в відповідності з вимогами заводських посібників; ці операції виконують особи, обслуговуючі дані

машини з використанням справного інструменту та підіймаючих пристроїв, гарантуючих безпеку операцій (перед проведенням робіт перевіряють справність системи навіски);

- наявність двобічної сигналізації у агрегатів до складу яких входять причіпні машини, обладнанні робочим місцем;

- укомплектування самохідних машин та агрегатів медичними аптечками, термосами з питною водою та засобами пожежогасіння в відповідності з державними стандартами;

- недопущення розсипання та підтікання пестицидів чи інших отруйних речовин в місцях з'єднання фланців, штуцерів, ніпелів, люків, а також роботи оприскувачів з несправним манометром та без бачків для миття рук; на спецмашинах банки, ящики та інші ємності для туків під час роботи повинні бути щільно закриті та зафіксовані запірним пристроєм;

- обладнання самохідних та причіпних машин світловідбивачами, укомплектування набором справного інструменту та пристосуваннями у відповідності із заводської інструкцією;

- заборона відпочинку під машиною, в копицях сіна та інших не встановлених для відпочинку місцях, посадки та виходу при русі агрегату, а також виконання регулювань та ремонту на ходу;

- опускання навісних машин при стоянці агрегату, а також їх фіксацію при ремонті чи наладці;

- заземлення машин з електроприводом із забезпеченням опору заземлюючих пристроїв не більше 40 м;

- обладнання машин на роботах, сполучених з небезпекою перекинутися, опорними пристроями, противагами;

- початок роботи агрегату, обслуговуючого декількома особами, тільки по встановленому сигналу і після повної впевненості, що виконавчі зрозуміли його.

6.3 Охорона праці при вирощуванні буряків

Безпека процесів вирощування та збирання забезпечує реалізацією

заходів, розроблених відповідно з державними стандартами, операційної технології та ОСТ 46.31.112.-81.

Крім загальних положень, стосовно розглянутим умовам забороняється перебування людей на сівалках під час переїзду або розвороту останніх, на транспортних засобах при завантаженні та транспортуванні соломи та зерна. Робітникам, які зайняті на ручних роботах, заборонено підштовхувати транспортні засоби, які буксують. Розміщають сою на полях з відхиленням: уздовж напрямку сівби - 7° , поперек - 2° .

Робоче місце сівача укомплектовують чистиками та гачками чи штирем для очищення сошників та висівних апаратів сівалок.

Під час роботи змішувача по приготуванні розчинів отрутохімкатів забороняється знаходитися стороннім особам біля агрегату для приготування розчину. При проведенні польових робіт після застосування пестицидів разом з мінеральними добривами (інсектициди + гербіциди + азотні добрива) слід дотримуватися правил безпеки; при різкій зміні температури повітря на фоні високої вологості ґрунту, а також при великій росі та швидкості вітру не більш 2 м/с треба робити перерву в праці з 9 до 14 години.

При появі травмо-небезпечної ситуації персонал повинен припинити роботу, прийняти заходи по її ліквідації та доповісти керівнику робіт. Працюючі з пестицидами повинні суворо дотримуватись правил особистої гігієни, приймати їжу, пити воду, палити після зняття спецодягу та миття з милом рук та лиця, полоскання рота.

За кожним працівником є відповідний комплект засобів особистого захисту, підібраний особисто (підбір проводить особа, яка відповідає за проведення робіт).

Загальне керівництво по охороні праці у виробничому процесі очолює керівник господарства.

При зарахуванні працівника на роботу необхідно проводити вступний інструктаж. На робочому місці інструктаж з працівником проводить керівник підрозділу.

З метою визначення відповідності робочих місць, машин та механізмів, технічних процесів, будівель і споруд санітарним нормам, правилам охорони праці, одержання вихідних даних для планування працезохоронних заходів проводять паспортизацію об'єктів на відповідність вимогам охорони праці.

6.4 Вимоги охорони праці при роботі на вдосконаленій сівалці ССТ-12Б

При розробці модернізованої сівалки, на неї було встановлено допоміжні органи, що може привести до травматизму. Тому, на ряду з правилами техніки безпеки, встановленими заводом-виробником, слід відмітити наступні:

1) Для попередження нещасливих випадків **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**:

- рух агрегату на великих швидкостях і круті повороти;
- при тривалій стоянці залишати сівалку у піднятому стані;
- ремонтувати, змащувати, підтягувати кріплення, очищати сівалку;
- під час руху агрегату і при включеному двигуні трактора;
- під час регулювання механізму включення гідропідіймання і при

переводі сівалки в транспортне положення й навпаки знаходитися біля сівалки стороннім особам;

- сідати на сівалку під час руху агрегату;
- догляд і регулювання механізмів на ходу агрегату;
- транспортувати сівалку без світловідбивачів у нічний час;

2) Усі роботи, пов'язані з ремонтом і технічним обслуговуванням, виконувати тільки на відчепленій, або опущеній на землю сівалці і при заглушеному двигуні трактора.

3) При далеких переїздах використовуйте транспортне пристосування. Транспортна швидкість по дорогах із твердим покриттям не повинна перевищувати 15 км/год. При транспортуванні агрегату по вибитих дорогах і мостам швидкість не повинна бути більша 5 км/год.

4) Переведення сівалки з робочого положення в транспортне і навпаки здійснювати тільки при опущеній транспортній підставці на рівній ділянці поля зі схилом не більш 5° .

5) Сівалка повинна агрегатуватися з тракторами МТЗ-80/82, ЮМЗ-6АЛ/6АМ, оснащеними додатковими вантажами для довантаження передніх коліс: 200 кг – для ЮМЗ-6АЛ/АМ; 270 кг – для МТЗ-80/82;

6) Сівалка може працювати на схилах крутизною не більше 5° із дотриманням необхідних заходів безпеки по обмеженню швидкості і відповідній колії трактора.

7) Забороняється заглиблювати сівалку не на ходу, а на місці, ставлячи при цьому важіль розподільника на «опускання» і «замкнено».

Приведені заходи з охорони праці дозволять попередити травмування і хвороби обслуговуючого персоналу при вирощуванні цукрових буряків.

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Розрахунки за техніко-економічними показниками необхідні для порівняння базової і проектованої машини, а так само для визначення економічного ефекту, який досягається за рахунок удосконалення.

Удосконалення висіваючого апарату сівалки ССТ-12Б дозволяє збільшити робочу швидкість посівного агрегату. Як показує досвід застосування бурякової сівалки ССТ-12, якісне проведення посіву можливе лише при швидкості руху агрегату не більше 5,4 км/год і при умові ретельної підготовки поля під посів (відсутність рослинних залишків і т.п.). Інженерні розрахунки доводять, що робоча швидкість модернізованого висіваючого апарату може бути підвищена до 7 км/год без зниження якісних показників процесу посіву цукрового буряка.

Крім цього, модернізований висіваючий апарат сівалки ССТ-12 проводить посів на кінцеву густину рослин дражованим насінням. Це дозволяє зменшити витрати насіння до 10% і виключити із технології обробітку цукрового буряку таку трудомістку операцію, як формування густини рослин, яка в більшості випадків проводиться вручну.

Таким чином, факторами, що дозволяють одержати економічний ефект від удосконалення, є підвищення робочої швидкості руху посівного агрегату, економія насіння при сівбі і виключення із технології обробітку формування густини рослин після появи сходів.

Проведемо розрахунок основних техніко-економічних показників, аналіз яких дозволить зробити висновки про доцільність і економічної ефективності від запровадження удосконалення.

Продуктивність за годину основного часу:

$$W = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot K_3, \quad (7.1)$$

де B_p – робоча ширина захвату сівалки.

Для сівалки ССТ-12 $V_p = 5,4$ м.

V_p - робоча швидкість руху посівного агрегату, м/с;

K_3 - коефіцієнт використання часу зміни; $K_3 = 0,85$.

Для базового варіанту ЮМЗ-6Л + ССТ-12Б:

$$W_6 = 0,36 \cdot 5,4 \cdot 1,5 \cdot 0,85 = 2,5 \text{ га/год.}$$

Для проектового варіанту ЮМЗ-6Л + ССТ-12Б-1

$$W_H = 0,36 \cdot 5,4 \cdot 1,9 \cdot 0,85 = 3,1 \text{ га/год.}$$

Продуктивність за 1 робочу зміну, при тривалості зміни в 7 годин:

$$W_{зм} = T_{зм} \cdot W \cdot K_3 \quad (7.2)$$

Для базового варіанту

$$W_{6з} = 7 \cdot 2,5 \cdot 0,85 = 21 \text{ га/зм.}$$

Для проектового варіанту

$$W_{Hз} = 7 \cdot 3,1 \cdot 0,85 = 26 \text{ га/зм.}$$

Вихідні дані для проведення економічних розрахунків доцільності модернізації сівалки зведемо в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 - Вихідні дані для проведення економічних розрахунків

Показники	Базова сівалка	Удосконалена сівалка
Продуктивність, га/год	2,5	3,1
Питомі витрати палива, кг/га	4,7	3,8
Вартість машини, грн.	190000	194000
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	1

Затрати праці на процес визначаються за формулою:

$$H = \frac{M}{W}, \quad (7.3)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

W – продуктивність агрегату, га/год.

Затрати праці при роботі базового агрегату на сівбі дорівнюють:

$$H_6 = \frac{1}{2,5} = 0,4 \text{ люд.год/га.}$$

При використанні удосконаленої сівалки затрати праці будуть дорівнювати:

$$N_H = \frac{1}{3,1} = 0,32 \text{ люд.год/га.}$$

Зниження затрат праці при використанні розробленої машини будуть дорівнювати:

$$N_3 = N_6 - N_H; \quad (7.4)$$

$$N_3 = 0,4 - 0,32 = 0,08 \text{ люд.год./га.}$$

За сезон при сівбі цукрових буряків на площі 200 га зниження затрат праці становить:

$$N_3^c = 0,08 \cdot 200 = 16 \text{ люд. год.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при сівбі сої визначаються за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{ПММ}}; \quad (7.5)$$

де C_o – оплата праці з нарахуваннями, грн/га;

C_a – амортизаційні відрахування, грн/га;

C_p – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн/га;

$C_{\text{ПММ}}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн/га.

Оплата праці механізатору, який працює на агрегаті, нараховується по тарифній сітці за норму виконаної роботи. За 1 га обробленої площі оплата праці становить:

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{3M}}, \quad (7.6)$$

де C_T – оплата праці за тарифною сіткою;

W_{3M} – продуктивність агрегату за зміну.

Для механізатора, який працює на базовому агрегаті оплата праці по п'ятому розряду тарифної сітки з врахуванням мінімальної заробітної плати 8000 грн. за місяць становить 348 грн. за зміну [19]. А за 1 га обробленої площі оплата праці буде становити:

$$C_{O.B}^1 = \frac{348}{21,0} = 16,6 \text{ грн./га.}$$

Крім того, в господарстві проводиться доплата: 50 % - за складність робіт

(становить 8,3 грн./га), 12% - за інтенсивність робіт (становить 2,0 грн./га). І тоді оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{об}^H = 16,6 + 8,3 + 2,0 = 26,9 \text{ грн./га.}$$

На цю суму механізатору нараховується 20 % за класність (становить 5,4 грн./га) і 51 % соціального страхування і ін. (становить 13,7 грн./га). І тоді вся оплата праці з нарахуваннями механізатору, який працює на базовому агрегаті, становить:

$$C_{об} = 26,9 + 5,4 + 13,7 = 46,0 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на агрегаті з удосконаленою сівалкою, оплата праці буде проводитися по п'ятому розряду тарифної сітки і за 1 га обробленої площі вона становить:

$$C_{O.H}^1 = \frac{348}{26,0} = 13,4 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно нараховуються всі необхідні доплати: 50 % за складність робіт (6,7 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (1,6 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{он}^H = 13,4 + 6,7 + 1,6 = 21,7 \text{ грн./га.}$$

На цю суму нараховується 51 % соціального страхування (11,1 грн./га) і 20% за класність (становить 4,3 грн./га) і оплата праці з усіма нарахуваннями для механізатора, який працює на новому агрегаті, буде становити:

$$C_{он} = 21,7 + 11,1 + 4,3 = 37,1 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм на відрахування від загальної вартості машини за формулою:

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3M}} \quad (7.7)$$

де $Ц$ – балансова ціна машини, грн.;

$Д$ – кількість днів роботи в рік;

$К$ – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для сівалок становить 15%. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{190000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 21,0} = 25,1 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування на удосконалену сівалку будуть становити:

$$C_{ар} = \frac{194000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 26,0} = 20,7 \text{ грн./га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування агрегату також визначається за нормативами, які становлять 15 % в рік від вартості машини.

Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{Ц \cdot \beta}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3М}}, \quad (7.8)$$

де β - норма річних відрахувань.

Для базової машини затрати на ремонт і технічне обслуговування машини будуть дорівнювати:

$$C_{р.б} = \frac{190000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 21,0} = 25,1 \text{ грн./га.}$$

Для удосконаленої сівалки затрати на ремонт і технічне обслуговування будуть дорівнювати:

$$C_{р.н.} = \frac{194000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 26,0} = 20,7 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{пмм} = Ц_{п} \cdot V_{га}; \quad (7.9)$$

де $Ц_{п}$ – комплексна ціна 1 кг палива;

$V_{га}$ – витрати палива на 1 га.

Комплексна ціна включає витрати на основне паливо, а також на мастильні матеріали і диференціюється в залежності від марки трактора і зони застосування. Приймаємо наступні норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива:

- моторне масло – 11,7 %;
- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустриальне масло – 0,64 %;
- консерваційні мастила – 0,47%.

На сьогодні вартість на паливо-мастильні матеріали залежить від цінової політики ринку, постачальника, величини оптових закупок і т. ін. Для розрахунків приймаємо комплексну ціну 1 кг палива, яка дорівнює 54,8 грн./кг. Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали при роботі базової машини будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 4,7 \cdot 54,8 = 257,6 \text{ грн./га.}$$

При роботі агрегату з удосконаленою сівалкою затрати на ПММ будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 3,8 \cdot 54,8 = 208,2 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_{\text{б}} = 46,0 + 25,1 + 25,1 + 257,6 = 353,8 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі агрегату з удосконаленою сівалкою будуть дорівнювати:

$$C_{\text{н}} = 37,1 + 20,7 + 20,7 + 208,2 = 286,7 \text{ грн./га.}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні розробленої машини в виробництво в порівнянні з базовим об'єктом буде становити:

$$E = C_{\text{б}} - C_{\text{н}} = 353,8 - 286,7 = 67,1 \text{ грн./га.} \quad (7.10)$$

У відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_{\text{в}} = \frac{67,1 \cdot 100}{353,8} = 20 \text{ \%}.$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 200 га буде становити:

$$E_{\text{р}} = 67,1 \cdot 200 = 13420 \text{ грн.}$$

При впровадженні технології в господарстві досягається економія насіннєвого матеріалу до 10%. При вартості 4000 грн. за одну посівну одиницю на 1 га економічний ефект становить 400 грн./га. На площі 200 га економічний ефект від економії насіння на сівбу становить

$$E_{\text{н}} = 400 \cdot 200 = 80000 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект від впровадження удосконаленої

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Назва показників	Базовий агрегат	Розроблений агрегат
1. Продуктивність, га/год.	2,5	3,1
2. Питомі витрати палива, кг/га	4,7	3,8
3. Затрати праці, люд.год./га	0,4	0,32
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	353,8	286,7
в т . ч. – оплата праці з нарахуваннями	46,0	37,1
- амортизаційні відрахування	25,1	20,7
- затрати на ремонт і ТО	25,1	20,7
- затрати на ПММ	257,6	208,2
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	67,1
6. Економічний ефект від економії насіння, грн.	-	80000
7. Річний економічний ефект, грн.	-	192900
8. Строк окупності затрат на удосконалення, років		0,04

технології і сівалки в господарстві становить:

$$E_3 = 13420 + 80000 = 93420 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники, які розраховані в проекті, приведені в таблиці 7.2.

Окупність затрат на удосконалення сівалки визначається за формулою:

$$E_o = \frac{Ц}{E_p} \quad (7.11)$$

$$Z_o = \frac{4000}{93420} = 0,04 \text{ року.}$$

Аналіз прямих затрат на виконання процесу показує, що основна частка затрат припадає на паливо і мастильні матеріали, що пояснюється надто високими цінами на ринку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз характеристик посівного матеріалу, агротехнічних вимог і технологічних особливостей сівби буряків дозволив визначитися з умовами конструювання і удосконалення сівалки.

2. Аналіз конструкцій сівалок вітчизняного і закордонного виробництва, їх висівних апаратів дозволив вибрати оптимальний варіант удосконалення сівалки.

3. Удосконалення конструкції сівалки ССТ-12 дає можливість покращити якість сівби і зменшити витрати насінневого матеріалу до 10%. Проведені розрахунки дали можливість визначити основні параметри і режим роботи сівалки. По визначених параметрах розроблено окремі вузли і деталі удосконаленої конструкції сівалки.

4. Приведені в роботі заходи з охорони праці можуть бути використані в господарстві при організації робіт з охорони праці і проведенні інструктажів на виконанні польових робіт.

5. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що впровадження удосконаленої сівалки в господарстві може дати річний економічний ефект в сумі 192900 грн. Термін окупності витрат на удосконалення становить 0,04 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Несмачна М. Цукрові буряки та збільшення площ під ними в 2023: чи залишиться культура у фаворитах?// <https://superagronom.com/articles/683-tsukrovi-buryaki-ta-zbilshennya-plosch-pid-nimi-v-2023-chi-zalishitsya-kultura-u-favoritah>.
2. Хто виробив найбільше цукру? Огляд виробництва у сезоні 2022// <https://latifundist.com/analytics/32-hto-virobiv-najbilshe-tsukru-oglyad-virobnitstva-u-sezoni-2022>.
3. Як виростити та скільки можна заробити на цукровому буряку — дайджест// <https://kurkul.com/spetsproekty/1543-yak-virostiti-ta-skilki-mojna-zarobiti-na-tsukrovomu-buryaku--daydjest>
4. Челапко Н. Цукровий буряк 2022. Посівні площі. Переробні потужності. Залишки й експорт//<https://latifundist.com/spetsproekt/964-tsukrovij-buryak-2022-posivni-ploshchi-pererobni-potuzhnosti-zalishki-j-eksport>.
5. Потаєва О. В умовах воєнного часу цукровий буряк набуває економічної доцільності для аграріїв. – 28.04.2022.// <https://agrotimes.ua/agromarket/v-umovah-voynnogo-chasu-czukrovuj-buryak-nabuvaye-ekonomichnoyi-doczilnosti-dlya-agrariyiv/>.
6. Аграріям не варто в умовах війни шукати спасіння у вирощуванні цукрових буряків - думка. - 30 червня 2023// <https://latifundist.com/novosti/61970-agrariyam-ne-varto-v-umovah-vijni-shukati-spasinnya-u-viroshchuvanni-tsukrovih-buryakiv--dumka>.
7. Посівна 2023: аграрії завершили сівбу цукрових буряків. - 16 червня 2023.// <https://latifundist.com/novosti/61881-posivna-2023-agrariyi-zavershili-sivbu-tsukrovih-buryakiv>.
8. Руйнуємо міфи про прибутковість цукрового буряку. - 14 грудня 2022// <https://kurkul.com/spetsproekty/1395-ruynuyemo-mifi-pro-pributkovist-tsukrovogo-buryaku>.

9. Аграрії отримують прибуток від цукрових буряків в 2023 році. - 16 вересня 2023// <https://superagronom.com/news/17760-agrariyi-otrimayut-pributok-vid-tsukrovih-buryakiv-v-2023-rotsi>.

10. Бондар В. Про прибутковість вирощування цукрових буряків// Агробізнес сьогодні. - № 4 (203), лютий 2011. – с. 9-13.

11. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

12. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.

13. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.

14. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.

15. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.

16. Довідник сільського інженера / Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін.: За ред. Гречкосія В.Д. – К.: Урожай, 1988 р. – 360 с.

17. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: навчальний посібник / Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.

18. Землеробська механіка. Т2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Глань і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.

19. Землеробська механіка. ТЗ. Аналіз і результати досліджень робочих органів машин для обробітку ґрунту/ Кобець А.С., Сокол С.П., Пугач А.М., Дирда В.І., Волик Б.А. і ін.- Дніпро, Пороги, 2022. – 408 с.

20. Мізін І.А., Омеляненко І.С. Кінематичний розрахунок приводу. Методичні вказівки по курсу деталей машин. - Полтава. 2000.

21. Довідник з опору матеріалів / Пісаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Пісаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.

22. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл.

23. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

24. Целинський В.П. Охорона праці в рослинництві. – К.: Урожай, 1991. – 80 с.

25. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.