

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Обґрунтування параметрів висівачного апарата**
селекційної сівалки

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МСм-61
спеціальності _____

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

	_____	Лижнюк М.Р.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	Гевко Р.Б.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	Хомик Н.І.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	_____	Гевко Р.Б.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	Ткаченко І.Г.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

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

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Гевко Р.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

студенту Лижнюку Миколі Руслановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обґрунтування параметрів висівача апарата
селекційної сівалки

Керівник роботи Гевко Роман Богданович, д.т.н., професор

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

Затверджені наказом ректора від « 01 » вересня 2020 року № 4/7-616

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи призначення сівалки – для висіву сортового і гібридного насіння на дослідницьких ділянках; рекомендована довжина рядків – 7 м; схожість насіння 65...80 %; норма висіву насіння 20...80 шт на довжину 7 м; максимальна довжина зерна кукурудзи 11 мм; насіння некаліброване; маса сівалки 1,28 т; номінальне тягове зусилля трактора 14 кН; робоча швидкість до 5 км/год; ширина захвату 4,2 м.

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

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

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
1–2. Сівалка селекційна порційного висіву. Складальне креслення (2А0).

3. Секція посівна сівалки порційного висіву. Складальне креслення (1А0).

4. Висівачий апарат. Складальне креслення (1А1). 5. Деталювання (1А2).

6–7. Розрахункові схеми (2А1).

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

01 вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз особливостей об'єкту проектування	до 20.11.20	
2	Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки	до 01.12.20	
3	Дослідження параметрів об'єкту розробки	до 05.12.20	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	до 08.12.20	
9	Реферат. Вступ. Висновки.	до 10.02.20	
10	Графічна частина. Специфікації	до 12.12.20	

Студент

_____ (підпис)

Лижнюк М.Р.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Гевко Р.Б.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Лижнюк Микола Русланович

Тема роботи – «Обґрунтування параметрів висіваючого апарата селекційної сівалки»

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

Керівник роботи – Гевко Роман Богданович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (24 найменування), 3 додатків. Загальний обсяг текстової частини – 60 сторінок, на яких є 21 рисунок. Додатки розміщені на 10 сторінках. Графічна частина складається з 3 аркушів формату А0 і 3 аркушів формату А1.

Актуальність теми роботи

Серійні просапні сівалки на селекційних ділянках застосовувати недоцільно, оскільки вони не відповідають вимогам селекції – чистота закладання експерименту і процес дослідження.

Невелика потреба у селекційних сівалках (кілька десятків штук), нетехнологічність у виготовленні, складність та великі витрати стримують конструювання таких машин. Тому використання основних складальних одиниць сівалки універсальної пневматичної типу СУПН-6 для розробки на її базі сівалки селекційної порційного висіву є доцільним.

Мета роботи

Дослідження параметрів висіваючого апарата сівалки селекційної для покращення якості виконання технологічного процесу посіву насіння на ділянках селекції та сортовипробування.

Завдання дипломної роботи магістра:

- проаналізувати технологію посіву кукурудзи на ділянках селекції та агротехнічні вимоги до сівби кукурудзи на ділянках гібридизації
- проаналізувати засоби механізації сівби кукурудзи на селекційних ділянках;
- виконати патентний аналіз пропозицій на висіваючі апарати;
- обґрунтувати зміни, внесені у конструкцію селекційної сівалки;
- обґрунтувати технологічний процес роботи сівалки селекційної порційного висіву з удосконаленим висіваючим апаратом;
- обґрунтувати вибір трактора для сівалки селекційної;
- розрахувати посівний агрегат у складі трактора та сівалки селекційної;
- обґрунтувати вибір конструкції висівного апарата та сошників;
- обґрунтувати конструктивне рішення підвіски сівалки для селекційного посіву;
- розробити вимоги безпеки при виконанні робіт на сівбі кукурудзи з використанням сівалки селекційної порційного висіву;
- проаналізувати організацію захисту виробничого об'єкту від техногенних небезпек.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Конструктивні елементи висіваючого апарата сівалки селекційної.

Предмет дослідження. Технологічні, силові та енергетичні розрахунки сівалки селекційної з удосконаленим висіваючим апаратом.

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

Наукова новизна отриманих результатів.

Доведено можливість використання висіваючого апарата для селекційної сівалки, який забезпечує наочність процесу попереднього розподілу насіння у рядках. Обґрунтовано вибір конструкції висівного апарата, сошників та підвіски посівної секції селекційної сівалки.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблено нову конструкцію висіваючого апарата для селекційної сівалки, який забезпечує якісну сівбу, очищення апарата від невисіяного насіння; простоту заправки висіваючих апаратів посівним матеріалом.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на III Міжнародній студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання», Тернопіль, ТНТУ, 23-24 квітня 2020 року.

Ключові слова: сівалка селекційна, порційний висів насіння, трактор, посівна секція, вивіваючий апарат, сошник.

ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	9
1.1. Технологія посіву кукурудзи на ділянках селекції. Агротехнічні вимоги до сівби кукурудзи на ділянках гібридизації	9
1.2. Засоби механізації сівби кукурудзи на селекційних ділянках. Патентний аналіз пропозицій на висіваючі апарати	11
1.3. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра	21
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ	22
2.1. Обґрунтування змін, внесених у конструкцію селекційної сівалки	22
2.2. Обґрунтування технологічного процесу роботи сівалки селекційної порційного висіву з удосконаленим висіваючим апаратом	29
2.3. Інженерно-технічне обґрунтування вибору трактора для сівалки селекційної порційного висіву	34
2.4. Розрахунок посівного агрегату у складі трактора та сівалки селекційної порційного висіву	37
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ.....	43
3.1. Сучасні напрямки вдосконалення сівалок	43
3.2. Вимоги до якості пунктирної сівби	47
3.3. Обґрунтування вибору конструкції висівного апарата та сошників	49

3.4.	Обґрунтування конструктивного рішення підвіски сівалки для селекційного посіву	51
3.5.	Обґрунтування підвіски посівної секції сівалки селекційної	56
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	59
4.1.	Організація безпеки праці при виконанні робіт на сівбі кукурудзи з використанням сівалки селекційної порційного висіву	59
4.2.	Захист виробничого об'єкту від техногенних небезпек	61
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	66
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	67
	ДОДАТКИ.....	69

ВСТУП

Є два шляхи збільшення виробництва зерна: розширення посівних площ під зернові культури та збільшення врожайності. Щодо врожайності, то досягнути її можна використанням результатів селекції – впровадженням у виробництво високоврожайних сортів та гібридів в інтенсивних технологіях вирощування.

Селекційне насінництво потребує специфічної, малогабаритної надійної техніки для відповідних технологій вирощування.

У технології виробництва насіння кукурудзи важливим є попередник, особливо для відповідного обробітку ґрунту: глибока оранка лемішно-полицевими плугами (восени), боронування зябу та дві допосівні культивації змінної глибини. На ділянках селекції і первинного насінництва хімічних засобів для боротьби з бур'янами не використовують.

На ділянках селекції кукурудзи сівбу виконують ручними саджалками селекційного насіння, що потребує попереднього маркування поля, або спеціальними малогабаритними сівалками.

Під час догляду за посівами необхідним є спершу ручне формування густоти та один-два міжрядних обробітки культиватором КРН-4,2.

Вирощування селекційного зерна порівно із отриманням товарного і фуражного є набагато затратнішим як щодо затрат праці, так і фінансів, оскільки потребує високоякісного обробітку ґрунту під посів, тобто наявності відповідних технічних засобів для енерго- та ресурсозберігаючих технологій і дбайливого догляду за посівами. Відбувається це через додаткові операції у технології вирощування (формування густоти рослин, сортове просапання, калібрування, сушіння і т.ін.). Однак вирощування кукурудзи згодом дає значний прибуток від реалізації її зерна, оскільки кукурудза має високі кормові властивості, є продуктом харчування людей, сировиною для переробної галузі. В агротехнічному плані після неї залишається добре очищене від бур'янів поле, поліпшується фізичний стан ґрунту.

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Технологія посіву кукурудзи на ділянках селекції. Агротехнічні вимоги до сівби кукурудзи на ділянках гібридизації

Для посіву кукурудзи ранньою весною, здебільшого на початку третьої декади березня, при фізичній стиглості ґрунту, за умови, що не буде утворюватися колія від робочих органів та рушіїв сільськогосподарських агрегатів, боронують зяб середніми швидкісними зубовими боронами типу БЗСС-1,0. Виконують це, щоб зруйнувати великі грудки ґрунту після осіннього обробітку, вирівняти поверхню поля, знищити паростки бур'янів у нитковидній фазі, прогріти шар ґрунту на глибину 4...5,5 см для провокування проростання бур'янів.

Хімічних заходів боротьби з бур'янами на селекційних ділянках не застосовують взагалі або дуже обмежено, через те, що паростки кукурудзи з селекційного насіння дуже чутливі до гербіцидів. Незалежно від попередника, під посів кукурудзи виконують дві культивації. Перша у часі співпадає з обробітком ґрунту під ранні ярові (кінець березня – початок квітня), глибина 8...10 см. Друга – передпосівна, виконують напередодні сівби. Завдяки цьому суттєво знижується засміченість поля [6, 10, 12, 16, 18].

Посів кукурудзи на селекційно-насінницьких ділянках виконують одразу після передпосівної культивації за обмежений час, щоб запобігти втратам вологи. На селекційно-насінницьких ділянок поле до посіву розбивають на яруси, яруси – на шестирядні ділянки. Потім поле маркують тракторним маркером у двох взаємно перпендикулярних напрямках і на перетинах маркерних ліній ручними саджалками виконують посів. Такий посів розтягується у часі, для нього властива низька продуктивність, частина насінневого матеріалу потрапляє у несприятливі умови, у результаті – нерівномірність сходів, неоднаковий ріст і розвиток культурних рослин.

Посів кукурудзи ручними сівалками, через неоднакову масу працівників, відбувається із відхиленнями від заданої глибини загорання на ± 3 см. Також

відбувається нерівномірне ущільнене ґрунту через перебування людей на полі. На посівах кукурудзи фуражних і продовольчих, згідно агротехнічних вимог, відхилення від глибини не має перевищувати ± 1 см, на ділянках селекції і первинного насінництва – відповідно $\pm 0,5$ см [6].

Для вирівнювання поверхні поля, розпушення ущільненого ґрунту посіви боронують поперек напрямку сівби. Сівбу кукурудзи на селекційно-насінницьких і дослідних ділянках необхідно виконувати як і на виробничих посівах – в оптимальний термін Початок наступає при прогріванні ґрунту на глибину закладання насіння до температури $+10\dots 12^\circ\text{C}$. Глибина закладання в усіх зонах вирощування $8\dots 10$ см. При пересиханні верхнього шару ґрунту глибину можна збільшити до $11\dots 12$ см для укладання насіння у вологий шар. На низинних перезволожених ділянках глибину зменшують до $4\dots 6$ см. Глибина закладання зерен має бути однакою на всіх ділянках поля. Умови для проростання кожного висіяного зерна і подальшого розвитку сходів кукурудзи мають бути однаковими, тому допускається відхилення від глибини не більше ± 1 см [6, 10].

Норма висіву на одиницю площі на завершальних двох етапах селекційних посівів так як і на виробничих площах, має відповідати оптимальній для даної зони (залежно від району вирощування) густоті.

Оптимальна кількість рослин середньостиглої кукурудзи на одному гектарі $20\dots 25$ тисяч (площа живлення однієї рослини $0,4\dots 0,5$ м²) на незрошуваних землях. У районах достатнього зволоження, на зрошуваних ділянках густина стояння може бути $50\dots 60$ тис. на гектар (площа живлення однієї рослини – $0,2\dots 0,17$ м²).

Скоростиглі форми рослин кукурудзи низькоросліші пізньостиглих, мають менше листової маси, споживають значно менше води і поживних речовин, однак забезпечують високий врожай, що характерно для цієї форми кукурудзи.

Схожість селекційного насіння кукурудзи, особливо само обпилюваних ліній, досить низька, тому норму висіву збільшують. При гніздовому способі

посіву на всіх етапах, крім першого, висівають в одне гніздо по 3...4 зерна, на першому етапі – дві насінини через обмежену кількість насіння.

Застосовуючи пунктирний посів кукурудзи на ділянках селекції страхове збільшення норми висіву досягають зменшенням середнього кроку розташування зерен. За агротехнічними вимогами на ділянках селекції міжряддя має бути 0,7 м; при удосконаленні технологій посіву, його можна змінювати на – 0,6 і 0,9 м. Рядки посіву – прямолінійні. Ширина зони посіву в рядку не більше 2 см [6, 10, 12, 16, 18].

Насіння укладають в ущільнене ложе, присипають вологим шаром ґрунту забезпечуючи добрий контакт із ним, тобто рядки мають бути обтиснуті з боків, але по осі рядка має бути залишений пухкий шар шириною 2...3 см. При пунктирному посіві відхилення інтервалу між насінинами від розрахункового не більше 30 %.

Отже, враховуючи агротехнічні вимоги, висіваючі системи та загортаючі робочі органи сівалок для селекційних посівів мають забезпечувати якісне виконання таких показників: висівати від 20 до 60 насінин на рядках довжиною 7 м; забезпечувати однозернові гнізда з імовірністю не нижче 85 %; не допускати травмування насіння як в області зародка так й ендосперма; рівномірність глибини загортання з відхиленням від заданої не більше +1 см [6, 10, 12, 15, 18].

1.2. Засоби механізації сівби кукурудзи на селекційних ділянках. Патентний аналіз пропозицій на висіваючі апарати

Аналізуючи засоби механізації виробничих процесів посіву в селекції, сортовипробуванні, первинному насінництві і дослідній справі, можна стверджувати, що можливість застосування загальновиробничих та інших

машин і знарядь, запропонованих у різний час, обмежена через непристосованість до вимог сортовипробування.

Насіння кукурудзи, особливо отримуване під час первинного насінництва і сортовипробування, має свої фізико-механічні та біологічні особливості, а це формує жорсткіші вимоги порівняно із загальновиробничими машинами, до якості роботи сівалок у селекції і насінництві. Основні з них [16, 36]:

- селекційні сівалки мають бути надійні і зручні в експлуатації, забезпечувати якісний висів насіння;
- сівалки мають швидко і повністю очищатися при переході від посіву одного сорту (культури) до посіву іншого;
- робочі органи сівалки не повинні травмувати насіння, як виключення допускається не більше 0,9 % від усієї кількості висіяного насіння;
- забезпечувати підвищення продуктивності праці при виконанні посіву насіння нових сортів і гібридів.

Ще одна дуже важлива вимога – висіваючі апарати селекційних сівалок повинні забезпечувати висів до останнього зерна, оскільки під час селекційних посівів використовують обмежену кількість зерен. Висів має починатися на межі ділянки, холостий хід сівалки з моменту рушання до початку висіву першого зерна має бути мінімальним. Зерно має розташовуватися не далі ніж на 10...20 см від поперечної границі ділянки (від подовжньої лінії ярусу).

Сівалки загального призначення вітчизняного виробництва не задовольняють вимогам при виконанні польових робіт на дослідних та селекційних ділянках.

У США, Англії, Японії, Новій Зеландії та деяких інших країнах застосовують оригінальні конструкції селекційних сівалок для колосових і зернобобових культур, які можна використовувати і для висіву кукурудзи.

Принцип роботи сівалки типу «Планета-юніор» (виробництво США) для рядкового посіву. Необхідну для висіву на ділянці кількість насіння відважують заздалегідь і поміщають у завантажувальний пристрій. Чергова порція насіння, що підлягає висіву, переміщається у кільцеподібний виріз, що

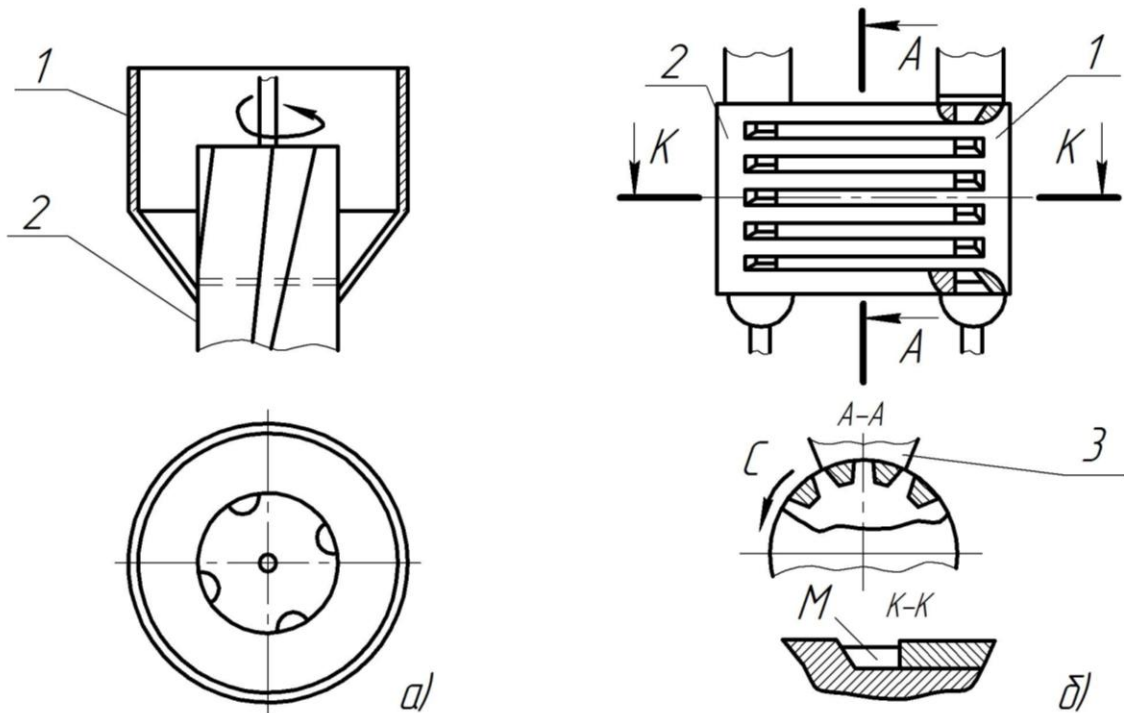
оточує лійку. При натисканні на спеціальну рукоятку механізму насіння засипається у камеру живлення звідки через отвір у днище корпусу, при обертанні кільця попадає у насіннепровід і далі у сошник. Переваги такого висіваючого апарата: не потрібно попередньо калібрувати насіння; забезпечується повний висів усього засипаного насіння; немає ризику змішування номерів сортів; сівалку легко очищати від залишків насіння попереднього сорту; сівалка може висівати насіння різних культур. Основний недолік – нерівномірний розподіл зерен у рядку, через те, що вони не зовсім рівномірно розподіляються по кільцевій канавці. Такий апарат може рівномірно висіяти малу кількість насіння тільки при його ручному розкладанні.

В Японії застосовують одно-, дво-, три- і чотирирядні універсальні сівалки з катушковими висіваючими апаратами, які мають властиві їм недоліки, через які не можуть бути використані на ділянках селекції.

Оригінальною є конструкція висіваючого апарата (рисунок 1.1а) фірми «Сукигава» (Японія). Складається він із зовнішнього циліндра-бункера 1, що закінчується у нижній частині лійкою. Усередині його розташована вертикальна катушка 2 з чотирма канавками, виконаними по гвинтовій лінії і з перемінними, зменшуваними донизу перетинами. При обертанні катушки в напрямку, зазначеному стрілкою, насінини, що знаходяться у бункері, ковзаючи по конусній поверхні, западають у канавки і виходять по них з бункера. Регулюють норму висіву підйомом і опусканням катушки щодо бункера. При опусканні катушки вниз з'єднання прорізу в місці зіткнення катушки з вихідним отвором бункера збільшується, і норма висіву зростає. При підйомі ж катушки вгору – зменшується. Такий апарат, за твердженням фірми, придатний для висіву насіння різних культур (великих, середніх, дрібних). Точність і рівномірність висіву некаліброваного насіння у рядки може бути порівняна з рівномірністю звичайного катушкового висіваючого апарата. Недолік – можливе заклинювання великих зерен.

Універсальний висіваючий апарат іншого типу використовують на чотирирядній сівалці «Текухаке» фірми «Мінору» (рисунок 1.1б). Він

складається з двох катушок 1 і 2 з пальцями, що чергуються, входними у відповідні пази. Кожна пара з'єднаних таким чином катушок, при обертанні у напрямку зазначеному стрілкою «С», забезпечує висів насіння з бункера 3 у два насіннепроводи В і В₁. Норму висіву регулюють, висуваючи одну катушку з іншої, у результаті чого збільшується обсяг осередку «М», у який надходить насіння з бункера. Очевидно, що такий апарат не буде придатний для точного висіву некаліброваного насіння кукурудзи [1].



a – «Сукігава»; *б* – «Мінору»

Рисунок 1.1 – Схеми висіваючих апаратів сівалок японських фірм

У Японських малогабаритних сівалках застосовують також інші типи висіваючих апаратів: мотилькові, внутрішньо-реберчаті, дискові, коміркові і ложкові. Однак вони також не можуть задовольнити вимогам, які ставлять до селекційних посівів кукурудзи через недостатньо чітке дозування насіння.

Англійська фірма «Вікон» виготовляє селекційну сівалку «Монодрил» з вертикально розміщеним комірковим диском. У цій сівалці застосовані насінні шухляди, що вміщують 3,5...6 кг насіння. Ці шухляди мають кришки з прозорого матеріалу, що дозволяє спостерігати за їхнім звільненням. Основа висіваючих апаратів виготовлена з антикорозійного пластмасового матеріалу.

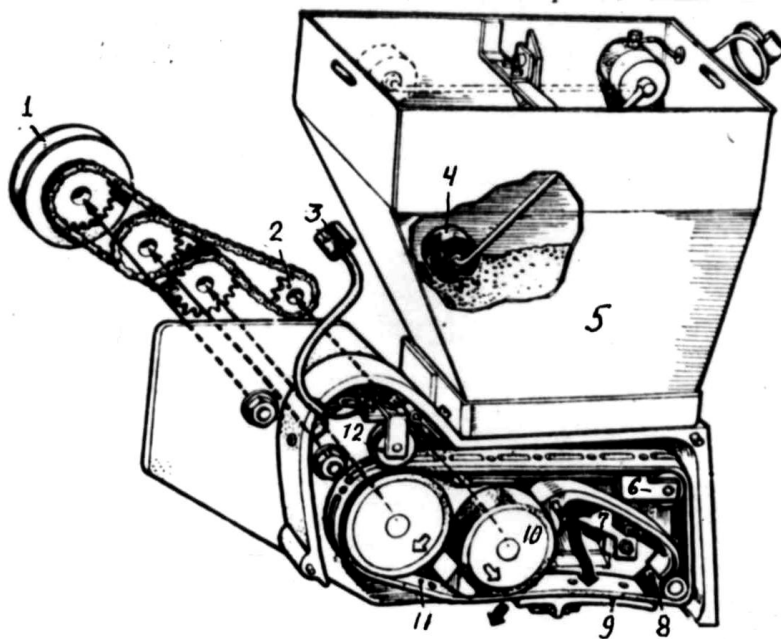
За твердженням фірми, сівалка забезпечує посів з попередньо заданими інтервалами на однакову глибину. Обертання дисків висіваючих апаратів здійснюється від приводних коліс. Сівалка може працювати на швидкості до 2,22 м/с. Фірма рекомендує її для точного висіву насіння кукурудзи, гороху та інших культур. Однак вертикальне встановлення коміркового висівного диска не виключає недоліків, характерних для таких апаратів.

На іншому принципі побудована сівалка англійської фірми «Стенхей» з стрічково-комірковими висіваючими апаратами, схеми яких з довільним заповненням осередків зернами і з примусовим затягуванням їх в осередки, показані відповідно на рисунках 1.2 та 1.3.

Сівалка має електричну сигналізацію. Поки у бункері є достатній запас насіння, на щитку перед трактористом горить зелена лампочка. Коли рівень насіння у бункері падає до встановленої межі, ролик, що опускається слідом за насінням, виключає лампочку. Про роботу висіваючого паса сигналізує поворотний вимикач, що викликає миготіння червоної лампочки на щитку. У випадку проковзування паса по приводному шківі червона лампочка або гасне, або взагалі не горить. Тому нормальній роботі сівалки відповідає безупинне світіння зеленої і миготіння червоної лампочок. Ці елементи у сівалці є позитивними, однак забезпечити рівномірне розміщення некаліброваних зерен у рядку стрічково-комірковими апаратами, так само як і апаратами дискового типу, можна тільки при обов'язковому розкладанні в кожен осередок по одному зерну, а механічно це не гарантується [8].

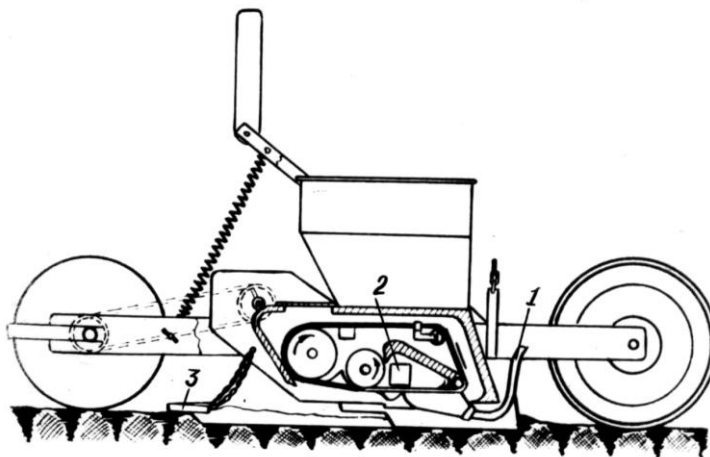
Новозеландська селекційна сівалка обладнана пневматичним висіваючим апаратом барабанного типу. Відповідно до технічної характеристики, може висівати з високою рівномірністю насіння різноманітних культур і сортів на ділянках з довжиною рядків від 1,2 до 45 м.

Сівалка обладнана спеціальними шухлядами, у яких на дровових штирях у визначеному порядку, підвішені пакети зі зразками насіння.



- 1 – шків;
- 2 – зірочка;
- 3 – вилка;
- 4 – плаваючий ролик;
- 5 – бункер;
- 6 – натяжний ролик;
- 7 – заслінка-регулятор;
- 8 – ущільнювач;
- 9 – пружинне дно;
- 10 – ролик-відкидач;
- 11 – пас;
- 12 – вимикач

Рисунок 1.2 – Схема висівального апарата сівалки точного висіву фірми «Стенхей»:



- 1 – всмоктувальний трубопровід;
- 2 – вікно для підведення насіння;
- 3 – загортач

Рисунок 1.3 – Схема секції сівалки точного висіву фірми «Стенхей» з пневматичним пристосуванням

Помилки у порядку використання насіння при правильно розписаному маршруті посівного агрегату і відповідно розташованих пакетах, виключаються, так як з дроту можна зняти тільки черговий пакет. Введення такого елемента може бути використане у конструкціях вітчизняних селекційних сівалок.

Для повнішого ознайомлення з закордонними досягненнями в області малогабаритної техніки свого часу були проведені державні випробування вітчизняних селекційно-насінницьких машин та імпорتنих, однак серед цих машин сівалок для кукурудзи не було.

Більшість випробувань імпорتنих машин підтвердили їх загальновиробниче призначення, однак вони не могли задовольнити специфічні вимоги селекційно-насінницьких робіт, хоча і відносилися до малогабаритної техніки. З протоколів державних випробувань вітчизняних і закордонних малогабаритних сівалок можна почерпнути оригінальні конструкторські ідеї та рішеннями для деяких із вузлів, що можна використовувати при створенні машин вітчизняного виробництва.

Поки що жодна закуплена за кордоном і випробувана в наших умовах сівалка не була рекомендована для проведення селекційних посівів кукурудзи. Основна причина того, що закордонні сівалки не підходять для селекційних посівів в умовах ґрунтово-кліматичних зон України у тому, що вони не підходять для розмірів прийнятих для кукурудзи дослідних ділянок, травмують посівний матеріал, їх незручно очищати після висіву насіння одного сорту і при переході на висів іншого сорту, не гарантують точного дозування при висіві некаліброваного насіння [1, 10].

Селекціонери працюють як у лабораторії, так і багато часу проводять у полі, де необхідно проробити ті ж операції, що і при звичайному вирощуванні сільськогосподарських культур – забезпечити високоякісний обробіток ґрунту, сівбу, догляд за посівами, збір урожаю, первинну обробку зібраного зерна (сушіння, очищення і т. ін.). Так як селекціонери виконують усі ці технологічні операції на малих ділянках, тому їм потрібна відповідна техніка, зокрема селекційна сівалка, відповідні збиральні агрегати та інші механізми.

Аналіз патентних джерел на об'єкт досліджень.

Для визначення основних тенденцій та напрямків розвитку конструкцій висіваючих апаратів, конструктивних та компоновальних схем селекційних сівалок проаналізуємо результати патентного пошуку.

А. С. № 15072374. Гідравлічний висіваючий апарат (рисунок 1.4).

Мета винаходу – підвищення точності висіву насіння. Апарат має місткість 1, барабан 4 з отворами, що присмоктують насіння, і виступами, кроковий електродвигун. Скидач насіння виконаний у вигляді встановленого в напрямних кожуха 13 для виступів, що має у верхній частині з'єднаний з його порожниною патрубков, з'єднаний за допомогою штока 15 із сердечником соленоїда 16; один кінець патрубку з'єднаний із джерелом надлишкового тиску, інший – із трубкою, що відводить рідину. Кроковий електродвигун провертає барабан 4 на крок виступів 6 з насінням і ставить їх під кожух. Кожух надівається на виступ 6 і насіння змиваються з виступів водою, що надходить від джерела надлишкового тиску.

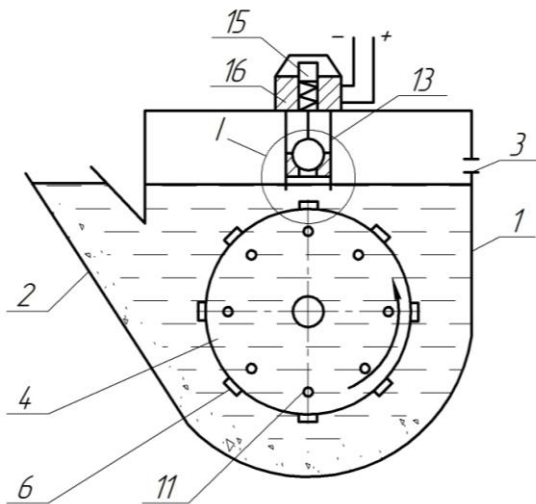


Рисунок 1.4

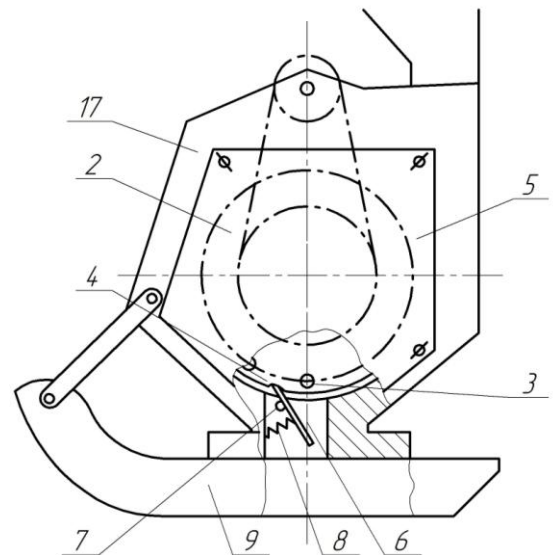


Рисунок 1.5

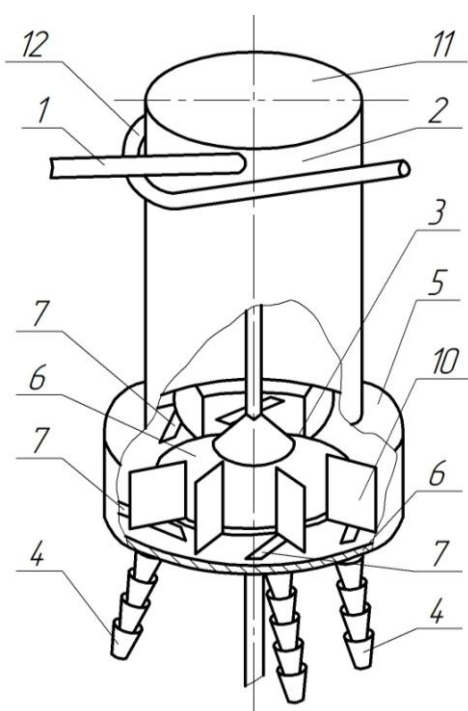
А. С. № 1591839. Пневматичний висіваючий апарат (рисунок 1.5).

Метою винаходу є підвищення якості висіву насіння шляхом поліпшення компактності гнізд і дозування насіння у гніздо при одночасному спрощенні конструкції. Апарат має корпус 1, з розміщеною в ньому насінною камерою (на схемі не показана), у якому обертається висіваючий диск 2 з отворами 3 для присмоктування насіння, на циліндричній поверхні якого виконані виїмки 4, з іншої сторони диск закритий кришкою 5 з вакуумною камерою (не зображені), у якій є висівний канал 6. У каналі встановлений

клапан 7, з пружиною 8, що впирається в стінку висівного каналу. Корпус апарата закріплений на сошнику 9.

А. С. № 923409. Пневматична сівалка.

Мета винаходу – підвищення рівномірності подачі насіння до насіннепроводів. Зазначена мета досягається тим, що у пневматичній сівалці бункер-накопичувач (рисунок 1.6) виконано у вигляді циліндра з кільцевим розширенням у нижній частині, а дозатор виконаний у вигляді відцентрового горизонтального диска із закріпленими на периферії під кутом до його радіуса



лопатками, над яким на кришці бункера закріплений конусний випрямляч. Напрямяч і відцентровий диск розташовані у зоні кільцевого розширення, а в дні бункера виконані під кутом до його радіуса щільні випускні отвори, крім того, кут установки лопаток відцентрового диска дорівнює не більше 90° , а випускні щільові отвори розташовані під кутом не більше 45° до радіуса циліндра.

Рисунок 1.6 – Бункер-накопичувач пневматичної сівалки

А. С. № 1808236. Висіваючий пристрій селекційної сівалки.

Мета винаходу – підвищення ефективності процесу селекційного висіву насіння шляхом отримання незалежних порцій насіння, що чергуються. Пристрій (рисунок 1.7) має завантажувальний бункер 2 з рукавами 3 та розподільником 4, зерноприймальні камери 5, висіваючий елемент 6 з присмоктуючими отворами 10, переривач-накопичувач 7, скидач 8, сошник 9 та блок керування 1.

Запропонований висіваючий пристрій сприяє підвищенню ефективності виконання технологічного процесу селекційного висіву. Забезпечує висів

малих порцій зерна на ділянках довжиною 7...8 м, повне очищення від невисіятих зерен, виключає перемішування зерен та перенесення їх на іншу ділянку при зменшенні ширини міжрядкових доріжок. Так, наприклад, на площі в 1 га, за рахунок скорочення ширини міжрядних доріжок з 2 до 1 м, можливо отримати при тих же затратах праці, додатковий ярус на 140 ділянках, що дуже важливо при великому обсязі селекційних робіт.

А. С. № 545280. Пневматичний висіваючий апарат (рисунок 1.8).

З метою забезпечення регулювання групового висіву насіння усередині барабана встановлений дозатор, виконаний у вигляді закріпленої на валу маточини зі змінними секторними пластинами, а по ободу барабана виконана кільцева щілина для проходу секторних пластин дозатора.

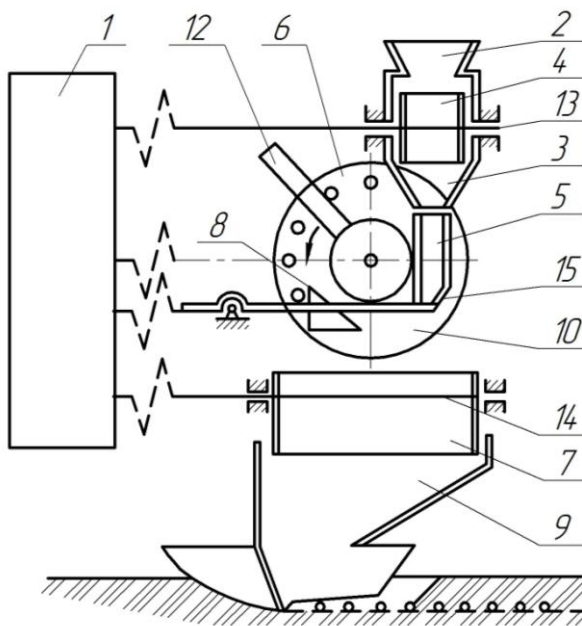


Рисунок 1.7

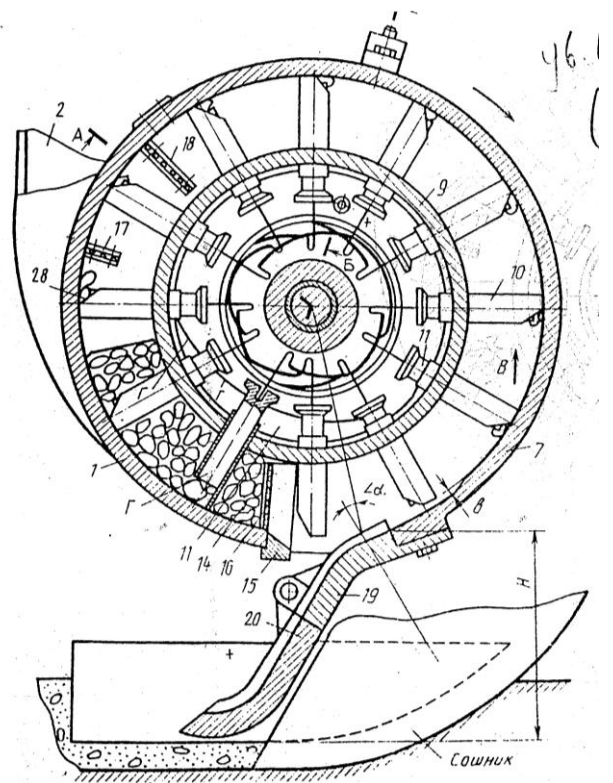


Рисунок 1.8

1.3. Обґрунтування теми дипломної роботи магістра

Збільшення виробництва зерна кукурудзи – одне з головних завдань виробників сільськогосподарської продукції. Вирішити його можна науково-обґрунтованими рішеннями для систем ведення сільського господарства і створенням гібридів інтенсивного типу.

Для отримання насіння гібридів нового покоління важливим є рівень механізації вирощування селекційно-насінницьких форм кукурудзи. Застосування для цього серійних машин практично неможливе, або пов'язане з великими затратами праці на їх відповідне налаштування, контроль за якістю виконання сівби і низькою продуктивністю таких посівних агрегатів на дослідних полях.

Для підвищення рівня механізації та продуктивності праці на сівбі кукурудзи на ділянках гібридизації і первинного насінництва є потреба у розробці сівалки, яка забезпечувала б висівання малими порціями (60...70 насінин на 10 м²) оригінального насіння.

Результати огляду конструкцій існуючих технічних засобів для сівби на селекційних ділянках та аналізу патентних джерел підтверджують доцільність розробки конструкції як висівного апарату для посіву кукурудзи на ділянках селекції, так і продуктивної сівалки для забезпечення можливості виконання селекційно-насінницьких робіт.

Створення селекційних сівалок, що забезпечують відповідні якісні, кількісні й економічні показники із врахуванням специфічних вимог до посіву на селекційно-насінницьких ділянках є доцільним. Тому тема дипломної роботи «Обґрунтування параметрів висіваючого апарату селекційної сівалки» є актуальною.

Для розкриття теми необхідно розробити конструктивні рішення, направлені на удосконалення висіваючого апарату, обґрунтувати їх відповідними розрахунками та відобразити у графічній частині дипломної роботи.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

2.1. Обґрунтування змін, внесених у конструкцію селекційної сівалки

Під час дослідно-селекційних робіт на ділянках первинного насінництва, розмноження і конкурсного сортовипробування селекціонери використовують малі порції насіння (від 20 до 80 штук) [1].

У даній дипломній роботі запропоновано висіваючий апарат селекційної сівалки.

Насіння призначене для висіву на дослідних ділянках площею близько 10 м² (два рядки довжиною по 7 метрів і шириною 1,4 м). Схожість насіння у межах 60...85 %. Насіння некаліброване, частина з нього – кременисте, частина – має округлу форму. При заданих нормах висіву (20...80 штук на семиметрових ділянках) очікувані відстані між насінинами

$$\frac{7 \text{ м}}{20 \text{ шт}} \dots \frac{7 \text{ м}}{80 \text{ шт}} = 0,35 \dots 0,08 \text{ м.} \quad (2.1)$$

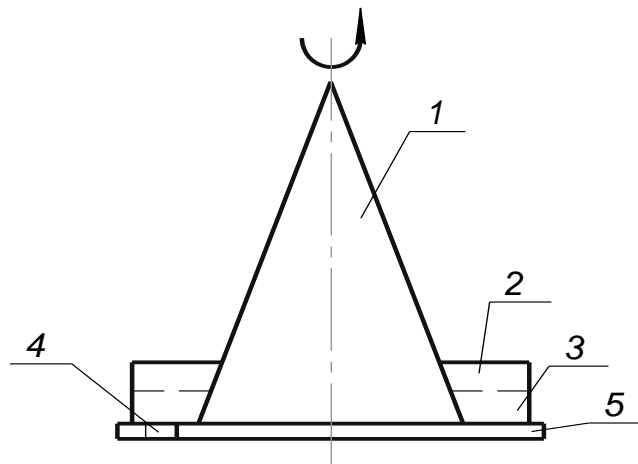
Селекційне насіння має порівняно невисоку схожість, тому допускаються відхилення від розрахункового інтервалу $\pm 20\%$. З пропорції (2.1) при великих нормах висіву (до 80 штук на 7 метрах) простежується, що необхідно виконувати ручне формування сходів.

На семиметрових ділянках первинного насінництва є великий діапазон норм висіву насіння, тому використання пневматичного висіваючого апарата для різного за формою і схожістю насіння для встановлення його на селекційних сівалках значно ускладнене. Для забезпечення наочності розподілу насіння до їхнього укладання на дно борозни насіннєвий матеріал повинен бути розкладений на площині з наступним скиданням у насіннєпровід. Є висіваючі апарати, які забезпечують розподіл насіння порціями з числом у порції від однієї до 5 насінин.

Насіння кукурудзи, соняшника та деяких інших крупно насінних культур висівають квадратно-гніздовим способом. Під час висівання селекційного насіння, якщо у гніздо потрапляє більше однієї насінини, то необхідним ручне формування густоти стояння культурних рослин. Необхідність висіву в гніздо більше одного зерна обумовлена недостатньо високою схожістю дослідного насіннєвого матеріалу [6, 12].

Для удосконалення висіву порціями дослідного насіння пропонується у конструкції селекційної сівалки використати висіваючий апарат у вигляді конуса (рисунок 2.1), на якому насінини отримують попередній розподіл і потрапляють з конуса на площину, з якої за допомогою скребків направляються у насіннепровід, а з нього – на дно борозни.

Висіваючий апарат працює у так. Конус, що закінчується вмонтованими в нього скребками, забезпечує попередній розподіл насіння. На плоскому металевому листі є прямокутний отвір, через яке насіння скидається у насіннепровід.



1 – конус; 2 – кільце; 3 – скребок; 4 – викидний отвір; 5 – опорна пластина
Рисунок 2.1 – Принципова схема висіваючого апарата

Габаритні розміри такого висіваючого апарата визначимо орієнтовно з таких припущень і міркувань.

Вважаємо, що максимальна норма висіву складає 60 зерен на семиметрову ділянку. Аналіз розмірів насіння кукурудзи дозволяє відзначити,

що довжина найбільш великих зерен складає 11 мм, товщина – 2,5 і ширина – 6 мм [6].

Припустимо, що зерно кукурудзи, що скочується з конуса, укладається у нижній частині по колу своїм найбільшим розміром. Кількість скребків відповідає кількості насіння, що скидається.

Приймаємо, що товщина скребка дорівнює 0,8 мм. Щоб зерно вільно укладалося у міжскребковий простір нижньої частини конуса, забезпечуємо мінімальний зазор між зерном кукурудзи і внутрішньою стінкою скребка 0,5 мм. Відстань між скребками у нижній частині конуса визначимо за формулою

$$L = l + t + d, \quad (2.2)$$

де l – максимальна довжина зерна кукурудзи, $l = 11$ мм;

t – товщина скребка; $t = 0,8$ мм;

d – прийняте збільшення довжини зерна, щоб уникнути його заклинювання у просторі між скребками, $d = 0,5$ мм.

Отримаємо

$$L = 11 + 0,8 + 0,5 = 12,3 \text{ мм.}$$

Довжина кола у нижній частини конуса при максимальній кількості зерен кукурудзи, що висіваються, 60 шт, складе

$$L \cdot 60 = 12,3 \cdot 60 = 721,8 \text{ мм.}$$

З формули, що визначає довжину кола

$$L \cdot 60 = \pi \cdot D_K, \quad (2.3)$$

визначимо D_K – діаметр конуса

$$D_K = \frac{L \cdot 60}{3,14} \cong 230 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $D_{КП} = 240$ мм.

Кінцева відстань між скребками складе

$$\frac{\alpha_H}{60} = \frac{\pi \cdot D_{КП}}{60} = \frac{3,14 \cdot 240}{60} = 12,56 \text{ мм} .$$

При довжині зерна $l = 11$ мм

$$d = 12,56 - (11 + 0,8) = 0,76 \text{ мм}.$$

Цим розміром гарантується вільність розміщення зерна у міжскребковому просторі.

Робочу довжину пластини скребка приймаємо 22 мм. Загальну довжину пластини скребка збільшуємо на 5 мм з урахуванням установки її в паз, що прикріплюється у нижній частині конуса. Відповідно нижня частина конуса збільшиться на

$$2 \cdot 22 \text{ мм} = 44 \text{ мм}.$$

Діаметр кільця буде

$$D_K = D_{КП} + 44 = 240 + 44 = 284 \text{ мм}.$$

Перетин викидного вікна у пластині під конусом приймаємо, таким, що дорівнює довжині 22 мм (два розміри по довжині зерна). По ширині перетин дорівнює двом розмірам ширини зерна, тобто 12 мм. При таких параметрах викидного вікна защемлення зерна між стінкою скребка і стінкою викидного вікна спостерігатися не буде. Це можна пояснити так.

Колова швидкість висіваючого апарата дорівнює одному обороту на довжині руху сівалки 7 метрів. При поступальній швидкості агрегату близько 1 м/с сівалка знаходиться на ділянці 7 секунд. За цей час диск робить один оберт. Кутову швидкість конуса визначимо за формулою

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} . \quad (2.4)$$

Тобто

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1}{30} \cong 0,1 \text{ рад/с.}$$

Колову швидкість визначимо як

$$V = 0,1 \cdot \frac{D}{2} . \quad (2.5)$$

Отримаємо

$$V = 0,1 \cdot \frac{0,24}{2} = 0,027 \text{ м/с.}$$

Таку ж швидкість отримують зерна кукурудзи. У момент початку випадання зерна біля викидного вікна початкова швидкість $V_0 = 0$. Час, за який насіння проходить шлях від краю до краю викидного вікна буде

$$T = \frac{0,0012}{0,024} = 0,05 \text{ с.}$$

У момент появи кромки викидного вікна під впливом сили ваги зерно кукурудзи починає падати вниз. Швидкість випадання зерна у вікно описують залежністю [1]

$$V = V_0 + g \cdot t_{Л}, \quad (2.6)$$

$$V_0 = 0; \text{ приймаємо } t_{Л} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ сек.}$$

З врахуванням цього

$$V_n = 9,8 \cdot 0,025 = 0,25 \text{ м/с.}$$

Під час проходження половини викидного вікна швидкість випадання насіння $V_n = V$. Отже, зерно вільно випадає без защемлення.

Висіваючий апарат сівалки селекційної для висіву насіння селекційного показаний у графічній частині роботи.

Кут нахилу твірної конуса порційного висіваючого апарата орієнтовно визначають з таких міркувань і припущень [1]:

- насіння, при їхньому випаданні з місткості і русі по поверхні конуса, повинно ковзати вниз при нерухомому конусі;
- насіння повинно ковзати по поверхні без перекочування.

На зерно (насінину), що знаходиться на поверхні конуса, при її ковзанні вниз по конусу у будь-якій точці конуса, діють такі сили (рисунок 2.2):

$F_{ск}$ – сила ковзання частинки (насінини);

F_c – сила тертя між частинкою (насіниною) і поверхнею конуса [9]

$$F_c = N \cdot \operatorname{tg} \varphi_2, \quad (2.7)$$

де φ_2 – кут зовнішнього тертя;

N – сила нормальної реакції поверхні конуса.

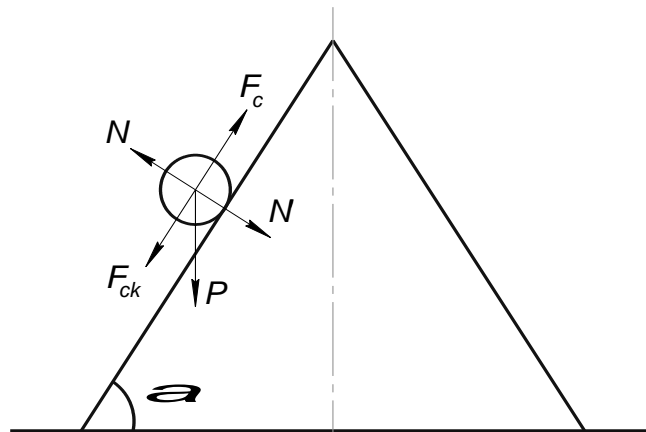


Рисунок 2.2 – Схема сил, що діють на насінину під час руху поверхнею висіваючого апарата

Сила ковзання частки (насінини) [9]

$$F_{ск} = P \cdot \sin \alpha, \quad (2.8)$$

де P – сила ваги;

α – кут нахилу твірної конуса.

Для дотримання умови рівноваги необхідно, щоб

$$F_{ск} = F_c. \quad (2.9)$$

Силу реакції можна визначити із залежності

$$N = P \cdot \cos \alpha . \quad (2.10)$$

Вираз (2.9) з врахуванням (2.8) і (2.10) запишемо

$$P \cdot \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 = P \cdot \sin \alpha . \quad (2.11)$$

Звідси

$$\alpha = \varphi_2 . \quad (2.12)$$

З (2.12) простежується, що кут нахилу твірної повинен бути не менший кута тертя. Приймаємо, з конструктивних міркувань, $\alpha = 60^\circ$.

Визначимо висоту конуса

$$H = \frac{D}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha . \quad (2.13)$$

При $D = 0,24$ м

$$H = 0,12 \cdot \operatorname{tg} 60^\circ = 0,206 \text{ м.}$$

Кінцеві розміри конуса порційного висіваючого апарата показані у графічній частині роботи.

При визначених параметрах конуса порційного висіваючого апарата очікувана кількість насіння у міжскребковому просторі (осередку) складе:

густина посіву, шт	очікувана кількість насіння в осередку, шт
20	0,5;
40	1,0;
60	1,5.

Процес руху насіння по поверхні конуса носить складний характер. Через це відхилення фактичного розміщення по осередках від очікуваного (розрахункового) можуть бути значними. Тому формування густоти стояння кукурудзи буде обов'язковим для забезпечення однопаросткових сходів.

Після випадання зерна з осередків у вікно в базовій плиті воно падає в насіннепровід, виготовлений із труби діаметром 32 мм. Розміри труби прийняті з конструктивних міркувань.

Несучий корпус висіваючого апарата серійної сівалки переобладнаний під кріплення насіннепроводу, вакуумна камера знята. Своїм кінцем трубка насіннепроводу опущена у корпус сошника.

Робочі органи, які формують борозну та загортають насіння, а також опорно-копіююче колесо, загортачі і рамка-вирівнювач – залишаються так ж як у базовому виконанні сівалки СУПН-6 [2, 13].

2.2. Обґрунтування технологічного процесу роботи сівалки селекційної порційного висіву з удосконаленим висіваючим апаратом

Сівалка селекційна порційного висіву (надалі – сівалка селекційна) призначена для посіву кукурудзи на ділянках селекції, конкурсного сортовипробування і на ділянках I та II етапів насінництва.

При конструюванні машини як базову модель використано серійну пневматичну пунктирну сівалку СУПН-6 [13].

Основною технологічна вимога до сівалки селекційної – висів усіх закладених насінин на коротких ділянках (5...7 м).

Відповідно до вимог ОСТ, для розрахунків прийнята довжина посівної ділянки – 7 м.

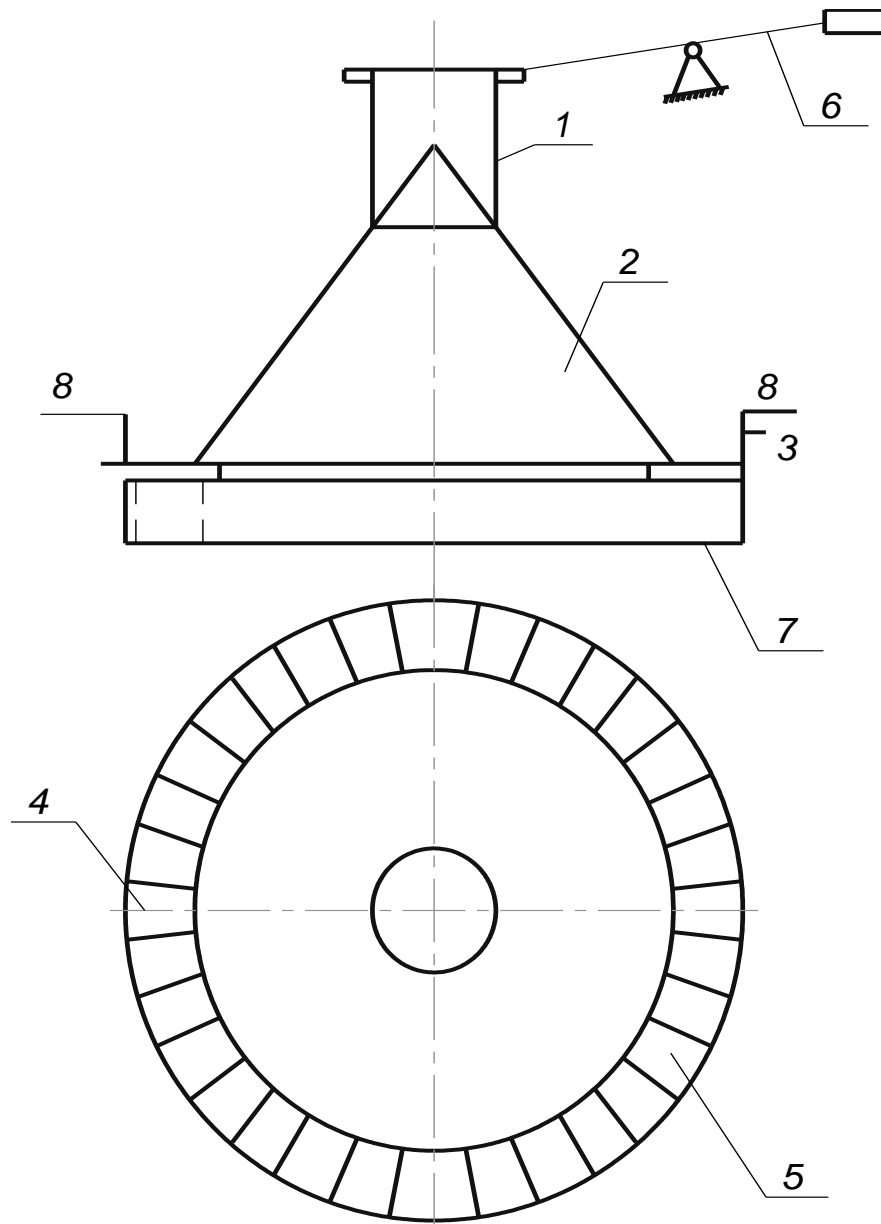
При проходженні шляху довжиною 7 м висіваючий апарат повинен забезпечити висів усієї порції насіння.

Невисіяне насіння має звільнити висіваючий апарат на шляху міжярусної доріжки довжиною в один метр [15].

Апарат висіваючий має забезпечити початок висіву з краю ділянки з точністю +0,4 м.

Опираючись на вимоги до якості посіву і необхідність наочності процесу висіву розроблений висіваючий апарат із попереднім розподілом на конусі і кінцевим – на диску.

Схема роботи висіваючого апарата показана на рисунку 2.3.



1 – місткість завантажувальна для насіння; 2 – конус попереднього розподілу;
 3 – обмежувальний конус; 4 – вікно виходу насіння; 5 – лопаточки;
 6 – важіль підйому; 7 – плита; 8 – рукоятки прокручування

Рисунок 2.3 – Схема роботи висіваючого апарата:

Технологічний процес висіву насіння відбувається так. Насіння вручну засипають у завантажувальну місткість 1. За допомогою важеля 6 місткість піднімають, і насіння, роблячи складний рух (скочування під впливом сил ваги

по поверхні конуса 2 і ковзання від сил тертя) надходить у міжлопаточний простір. Насіння розподіляється з достатньою рівномірністю. При обертанні конуса лопаточки 5 транспортують порції насіння до викидного вікна 4, з якого насіннепроводом надходять на дно борозни, що розкривається полозовидним сошником.

Привод (рисунок 2.4) порційного висіваючого апарата здійснюється конічними шестернями, які приводяться в рух від серійної коробки зміни частоти обертання базової сівалки. Між зірочкою 1 і конічною шестернею 2 встановлений храповий механізм 3 з підтискною пружиною 4. Працює цей механізм так. Під час руху посівного апарата по селекційній ділянці храповий механізм 3 передає момент на конічну пару висіваючого конусного апарата.

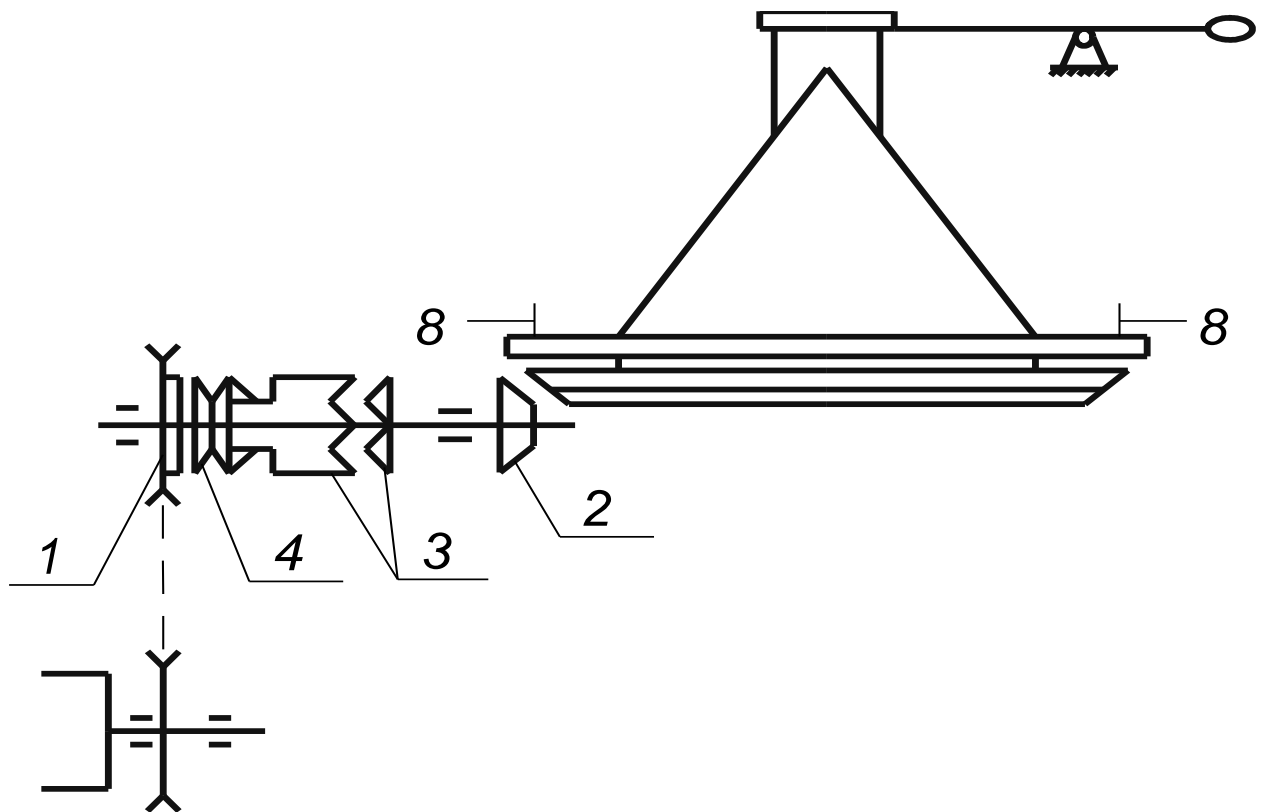


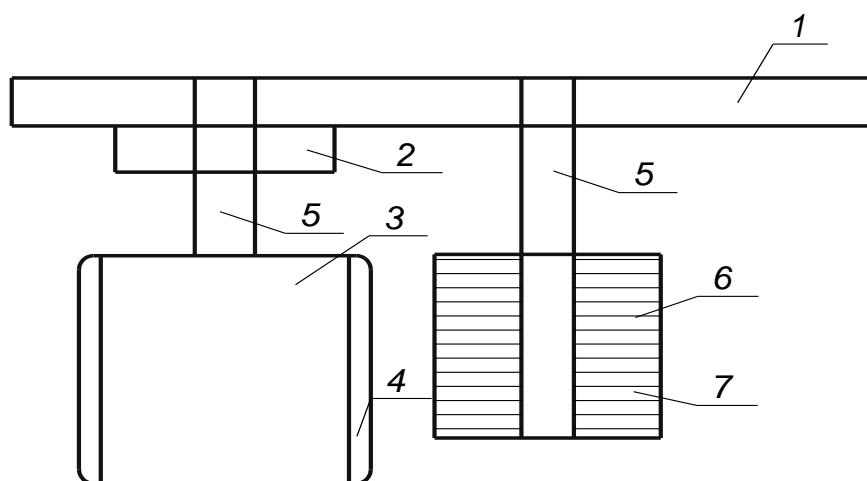
Рисунок 2.4 – Схема передач висіваючого апарата сівалки селекційної

При під'їзді до між'ярусної доріжки оператор має можливість за важелі 8 вручну прокрутити висіваючий апарат, якщо у 3...4 віконечках залишилися невисіяні насінини.

При прокручуванні висіваючого апарата храповики правої частини механізму пересувають ліву частину, при цьому привод від ходових коліс роз'єднується і незалежне обертання конуса забезпечує викидання невисіяних насінин. У результаті до наступної посівної ділянки висіваючий апарат підходить «чистий» від попереднього насіння.

До несучого бруса сівалки селекційної на кронштейнах закріплені 7 крісел (6 – для робітників з обслуговування висіваючих апаратів і одне – для оператора).

Поруч із кріслами операторів на окремих кронштейнах закріплені дерев'яні піддони для пакетів з насінням (рисунок 2.5) Для зручності роботи робітників, безпеки праці на кожному кріслі з двох сторін є поручні і підніжки.



1 – несучий брус; 2 – підніжка; 3 – сидіння-крісло; 4 – поручні;
5 – кронштейн; 6 – піддон для пакетів з насінням; 7 – пакети з насінням
Рисунок 2.5 – Додаткове обладнання сівалки селекційної:

Перед заїздом на ділянку, робітники, які обслуговують сівалку селекційну, з правої сторони беруть по одному пакету з насінням, розкривають його і вміст висипають у місткості над кожним висіваючим апаратом у місткість для насіння 1 (див. рис. 2.3).

Оператор, що сидить на кріслі з правої сторони сівалки, важелем підйому 6 (див. рис. 2.3) піднімає завантажувальні місткості. Одночасно з цим, за командою оператора, тракторист починає рух посівного агрегату. Через 3...4 секунди після початку процесу посіву робітники, які обслуговують висіваючі

апарати сівалки, беруть з піддонів по одному пакету з насінням, розкривають їх, і при посівному агрегаті, що рухається, висипають вміст пакетів у завантажувальні місткості. Щільність прилягання міст костей з насінням до поверхні конуса гарантує неможливість спонтанного виходу насіння з місткості. На момент, коли трактор заїде на між'ярусну доріжку, сівалка буде стояти точно наприкінці ділянки і у цей час робітники, які обслуговують висіваючі апарати, при необхідності повертають апарат; а в подальшому, на агрегаті, що рухається, оператор піднімає завантажувальні місткості і процес висіву знову повторюється.

Насіння на піддони вкладає селекціонер-насінневод. Для гарантії неможливості перемішування пакетів нижня частина закріплюється шпагатом. При вилученні пакета із піддона нижню частину його (пакет з паперу) проривають, при цьому насіння з нього не висипається.

Для постійного контакту з трактористом під правою рукою оператора є кнопка зв'язку. При натисканні на неї ланцюг замикається на звуковий сигнал у кабіні трактора.

Корпус висіваючого апарата серійної сівалки після незначної переробки перетворено у кронштейн для кріплення трубчастого насіннепроводу.

Сошникова група базової сівалки, яка призначена для нарізання борозен і загортання насіння у ґрунту, на потребує конструктивних змін.

Щодо безпечної та якісної роботи сівалки селекційної, на якій має знаходитися сім обслуговуючих робітників, тобто враховуючи досить велику додаткову масу (орієнтовно 500 кг), і щоб уникнути втрати поздовжньої стійкості посівного агрегату, працівники у крісла сідають перед початком посіву і залишають сівалку при маневрах агрегату на поворотній смузі.

На кожній посівній секції є копіююче колесо, сошники мають шарнірну паралелограмну підвіску, все це не призводить до значних змін глибини загортання насіння через збільшення маси сівалки за рахунок наявності на машині обслуговуючого персоналу.

Загальний вигляд сівалки, складальні креслення секції та висіваючого апарату а також деталювання представлені на аркушах графічної частини дипломної роботи.

2.3. Інженерно-технічне обґрунтування вибору трактора для сівалки селекційної порційного висіву

Схема сівалки селекційної порційного висіву, навішеної на трактор, показана на рисунку 2.6.

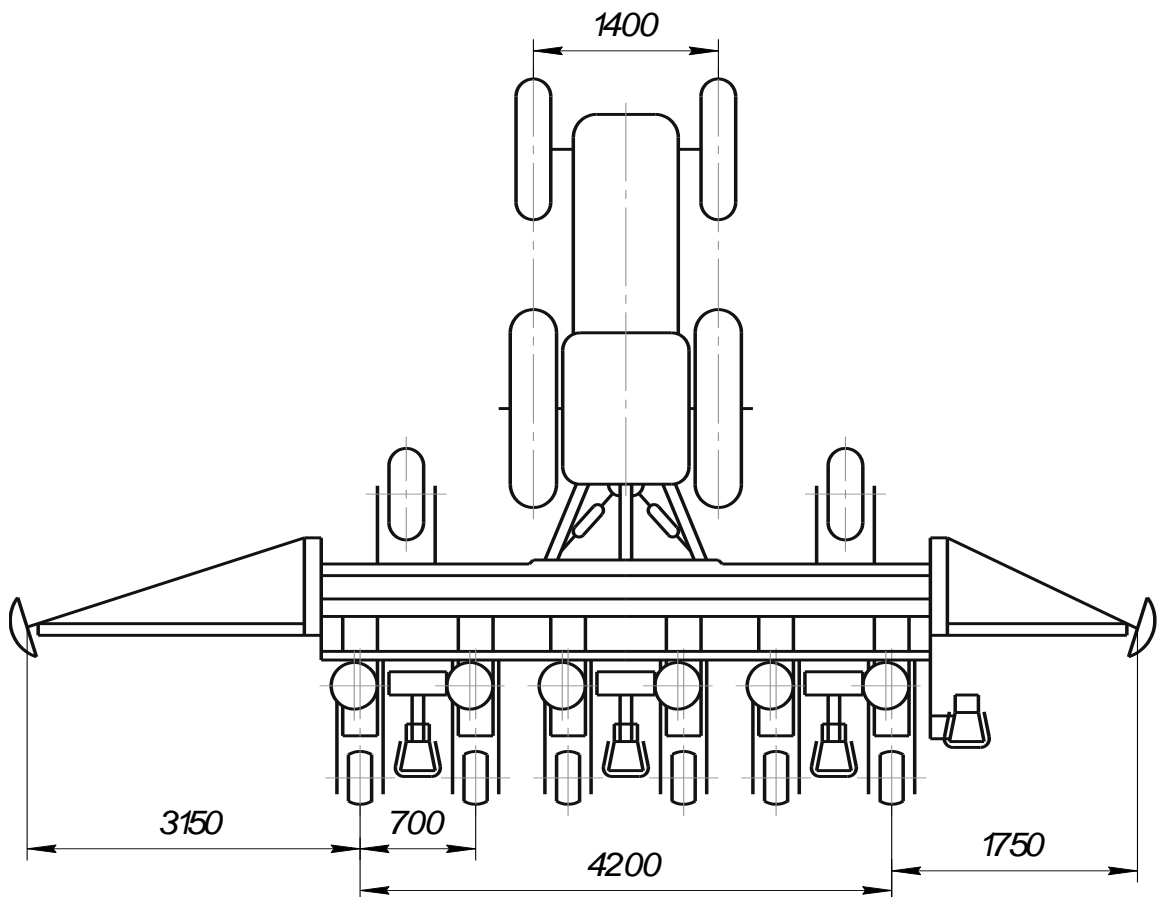


Рисунок 2.6 – Схема сівалки селекційної, навішеної на трактор

Сумарний тяговий опір сівалки селекційної з удосконаленим висіваючим апаратом можна визначити за формулою [8, 15]

$$\sum W = W_{po} + W_{nep} + W_y + W_{in} , \quad (2.14)$$

де W_{po} – тяговий опір робочих органів сівалки, кН;

W_{nep} – тяговий опір пересування машини, кН;

W_y – тяговий опір руху машини на ухил, кН;

W_{in} – тяговий опір на подолання інерції при рушанні машини з місця, кН.

Тяговий опір пересування машини [8]

$$W_{nep} = G_{p.m} \cdot f_{\partial\partial}, \quad (2.15)$$

де $G_{p.m}$ – робоча сила ваги машини, кН;

$f_{\partial\partial}$ – коефіцієнт руху сівалки по закультивованому полі, $f_{\partial\partial} = 0,2$ [8].

Робочу вагу машини визначимо так

$$G_{p.m} = (m_1 + m_2)g, \quad (2.16)$$

де m_1 – маса сівалки, $m_1 = 1,28$ т [13];

m_2 – маса робітників і оператора, що обслуговують робочий процес сівалки під час її роботи, приймаємо масу 7 осіб $m_2 = 0,5$ т.

Тоді

$$G_{p.m.} = (1,28 + 0,5) \cdot 9,8 = 17,8 \text{ кН.}$$

Відповідно

$$W_{nep} = 17,8 \cdot 0,2 = 3,56 \text{ кН.}$$

Тяговий опір руху машини на ухил (підйом) [8]

$$W_i = G_{p.m} \cdot i, \quad (2.17)$$

де i – максимальний кут нахилу, прийmemo 12^0 .

Тоді

$$W_i = 17,8 \cdot \text{tg } 12^0 = 1,6 \text{ кН.}$$

Тяговий опір на подолання інерції при рушанні машини з місця [8]

$$W_{in} = \frac{G_{p.m.}}{g} \cdot \frac{V_{\partial}}{t_p}, \quad (2.18)$$

де V_{∂} – дійсна швидкість руху посівного агрегату, $V_{\partial} = 1$ м/с.

t_p – час розгону агрегату, прийmemo 2 с.

Тоді

$$W_{in} = \frac{17,8}{9,8} \cdot \frac{1}{2} = 0,89 \text{ кН.}$$

Тяговий опір одного полозовидного сошника [8]

$$W_{po} = G_{p.m.} \cdot \frac{e}{L} \cdot f_{ck}, \quad (2.19)$$

де L – відстань від опорно-приводного колеса сівалки до сошника, 0,92 м [13];

e – ексцентриситет розташування робочої маси сівалки щодо осі опорно-приводного колеса, $e=0,34$ м;

f_{ck} – коефіцієнт ковзання полозовидного сошника по дну борозни, 0,25 [8].

З урахуванням отриманих величин, матимемо

$$W_{po} = 17,8 \cdot \frac{0,34}{0,92} \cdot 0,25 = 0,17 \text{ кН.}$$

Для шести полозовидних сошників відповідно

$$W_{po.6} = 0,17 \cdot 6 = 1,02 \text{ кН.}$$

Повний тяговий опір згідно (2.14) буде

$$\sum W = 1,02 + 1,2 + 0,89 + 3,56 = 6,15 \text{ кН.}$$

Вибираємо для агрегування із сівалкою селекційною ССПВ-6 трактор ЮМЗ-80, у якого номінальне тягове зусилля становить 14 кН.

2.4. Розрахунок посівного агрегату у складі трактора та сівалки селекційної порційного висіву

Для проектованого посівного агрегату у складі трактора ЮМЗ-80 та сівалки селекційної типу ССПВ-6 обґрунтуємо умови роботи.

Поле має бути підготовлене до роботи посівного агрегата виконано ранньовесняне боронування та дві передпосівні культивациї.

Тип ґрунту – чорнозем типовий, питомий опір – 45 кН/м^2 .

Кут нахилу – $1,3^0$. Площа поля – 50 га. Довжина поля – 800 м.

При експлуатації посівного агрегата необхідно дотримуватися агротехнічних вимог до посіву на селекційних ділянках [6, 8, 18].

Сівалка повинна забезпечувати задану норму висіву з точністю до $\pm 3 \%$.

Загортаючі робочі органи мають забезпечувати задану глибину загортання насіння із допустимим відхиленням не більше $\pm 0,5 \text{ см}$.

Висіваючі апарати повинні починати подачу насіння на початку ділянки або після проходження шляху від початку ділянки не більше 0,2 м.

Висіваючі апарати мають забезпечувати висів насіння до останнього зерна. Перенесення насіння попередньої ділянки на наступну не допускається.

Висіваючі апарати обслуговують шість робітників і один оператор.

Підготовку посівного агрегата до роботи здійснюють у такій послідовності. Навішують селекційну сівалку ССПВ-6 на трактор, забезпечуючи при цьому [8, 13]:

- паралельність бруса сівалки осі заднього моста трактора;
- паралельність бруса сівалки рівню поверхні регульовального майданчика;
- повноту прилягання полозовидного сошника рівню поверхні регульовального майданчика.

У редукторах висівних апаратів установити частоту обертання вала, при якій на шляху руху сівалки у сім метрів конус висіваючого апарата зробить один оберт.

Установити колію трактора по передніх і задніх колесах у 1400 мм (див. рис. 2.6).

Установити тиск у шинах передніх коліс 2,2 атм (0,22 МПа), задніх – 0,18 МПа. Перевірити кріплення посадкових місць робітників і оператора і при необхідності забезпечити безпеку роботи укладальників пакетів.

Перевірити роботу сигналізації оператора і тракториста.

Перевірити роботу храпового механізму повертанням висіваючих апаратів.

Перед укладанням комплекту пакетів з насінням в ящики перевірити порядок їхньої нумерації відповідно зі схемою закладання ділянки гібридизації.

Відрегулювати глибину загортання насіння при знаходженні сівалки на регульовальному майданчику. При піднятій сівалці під опорно-приводні колеса і підтримуючі котки секцій підкласти підкладки, товщина яких на 1...1,5 см менше заданого занурення сошників у ґрунт. Опустити сівалку. За допомогою кулісного механізму опустити сошники до їхнього торкання поверхні регульовального майданчика. Попередньо встановити жорсткість натискних пружин стабілізації ходу сошників у ґрунті. Кінцеву жорсткість пружин відрегулювати в полі при проведенні посіву.

Швидкість руху посівного агрегату близько 1 м/с.

Виконаємо підбір і розрахунок складу посівного агрегату.

Тяговий опір сівалки [8, 15]

$$R_C = K \cdot B_K + G_M \cdot \frac{i}{100}, \quad (2.20)$$

де K – розрахунковий тяговий опір сівалки, кН/м;

B_K – конструктивна ширина захвату сівалки, (див. рис. 2.12) $B_K = 4,2$ м;

G_M – сила ваги сівалки з врахуванням семи чоловік на сівалку, які її обслуговують, $G_M = 17,8$ кН;

i – ухил поля; $i = 1,3^0$.

Розрахунковий тяговий опір сівалки [15]

$$K = K_0 \left[1 + (V_P - V_0) \frac{i}{100} \right], \quad (2.21)$$

де K_0 – робочий питомий тяговий опір сівалки, $K_0 = 1,5$ кН/м [9];

V_P – робоча швидкість сівалки, $V_P = 4$ км/год;

V_0 – швидкість на холостому ході, $V_0 = V_P = 4$ км/год.

Тому

$$K = K_0 = 1,5 \text{ кН/м.}$$

Відповідно

$$R_C = 1,5 \cdot 4,2 + 17,8 \cdot \frac{1,3}{100} = 6,53 \text{ кН.}$$

Ступінь завантаження трактора за тяговим зусиллям [9, 15]

$$\xi_p = \frac{R_C}{P_{TH} - G_M \cdot \frac{i}{100}}, \quad (2.22)$$

де P_{TH} – номінальне тягове зусилля трактора, $P_{TH} = 14$ кН при $V_0 = 4$ км/год.

Тоді

$$\xi_p = \frac{6,53}{14 - 17,8 \cdot \frac{1,3}{100}} = 0,47 .$$

Для агрегата, що виконує посів на селекційних ділянках, така ступінь завантаження трактора допустима.

Підготовку поля до роботи посівним агрегатом виконують у такій послідовності. Відбивають поворотні смуги для розвороту посівного агрегата по обидва боки поля. Вибирають спосіб повороту агрегату – безпетлевий. З врахуванням цього ширину поворотної смуги визначаємо з рівняння [15]

$$E = 1,5R_{II} + e, \quad (2.23)$$

де R_{II} – радіус повороту агрегата, м;

e – довжина виїзду агрегата від контрольної лінії, м.

Радіус повороту агрегата

$$R_{II} = K_{II} \cdot R_0 , \quad (2.24)$$

де K_{II} – коефіцієнт, що враховує збільшення радіусу повороту у зв'язку зі збільшенням швидкості на повороті. Посівний агрегат на повороті рухається у даному випадку на швидкості, що відповідає робочій швидкості на посіві, тому $K_{II} = 1$;

R_0 – радіус повороту агрегата при швидкості 5 км/год, визначаємо із залежності

$$R_0 = 1,6 \cdot B_K . \quad (2.25)$$

Отримаємо

$$R_0 = 1,6 \cdot 4,2 = 6,72 \text{ м.}$$

Тоді

$$R_{II} = 1 \cdot 6,72 = 6,72 \text{ м.}$$

Довжина виїзду агрегата від контрольної лінії

$$e = 0,1 \cdot l_K , \quad (2.26)$$

де l_K – кінематична довжина агрегата

$$l_K = l_{3ч} + l_C , \quad (2.27)$$

де $l_{3ч}$ – кінематична довжина зчіпки, $l_{3ч} = 3\text{м}$;

l_C – кінематична довжина сівалки, $l_C = 1,8\text{м}$.

Отримаємо

$$l_K = 1,2 + 1,8 = 3 \text{ м.}$$

Тоді

$$e = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ м.}$$

Відповідно ширина поворотної смуги

$$E = 1,5 \cdot 6,72 + 0,3 = 10,4 \text{ м.}$$

Після відбиття по обидва боки поля поворотних смуг шириною по 10,4 м, поле розбивають на яруси і розмічають ярусні доріжки.

Ширина ярусу (дослідна частина поля) відповідно до методики закладки селекційних ділянок дорівнює 7 м, тому насіння повинно бути повністю висіяне на семиметровій довжині. Глибина загортання не повинна відрізнятись від заданої більше ніж на $\pm 0,5$ см. Перевірку виконують на всіх рядках після виконання посіву на одній довжині поля. Межею початку і кінця дослідної ділянки є між'ярусная доріжка. На ній повинно відбутися повне зачищення висіваючих апаратів від невисіяного насіння.

Ширина між'ярусної доріжки становить 1,4 м (колія трактора). Далі розбивають всі поля (поперек ярусів) на ділянки, шириною по 4,2 м (захват сівалки). На поворотних смугах поля намічають місця заправки сівалки селекційним матеріалом [8, 10].

До керування агрегатом допускаються особи, які мають посвідчення, добре знайомі із будовою селекційної сівалки і правилами безпеки їхнього використання. Обслуговуючий персонал (шість робітників і один оператор) зобов'язаний виконувати вимоги безпеки при роботі на сівалці: сідати на посадкові місця на початку руху при зупиненому агрегаті і опущеній сівалці, вставати при заїзді на поворотну смугу.

При агрегуванні начіпної сівалки із трактором причіплювач не повинен перебувати між машинами.

Усунення технічних несправностей агрегата виконувати при заглушеному двигуні, коректування технологічних регулювань виконувати при зупиненому агрегаті.

Знаходження сторонніх осіб перед агрегатом, позад нього, а також у зоні роботи маркерів не допускається.

Робота агрегату в полі відбувається так. Підготовлений до роботи посівний агрегат заїжджає з однієї з поворотних сторін поля і колесами (передніми і задніми) трактор зупиняється на ділянці з таким розрахунком, щоб сошники сівалки розташувалися на поворотній смузі на відстані від лінії ділянок (першого ярусу посівної частини поля) 0,15...0,20 м. Трактор своєю

серединою (по пробці радіатора) виставлений на лінії віх, прокладеної впоперек ярусів на всій робочій довжині поля.

На кріслах розташовуються шість робітників і один оператор заправляє насіння у місткості висіваючих апаратів. За командою оператора тракторист починає рух агрегату. Одночасно із цим оператор важелем керування піднімає циліндри місткостей, насіння надходять самопливом на обертовий конус і з нього у робочу зону висіваючого апарата.

При обертанні лопаточок разом з конусом насінини по черзі попадають у викидне вікно, з нього у насіннепровід і далі на дно борозни, що відкривається полозовидним сошником.

При швидкості (теоретичній) 4,4 км/год агрегат при буксуванні 12...14 % за 6...7 с проходить ділянку першого ярусу, заїжджає колесами на наступний ярус із таким розрахунком, щоб сошники сівалки розташувалися від початку другої ділянки на відстані 0,15...0,20 м.

Робітники оглядають повноту висівання насіння і при їхньому залишку вручну повертають циліндричну частину. Потім засипають насіння у місткості, починають рух при одночасному підйомі циліндрів. При початку руху з ділянки першого ярусу опускають маркер.

Виконані розрахунки і обґрунтування підтверджують прийняті конструктивні рішення.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1. Сучасні напрямки вдосконалення сівалок

Процес розробки та вдосконалення посівної техніки є нескінченним, оскільки повної досконалості конструкції сівалки досягти неможливо, насамперед через недосяжність агрономічних вимог, що постійно зростають, до виконання сівби технічним (машинним способом). Серед основних проблем, які доводиться розв'язувати конструктору при розробці сівалки, щоб вона була конкурентоспроможною, можна виділити наступні.

По-перше, це вдосконалення технологічного процесу сівби порівняно з існуючими сівалками. Оптимальним є, коли цього досягають при збереженні або підвищенні робочих швидкостей при сівбі.

По-друге, розширення універсальності використання основних робочих органів сівалки (висівні апарати, сошники) для сівби сільськогосподарських культур різними способами.

По-третє, підвищення продуктивності посівного агрегату порівно з існуючими сівалками за рахунок підвищення його робочих швидкостей, зменшення затрат робочого часу на технічне обслуговування, маневрування та ремонт агрегату, зниження енерговитрат при сівбі [14].

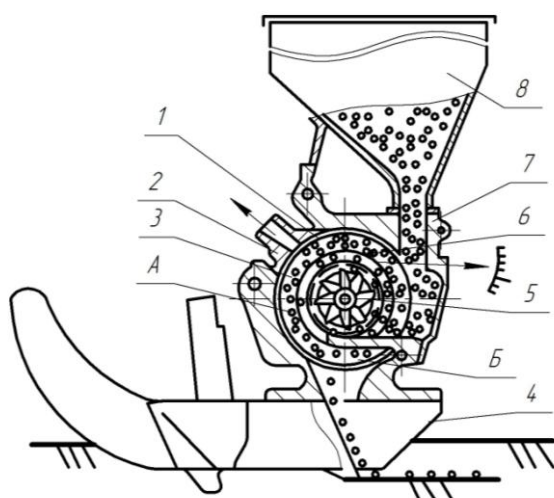
Розв'язання хоча б деяких з цих проблем дасть змогу конструктору досягти певного рівня конкурентоспроможності нової конструкції сівалки. Для забезпечення необхідної конкурентоспроможності необхідно розв'язувати й ряд загально інженерних задач, що впливають на якість нової конструкції сівалки: спрощення конструкції, її надійність, зниження матеріаломісткості, відповідність ергономічним критеріям та екологічним вимогам, тощо.

Розвиток сучасних конструкцій сівалок спрямований в основному на вдосконалення відомих і перевірних часом конструкцій робочих органів, на пошук раціонального складу комбінованих посівних агрегатів, особливо для забезпечення надійності та довговічності вузлів і деталей.

Основною частиною сівалки є висівна система, найбільш застосовуваним і оправданим у практичному використанні є пневмомеханічні висівні апарати та централізовані пневмосистеми як для рядових (зернових), так і для просапних сівалок. Але для їх подальшого використання слід добре знати недоліки при виконанні ними технологічного процесу висіву.

Розглянемо деякі, найпоширеніші конструкції апаратів та систем.

Останнім часом пневмомеханічні висівні апарати практично витіснили з конструкцій просапних сівалок механічні. В Європі найпоширеніші пневмомеханічні апарати вакуумної дії (рисунок 3.1). Одним із основних недоліків цих апаратів є те, що поки конструкція механізму із зняття «зайвого» насіння від присмоктувальних отворів висівного диска ненадійна і відсутня фіксована точка скидання насіння від присмоктувальних отворів у борозну, відбувається деяке розсівання потоку насіння, що попадає у борозну. Це погіршує якість розподілу його у борозні. Крім того, з підвищенням швидкості роботи сівалки якість роботи цих апаратів погіршується.



1 – капронова вставка; 2 – кришка з камерою розрідження; 3 – висівний диск; 4 – комбінований сошник; 5 – ворушила; 6 – скидач; 7 – корпус; 8 – бункер; А – зона розрідження; Б – зона атмосферного тиску

Рисунок 3.1 – Схема пневмомеханічного висівного апарата

Такі апарати не знайшли широкого застосування, оскільки якість їх роботи залежить від форми насінини. Чим ближче вона до сфери, тим вища якість висівання апаратом, тобто він не має достатньої універсальності щодо висівання різноманітного насіння. З підвищенням швидкості обертання висівного диска якість роботи апарата погіршується.

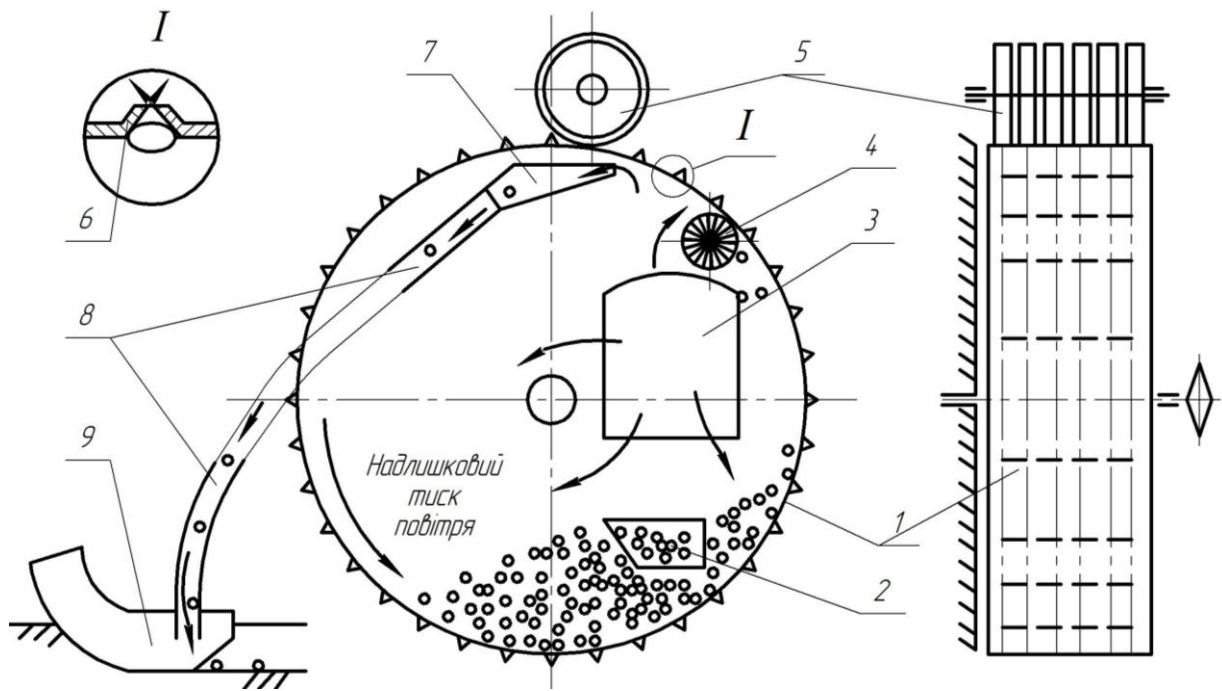
Значне використання у Європі знайшли конструкції сівалок з централізованим висіванням за рахунок використання пневматики для широкозахватних сівалок. Найбільш вдало була створена конструкція сівалки

«Аккорд» (Німеччина), призначена для рядкової сівби насіння зернових культур і трав та внесення мінеральних добрив.

Для підвищення продуктивності, скорочення терміну сівби та зниження затрат праці у нашій країні створена на зразок сівалки «Аккорд» зернова сівалка СЗЦП-12 з централізованим дозуванням та пневматичним транспортуванням насіння у сошники. Це не універсальна, а швидше спеціальна сівалка, бо її не можна використовувати в усіх ґрунтово-кліматичних умовах як сівалки типу СЗ-3,6, і агрегується вона лише з відповідним класом тракторів. Ці сівалки мають гіршу якість розподілу насіння між сошниками (понад 3 %). Причому при висіванні різноманітного за формою насіння та різних норм висіву рівномірність може значно погіршуватися. Розміщення бункера великої місткості (у СЗЦП-12 об'єм 2,9м³) у центральній частині сівалки створює підвищений тиск опорних коліс на ґрунт, оскільки тут буде зосереджена основна маса конструкції сівалки та вся маса посівного матеріалу. Тому на крайні сошники на важких ґрунтах не вистачить технологічної маси сівалки для їх заглиблення, а у центральній частині важко забезпечити екологічно допустимий тиск коліс на ґрунт.

Сівалки з централізованим висіванням застосовують під час сівби насіння просапних культур пунктирним способом. Основним прикладом є сівалки конструкції «Скайлоу» виробництва США (рисунки 3.1, 3.2).

Висівна система цих сівалок складається з барабана 1 з чарунками для насіння, гумових роликів 5, насіннеуловлюючих лійок 7, щіткового очищувального пристрою 4, патрубку подачі повітряного потоку 3, патрубку подачі насіння 2, насіннепроводів 8. Для висівання насіння різноманітних культур сівалки обладнані змінними висівними барабанами діаметром 510 мм, які мають шість-вісім рядів чарунок по 36 чарунок у кожному ряду. Параметри чарунок б залежать від культури, яку висівають. Так, для насіння цукрових буряків діаметр вихідного диска і вхідного отворів (більша основа конуса) – відповідно 2,5 і 10 мм, висота зрізаного конуса 3 мм.



1 – висівний барабан; 2 – патрубок подачі насіння; 3 – патрубок нагнітання повітря; 4 – очищувальний пристрій; 5 – гумові ролики; 6 – конічна чарунка; 7 – уловлюючі лійки; 8 – насіннепровід; 9 – сошник

Рисунок 3.2 – Схема висівної секції централізованої системи сівалок «Скайлоу»

Під час роботи сівалки компресор, що приводиться у дію від гідромотора, подіє повітря у висівний барабан з насінням, що надходить із бункера по центральному розподільному насіннепроводу. Повітряний потік прямує із бункера через його чарунки та насіннеуловлюючі лійки в атмосферу. Під дією повітряного потоку насіння притискується в конічній чарунці до присмоктувального отвору та утримується в ній при обертанні барабана. При проходженні чарунки з насінням біля щіткового пристрою в ній залишається лише одна насінина, решта відділяється. Коли чарунки проходять верхню зону гумові ролики 5 перекривають присмоктувальні отвори чарунок і насіння під власною вагою падає у лійку 7, звідки повітряним потоком транспортується по насіннепроводах 8 у сошники 9 та укладається в борозну.

Однак практичний досвід та польові випробування просапних сівалок з системами централізованого висівання доводить, що за якістю сівби вони поступаються сівалкам з апаратами індивідуального дозування [14].

3.2. Вимоги до якості пунктирної сівби

При проектуванні посівних машин необхідно дотримуватися загальних вимог, спрямованих на підвищення продуктивності у процесі сівби, а саме: підвищення коефіцієнта готовності машини, тобто підвищення міцності і надійності вузлів та машини в цілому; коефіцієнта надійності технологічного процесу висівання на необхідних робочих швидкостях завдяки надійній роботі основних вузлів щодо виконання технологічних операцій при висіванні, а також за рахунок використання сигналізації про порушення технологічних процесів висівання, елементів автоматики та забезпечення освітлення в нічний час; поліпшення умов праці та скорочення часу на обслуговування посівного агрегату; скорочення частоти завантаження бункерів посівним вибором їх раціонального об'єму та зручності завантаження.

У даній магістерській роботі обґрунтовуються параметри висівного апарату селекційної сівалки для висіву зерна кукурудзи. Сівба пунктирна.

При пунктирній сівбі насіння основним є якісне формування однозернового потоку. Він формується відбором поодинокого насіння із загальної маси спеціальними дозуючими елементами. Однак якість формування вихідного однонасінного потоку залежить від багатьох випадкових величин та факторів (форма, розмір та маса насіння, мінливість лінійної швидкості дозуючого елемента, вібрація і випадкові поштовхи під час руху сівалки). Рівномірність розподілу насіння у рядку залежить також і від способу загортання.

Отже, якість розподілу насіння в рядку здебільшого залежить не тільки від удосконалення конструкції робочих органів сівалки, а й від випадкових процесів, що супроводжують увесь технологічний процес висівання. Тому оцінюючим показником якості розподілу насіння у борозні при пунктирній сівбі беруть допуски у вигляді коефіцієнтів варіаційної статистики, розміри яких визначені з умов впливу якості сівби на врожай, а також технічні та економічні можливості досягнення необхідної її якості. Для прикладу, у процесі розробки сівалок М-700 та М-7100 фірми «Джон-Дир» встановлено,

що якість розподілу насіння кукурудзи є достатньою, якщо коефіцієнт варіації відхилень інтервалів між насінням у рядку залежно від норми висіву становить 30...60 % [14].

Рівномірність висівання між апаратами сівалки оцінюється величиною відхилення кількості посівного матеріалу в кожному рядку. Цей показник залежить від надійності виконання технологічного процесу роботи висівних апаратів сівалки та норми висіву в кожному апараті. Середня нерівномірність висівання насіння зернових не повинна перевищувати 3 %, а бобових – 4 %. Пошкодження насіння при висіванні практично не допускається. В окремих випадках допускається для легкоушкодженого насіння до 2 % [6, 10, 12, 16].

Рівномірність глибини загортання посівного матеріалу оцінюють величиною відхилення його розміщення від заданої глибини сівби. Наприклад, насіння слід укладати на ущільнене дно борозни та загортати спочатку вологими нижніми шарами ґрунту борозни, а потім і верхніми сухішими шарами з мінімальним відхиленням від заданої глибини сівби. А саме, при сівбі на глибину 3...4 см відхилення не повинно перевищувати $\pm 0,5$ см, на глибину 5...8 см – $\pm 1,0$ см, не допускається наявність зовсім не загорнутого насіння, яке б лежало на поверхні поля. Продуктивність посівного агрегату оцінюють кількістю засіяної площі за одну годину його роботи при дотриманні необхідної якості сівби. Достатньо спізнитися на кілька весняних днів із сівбою і будуть втрачені центнери врожаю на кожному гектарів, особливо важливо це для селекційних посівів [6, 10, 12, 16].

Основною складовою продуктивності сівалок є швидкість посівного агрегату. Однак не розроблені поки що основні робочі органи сівалок, які спроможні були б якісно працювати на підвищених робочих швидкостях, тобто понад 12 км/год на сівбі. При зростанні швидкості сівби погіршуються умови роботи тракториста. Збільшення швидкості вимагає значно більшої уваги, підвищеної реакції на обставини, що швидко змінюються, наприклад, при водінні посівного агрегату по маркерній лінії.

3.3. Обґрунтування вибору конструкції висівного апарата та сошників

Досягнення рівномірного розподілу насіння у рядках при посіві рядовими сівалками – основна вимога до якості сівби, яка конструктивно поки що не вирішена повністю незалежно від конструкції висівного апарата.

Основними висівними апаратами для рядових сівалок є катушкові і внутрішньо ребристі. Внутрішньо ребристі досконаліші за катушкові, але простота і зручність обслуговування сівалок з катушковими апаратами (налагодження на норму висіву водночас усіх апаратів, швидке і легке очищення від не висіяного насіння) – головний критерій їх використання на рядкових сівалках.

Для катушкових апаратів висів носить пульсуючий характер, а внутрішньо ребристих – безперервний.

Основні недоліки катушкових висівних апаратів [2, 14]:

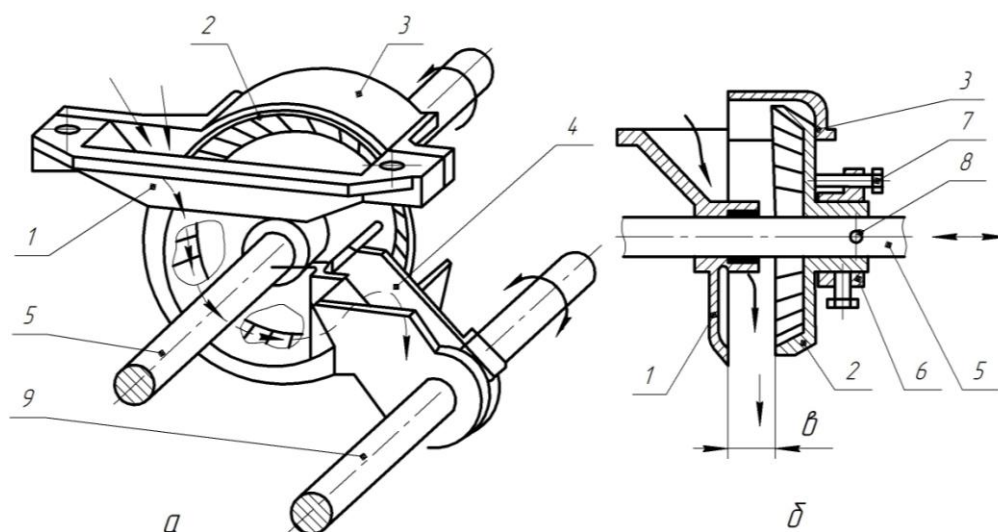
- з нижнім висівом і невеликою відстанню між катушками та денцем травмує велике насіння, жорсткі умови для зернового потоку насіння, що має висіватися;
- незадовільна якість висіву дрібного насіння при сівбі малими нормами;
- недостатня надійність та довговічність через швидке спрацювання пари гніздо-розетка, при виході з ладу ремонту не підлягає.

Доцільним є застосування внутрішньо ребристих висівних апаратів удосконаленої конструкції (рисунок 3.3). У них розроблене безступінчасте групове регулювання норми висіву заслінкою 4 і групове очищення від насіння, яке залишилося після сівби. Це забезпечується відводом катушок 2 від корпусів 1 на відстань b (рисунок 3.3б). Ці висівні апарати видають зерно рівномірним потоком. Результат – рівномірний розподіл насіння у рядках [14].

Щодо сошників, то основними конкурентами для рядових сівалок є дискові та анкерні. Перевага анкерних – рівномірніше по глибині загортання

насіння. Недолік – необхідний якісний передпосівний обробіток ґрунту. Це складно створити на важких ґрунтах України і на полях великих площ.

У умовах відносно грубого передпосівного обробітку ґрунту, який має важкий механічний склад та ще й за підвищеної вологості, і наявності у поверхневому шарі значної кількості рослинних решток та при потребі загортання насіння на велику глибину (до 9 см) застосовують дискові сошники. Їх основні недоліки: розподіл насіння у борозні відбувається на нерівномірну глибину, насіння загортається шаром ґрунту, який буває надміру пухким, а це сповільнює появу сходів культурних рослин.

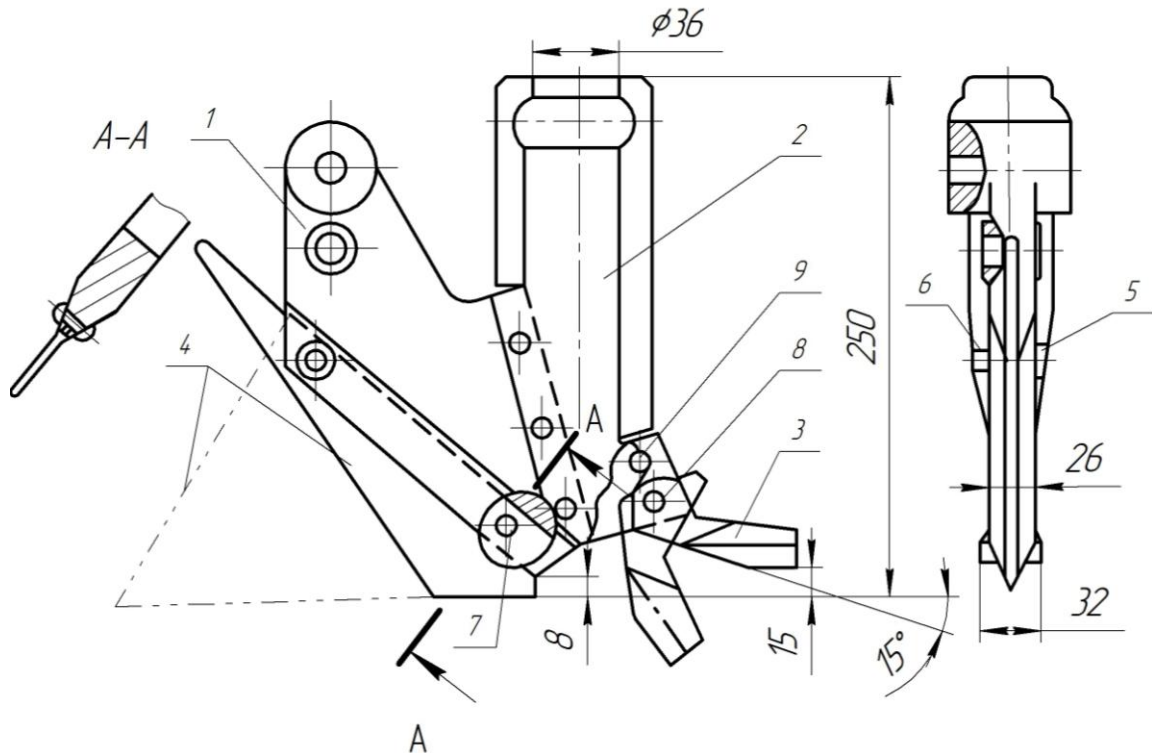


а) зовнішній вигляд апарата; б) переріз вздовж труби апаратів; 1 – корпус; 2 – котушка; 3 – кришка; 4 – заслінка; 5 – вал котушок; 6 – упор; 7 – болт; 8 – шплінт; 9 – вал заслінок

Рисунок 3.3 – Внутрішньорєбристий висівний апарат конструкції КДТУ

Перспективним є застосування нової конструкції полозоподібного сошника (рисунок 3.4). Від наральникових та полозоподібних сошників він відрізняється двома моментами. У задній частині сошника шарнірно закріплена ущільнювальна п'ятка. Ширина її більша, ніж клиноподібна борозна, яку утворює сошник. П'ятка встановлена так, що вона є над дном борозни, завдяки цьому руйнує бокові стінки борозни, забезпечує загортання насіння ущільненим вологим шаром ґрунту товщиною в 1 см. У результаті забезпечується дотримання найважливішого агрономічного заходу – це забезпечення якості сівби, тобто рівномірне загортання насіння по глибині в ущільнений вологий шар ґрунту.

Під час роботи на сошник діють значні навантаження, для їх зменшення застосовано змінний ніж. Його встановлюють у лобовій частині корпусу у спеціальний паз і закріплюють штирем через отвори у корпусі та ножі. Для якісної роботи таку конструкцію необхідно встановлювати лише на паралелограмній підвісці [14].



1 – корпус; 2 – лійка; 3 – ущільнювальна п'ятка; 4 – ніж; 5 – штир;
6 – шплінт; 7,9 – упор; 8 – вісь

Рисунок 3.4 – Полозковий сошник конструкції КДТУ:

3.4. Обґрунтування конструктивного рішення сівалки для селекційного посіву

Під час розробки чи удосконалення сільськогосподарської машини необхідно правильно підібрати конструкції її основних робочих органів або розробити їх заново для забезпечення якісного виконання технологічного (робочого) процесу.

Робочий процес сільськогосподарської машини – це сукупність послідовних дій її робочих органів для досягнення необхідних результатів.

При розробці нової машини чи механізм, або удосконаленні існуючої моделі конструктору необхідно знайти нове рішення для підвищення якості виконання технологічного процесу. У даній дипломній роботі потрібно вирішити завдання конструювання висівного апарату селекційної сівалки, призначеної для підвищення якості пунктирної сівби насіння кукурудзи.

Будь-яка машина має недосконалості. Їх розділяють на такі, які можна, які важко та які неможливо усунути (закладені в ідеї конструкції). Щодо недоліків, які практично неможливо забрати, то тут можна лише створити принципово нову конструкцію з таким же функціональним призначенням.

Дуже важливим є під час конструювання машин намагатися раціонально використовувати матеріали для їх створення. Зменшення маси машини сприяє зниженню матеріаломісткості та вартості її виготовлення, але це не має бути основною метою удосконалення машин. Зменшуючи масу потрібно покращити компактність конструкції, використовувати раціональні кінематичні та силові схеми, намагатися усунути складні навантаження, використовувати леговані сталі, неметалі матеріали.

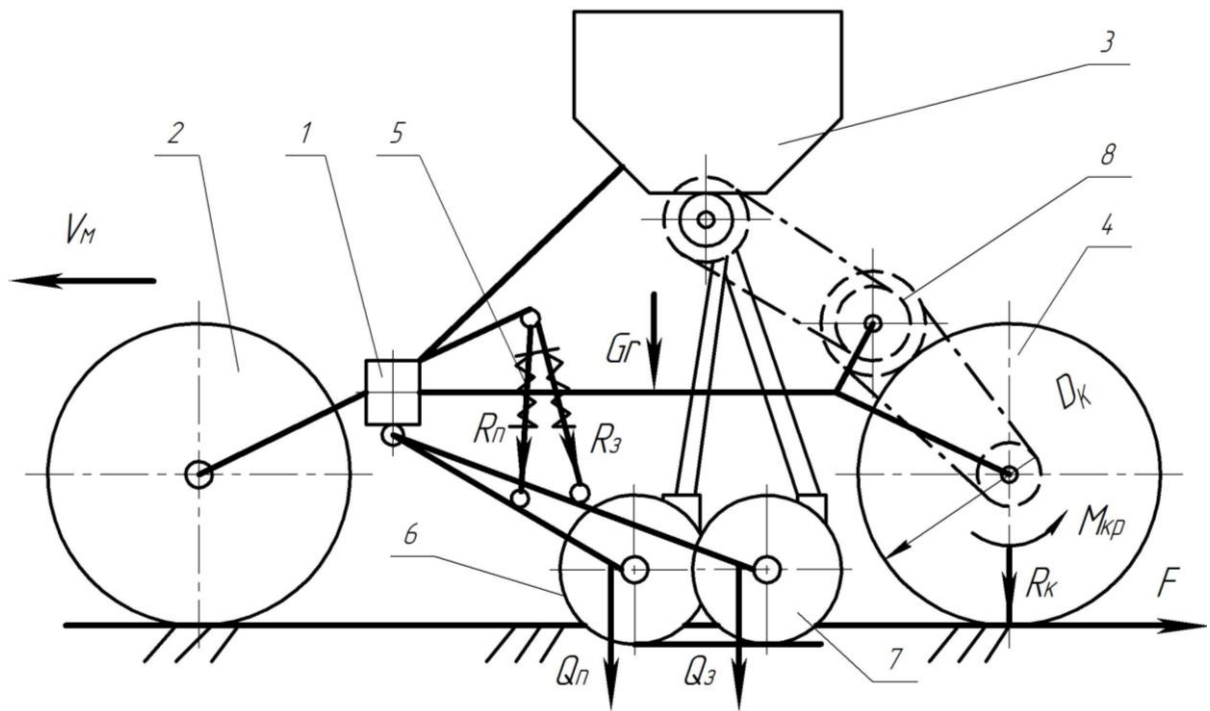
Для сільськогосподарського машинобудування є характерні особливості щодо меж допустимих мас машин, так як їх маса суттєво впливає на якість виконання технологічного процесу.

Міцність, технологічні особливості роботи машини визначають нижню масу машини; верхню, тобто допустиму масу машини, визначають з умови виходу її на поле без порушення екологічно допустимих впливів на ґрунт.

Маса розроблюваної чи удосконалюваної сільськогосподарської машини має бути менше 10 т (границя максимально допустимої маси тиску на ґрунт), якщо цього не вдається досягнути, то машину поділяють на окремі технологічні частини, зменшують ширину захвату або знижують пропускну здатність.

Для сівалок, як у випадку удосконалення у даній дипломній роботі, межа зниження їх маси – початок порушення стійкого ходу сошників на потрібній максимальній глибині, а також початок порушення стійкого обертання валів висівних апаратів від опорно-приводних коліс сівалки.

Розглянемо це детальніше на прикладі сівалки для селекційного висіву насіння кукурудзи. Масу сошників намагаються зробити такою, яка б забезпечувала необхідну їх міцність та довговічність за умови економії металу. Для забезпечення стійкого ходу на необхідній глибині сошники довантажують через пружини натискних штанг загальною масою сівалки. Обертальний момент на вали висівних апаратів передається від опорно-приводних коліс сівалки через їх зчеплення з ґрунтом (рисунок 3.5).



- 1 – рама; 2 – опорні колеса; 3 – насінневий ящик; 4 – опорно-приводні колеса;
 5 – пружини натискних штанг; 6 – передні сошники; 7 – задні сошники;
 8 – механізм привода до висівних апаратів.

Рисунок 3.5 – Розрахункова схема сівалки:

Мінімально-допустима технологічна маса сівалки [31]

$$G_r \geq mR_k + n(R_n + Q), \quad (3.1)$$

де m – кількість опорно-приводних коліс на сівалці;

R_k – сила тиску опорно-приводного колеса на ґрунту для створення
 обертального моменту на вали висівних апаратів;

n – кількість сошників на сівалці;

R_n – необхідна максимальна сила тиску пружини натискної штанги;

Q – вага сошника.

Маса сільськогосподарської машини може бути постійною або змінною залежно від її функціонального призначення. Плуги, культиватори, косарки та інші подібні їм машини є представниками машин з постійною масою, збиральні машини з накопичувачами (бункери для збирання врожаю) – із змінною зростаючою, а посівні – із змінною масою, що зменшується при виконанні технологічного процесу. Відповідно маса сільськогосподарських машин буває суха (конструктивна) та експлуатаційна з повним завантаженням технологічним матеріалом.

Порівняльні якості конструкції машин однакового призначення оцінюють показником питомої маси

$$K = G/B ; \quad K = G/q ; \quad (3.2)$$

де G – маса машини;

B – ширина захвату;

q – продуктивність.

Цей показник враховує ступінь конструктивної досконалості машини, а також ступінь використання легованих та неметалевих матеріалів.

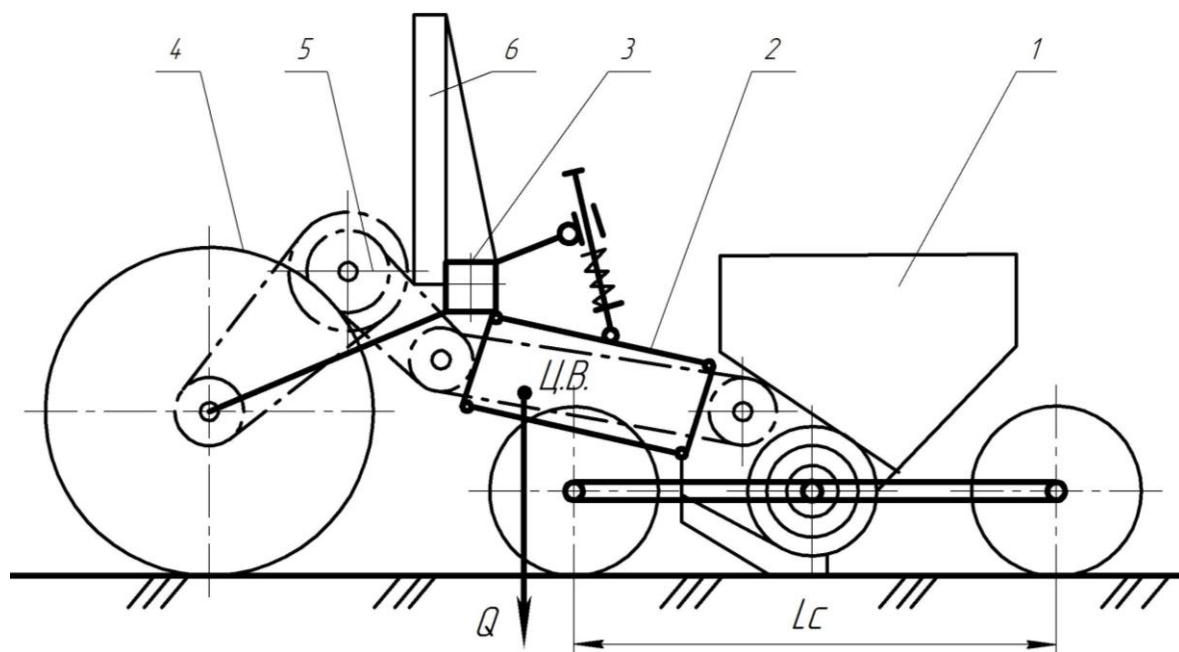
У класичних схемах просапних сівалок висівна та загортальна системи об'єднані у посівні секції, тому конструктивно такі сівалки значно простіші порівняно з рядовими.

Конструктивно найпростіша просапна сівалка – це начіпна просапна сівалка без обладнання для висівання мінеральних добрив. Її принципова схема – це вибір довжини поводків підвіски для кріплення посівних секцій до бруса сівалки, розміщення бруса щодо поверхні ґрунту, встановлення опорно-приводних коліс та механізмів привода на рамі сівалки.

Побудову компоувальної схеми просапної начіпної сівалки для селекційних посівів кукурудзи виконуємо починаючи із креслення посівної

секції (див. рис. 2.6 і графічну частину роботи), її крайніх положень при пристосуванні до рельєфу ґрунту, потім вибираємо мінімально допустиму довжину поводків підвіски, місце встановлення бруса сівалки, розташування опорно-приводних коліс та механізму привода.

Будуючи схему сівалки селекційної враховуємо наступне. Сівалка є начіпною, тому необхідно скомпонувати всі її вузли так, щоб центр ваги розташувався ближче до трикутника начіпки 6 (рисунок 3.6), так буде досягнуто безпечне її агрегування з трактором відповідного класу. Довжину L_c посівної секції визначають, враховуючи спосіб загортання насіння та конструкцій загортачів, тому при компонованні такої сівалки це змінити вже неможливо. Відповідно конструюють підвіску посівної секції, довжину її поводків та взаєморозміщення їх шарнірів. Довжину поводків вибираємо якнайкоротшу, але так, щоб запобігти втраті стійкості ходу сошника на заданій глибині. Для забезпечення стабільності ходу сошника підвіску доповнюємо довантажувальним елементом – натискною штангою з пружиною.



1 – посівна секція; 2 – підвіска з натискною штангою, 3 – брус сівалки, 4 – опорно-приводні колеса, 5 – механізм привода, 6 – трикутник навіски

Рисунок 3.6 – Схема просапної начіпної сівалки:

3.5. Обґрунтування підвіски посівної секції сівалки селекційної

Посівна секція сівалки для селекційного посіву насіння кукурудзи (див. рис. 2.6 і графічну частину роботи) – це модуль просапної сівалки, в якому поєднано висівну та загортальну системи для сівби в один рядок.

Висівна система посівної секції сівалки розглянута вище.

Загортальна система забезпечує збереження утвореної висівною системою якості розподілу насіння у рядку, створення умов для отримання якісних сходів, тобто досягнення максимальної польової схожості.

Залежно від ґрунтово-кліматичних умов застосовують різні способи загортання насіння у борозні, тому загортальні системи посівних секцій мають різний набір змінних робочих органів: грудковідвідник, передсоншиковий коток, сошник, борозний коток, загортачі, прикочувальний коток, шлейф.

Посівні секції та сошники за допомогою підвісок приєднують до рами ходової системи сівалки. Тип підвіски та її параметри впливають на стійкість ходу сошників у ґрунті.

Для посівних секцій селекційної сівалки, яку застосовують для висіву насіння кукурудзи на ділянках сортовипробування, доцільною є паралелограмна (чотириповодкова) підвіска.

Рівновага сошника а також і посівної секції з паралелограмною підвіскою (рисунок 3.7) виконується за умови [14]

$$Q \cdot h_1 + R_H \cdot h_4 = R_X \cdot h_2 + R_Z \cdot h_1 + R_0 \cdot h_3, \quad (3.3)$$

де Q – сила ваги секції (сошника) сівалки, Н;

R_H – сила тиску пружини натискної штанги, Н;

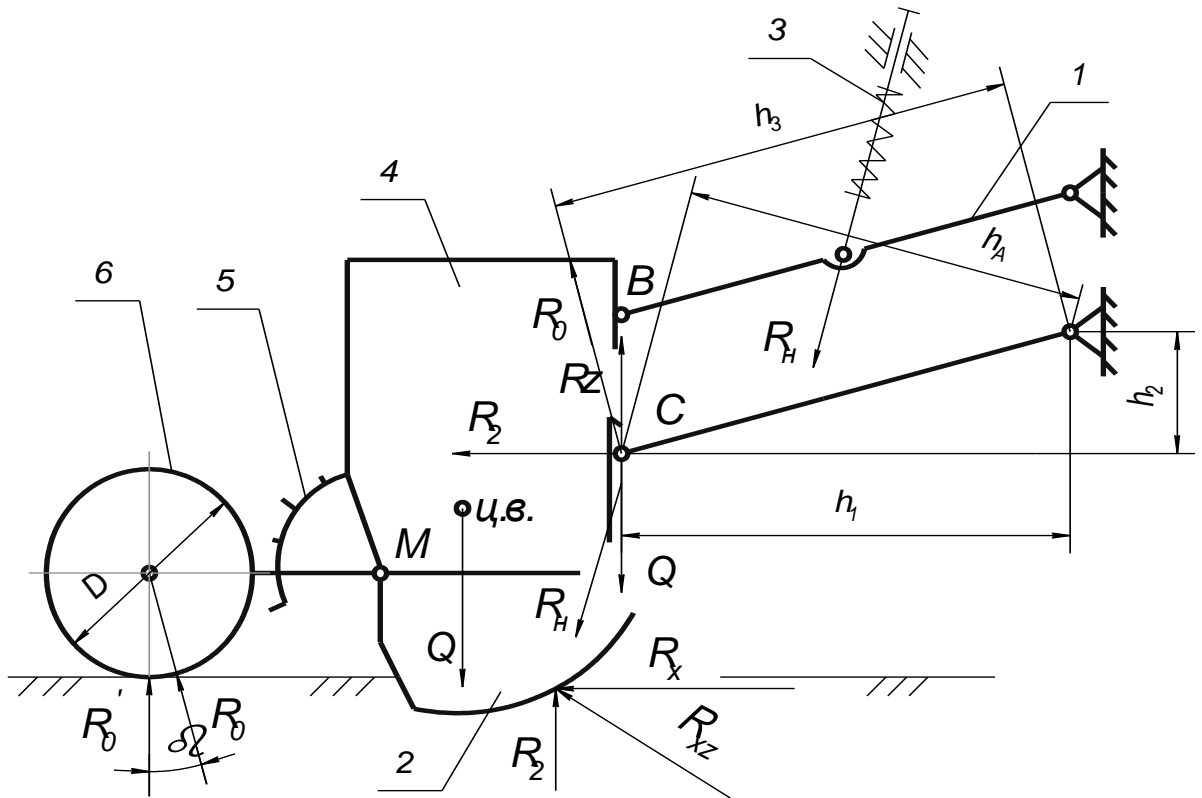
R_X – сила опору сошника, $R_X = 300 \dots 500$ Н;

R_Z – вертикальна реакція ґрунту, що діє на сошник, Н, визначають так

$$R_Z = R_X \cdot \operatorname{tg} \lambda, \text{ де } \lambda = 30^\circ;$$

R_0 – реакція ґрунту, що діє на прикочувальний коток, H , визначають

$$R_0 = R'_0 / \cos \beta, \text{ тут } \beta = 8 - 11^\circ.$$



1 – паралелограмна підвіска; 2 – сошни; 3 – натискна штанга з пружиною; 4 – висівна система; 5 – регулятор ходу сошника; 6 – прикочувальний коток
Рисунок 3.7 – Розрахункова схема паралелограмної підвіски посівної секції сівалки селекційної

Вертикальну реакцію ґрунту на коток визначають з умови колієутворення

$$R'_0 = m \cdot b \cdot \sqrt{D}, \quad (3.4)$$

де m – ступінь коліє утворення, для прикочу вальних котків сівалок

$m = 0,15 - 0,35$, менші значення при меншій глибині сівби та на вологих ґрунтах;

b – ширина ободу прикочувального котка, мм;

D – діаметр прикочувального котка, мм.

Тиск ґрунту R'_0 протидіє силі тиску котка на нього. Цю силу можна отримати по-різному: завдяки силі ваги прикочувального котка; завдяки частині сили ваги посівної секції з додатковим тиском від натискної штанги або без неї; завдяки силі ваги прикочувального котка з додатковим тиском від натискної пружини.

Розміри прикочувальних котків у посівних секціях вибирають з врахуванням того, щоб глибина колії після їх проходу була мінімальною.

Глибину колії визначають

$$H = \sqrt[3]{\frac{9 R_0'^2}{4 b^2 \cdot D \cdot q^2}}, \quad (3.5)$$

де q – питоме навантаження, яке потрібно для витіснення одиниці об'єму ґрунту (коефіцієнт об'ємного зім'яття), для ґрунтів, підготовлених для сівби, $q = 0,002 \dots 0,004$ Н/мм³.

Перед прикочувальними котками встановлюють загортачі. Вони формують шар ґрунту відповідної висоти перед котками. Завдяки цьому можна зменшити глибину колії.

Отже при правильному виборі параметрів котків та загортачів можна забезпечити необхідне ущільнення ґрунту в зоні загортання насіння та звести до мінімальних розмірів глибину колії.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломній роботі обґрунтовано конструкцію висіваючого апарату сівалки для механізації посіву кукурудзи на селекційних ділянках первинного насінництва та конкурсного сортовипробування.

Серійні просапні сівалки на селекційних ділянках застосовувати недоцільно, оскільки вони не відповідають вимогам селекції – чистота закладання експерименту і процес дослідження.

Висівний апарат розроблено базуючись на: аналізі способів посіву; вивченні літературних джерел, патентів та авторських свідоцтв; агротехнічних вимогах до селекційної сівалки.

Невелика потреба у селекційних сівалках (кілька десятків штук), нетехнологічність у виготовленні, складність та великі витрати стримують конструювання таких машин.

Висіваючий апарат для селекційної сівалки монтують з основних складальних одиниць сівалки універсальної пневматичної СУПН-6. Розроблений висіваючий апарат забезпечує: наочність процесу попереднього розподілу насіння у рядках; очищення апарата від невисіяного насіння; простоту заправки висіваючих апаратів посівним матеріалом.

Для розробленої конструктивної схеми сівалки селекційної порційного висіву розраховані основні параметри і режими роботи конусного порційного дозатора висіваючого апарата; обґрунтовано основні експлуатаційні показники посівного агрегата; виконано інженерно-технічне обґрунтування вибору трактора (класу 1,4) для агрегування із сівалкою селекційною; виконано розрахунок посівного агрегату.

У роботі також проаналізовані сучасні напрямки вдосконалення сівалок; вимоги до якості пунктирної сівби; обґрунтовано вибір конструкції висівного апарата та сошників; обґрунтовано конструктивне рішення сівалки для селекційного посіву та підвіски посівної секції селекційної сівалки.

Конструктивні рішення відображені у графічній частині.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Брехарь И.Ф. Обоснование конструктивных параметров высевающих аппаратов селекционных сеялок. Дисс. на соиск уч. ст. к-та техн. наук. Днепропетровск, 1981.
2. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 1993. 448 с.
3. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. – Тернопіль, 2005. – 228 с.
4. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2000. 230 с.
5. Довбуш А.Д. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. 191 с.
6. Довідник кукурудзвода. /Під редакцією Д.С. Філева, П.І. Сусідко. Дніпропетровськ: Промінь, 1973. 260 с.
7. Дунаев П.Ф. Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. Учеб. пособ. для машиностр. спец. вузов. М.: Высшая школа, 1985. 416 с.
8. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. /За редакцією В.Ю. Ільченка. Київ: Урожай, 1993. 286 с.
9. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (частина1) Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків: ОКО, 2001.444 с.
10. Індустріальна технологія виробництва кукурудзи. /Під редакцією А.І. Жолобова та ін. М.: Россельхозиздат, 1983. 319 с.
11. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. 188 с.
12. Рослинництво з основами землеробства /За ред. М.А. Білоножка, І.С. Руденка. К.: Урожай, 1986. 224 с.
13. Сеялка универсальная пневматическая навесная СУПН-6. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Кировоград: Облполиграфиздат, 1981. 111 с.

14. Сільськогосподарські машин: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1: Машини для рільництва /П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. К.: Урожай, 2001. 382 с.
15. Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи //Упоряд. Л.С. Пристапчук, О.Ф. Лук'янчук, В.М. Карпенко. К.:Урожай, 1982. 504 с.
16. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Основи агрономії. Курс лекцій Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015.300 с.
17. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
18. Циков В.С., Матюха Л.А. Интенсивная технология возделывания кукурузы. М: Агропромиздат, 1989. 247 с.
19. Лижнюк М.Р. Висіваючий апарат селекційної сівалки. Лижнюк М., Дем'янчук А. // III Міжнародна студентська н.-т. конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання.» (23-24 квітня 2020) Збірник тез. Тернопіль. ТНТУ, 2020. С. 34-35.
20. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Цьонь О.П. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.
21. Цивільна оборона. Підручник /За редакцією В.С. Франчука. Київ: Знання, 2001. 256с.
22. Опір матеріалів /Під заг. ред. акад. АН УССР Г.С. Писаренко. К.: Вища школа, 1986. 775 с.
23. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
24. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування / Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.