

**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 КУКУРУДЗИ І КОНСТРУКЦІЇ
СІВАЛКИ**

Виконав: студент _____ Томась Євгеній Русланович

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 _____

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

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) _____

А Н О Т А Ц І Я

Томась Є.Р. Удосконалення механізації вирощування кукурудзи і конструкції сівалки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 87 с.

В роботі представлено агротехнічні вимоги до сівки кукурудзи, аналіз характеристик насіння кукурудзи, сучасних технологій і способів сівки.

Проведено аналіз існуючих сівалок і розроблена конструкція удосконаленої сівалки на базі сівалки СУПН-8. Обґрунтовано конструкцію висіваючого апарату і проведені розрахунки основних параметрів удосконаленої машини і режиму роботи агрегату.

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

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 97660 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року її використання.

Ключові слова: кукурудза, технологія, сівалка, конструкція, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СІВБИ.	9
2 МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРДУМОВИ ТОЧНОЇ СІВБИ	
КУКУРУДЗИ.	11
2.1 Фізико-механічні властивості насіння кукурудзи.	11
2.2 Загальна характеристика процесу точного висіву насіння	
кукурудзи.	18
3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СПОСОБІВ СІВБИ	
КУКУРУДЗИ.	20
4 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ СІВАЛОК ДЛЯ СІВБИ	
КУКУРУДЗИ.	27
4.1 Будова та технологічний процес сівалки СУПН-8.	27
4.2 Аналіз конструкцій закордонних сівалок для сівби кукурудзи.	32
5 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВАЮЧОГО	
АПАРАТУ.	39
6 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЧНОГО ВИСІВАЮЧОГО	
АПАРАТУ.	45
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.	55
7.1 Аналіз можливих небезпек і пошкоджень при виконанні	
технологічних процесів на вирощуванні кукурудзи.	55
7.2 Правила техніки безпеки при роботі з агрегатом для сівби	
кукурудзи.	58
7.3 Пристосування по техніці безпеки.	59
8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	69
Д О Д А Т К И.	72

В С Т У П

До початку повномасштабного вторгнення кукурудза була другою культурою за площею вирощування в Україні [1].

Це обумовлено як нашим географічним розташуванням, яке створює сприятливі умови для вирощування цієї культури, так і попитом на високоякісну українську продукцію у світі.

Сьогодні частка кукурудзи у посівах культур зменшилась. По-перше, через блокування українських портів, та зниження цін на внутрішньому ринку.

По-друге, через підвищення собівартості вирощування, сушіння (зростання ціни на природний газ також має суттєвий вплив на тарифи) та доопрацювання продукції (живлення кукурудзи потребує внесення азотних добрив, які подорожчали на 50%);

В результаті, якщо станом на 2021 рік сільськогосподарські площі кукурудзи складали 5,4 млн гектар, то, згідно з даними державної служби статистики України, у 2022 році вони зменшилися до 4,5 млн гектар, тобто фактично на 17% [1, 2, 3].

У ситуації, що склалася, частина аграріїв перепрофілювалася на вирощування сої та соняшника. Прогнозовано їх частка в структурі посівів зростатиме, навіть попри те, що традиційними "соняшниковими" площами є нині частково окуповані Запорізька та Херсонська області.

Зважаючи на це багато аграріїв почали відроджувати тваринництво і використовувати зернові і в тому числі і кукурудзу для виробництва комбікормів.

Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання. У країнах світу для продовольчих потреб використовується приблизно 20 % зерна кукурудзи, для технічних 15-20, на корм худобі 60-65 %.

Кукурудза на зерно за середньої врожайності 60 ц/га разом з побічною продукцією (стеблами, листками) забезпечує вихід з 1 га понад 6,5 тис. кормових одиниць і до 400 кг перетравного протеїну (що дорівнює 75 тис. МДж обмінної енергії). Це значно більше порівняно з іншими зерновими культурами.

Виробнича практика багатьох господарств і досліди наукових установ переконливо свідчать: урожайність зерна кукурудзи можна довести до 100-120, а зеленої маси – до 500-600 ц/га. Тому кукурудза є однією з найбільш продуктивних зернофуражних культур зони Степу України з широким спектром використання продукції. Ґрунтово-кліматичні умови степу з великим потенціалом теплових ресурсів сприятливі для виробництва кукурудзи.

Збільшити виробництво зерна кукурудзи можливо за рахунок інтенсивних факторів її вирощування – посів після кращих попередників, застосування досконалої системи основного і передпосівного обробітку ґрунту, раціонального використання мінеральних та органічних добрив, комплексного поєднання агротехнічних і хімічних заходів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами, своєчасного і якісного збирання врожаю.

Найвідповідальнішою операцією будь якої технології вирощування кукурудзи є сівба, оскільки допущені при її виконанні огріхи практично не можливо виправити.

Кукурудза, як рослина південного походження, на відміну від зернових культур має ряд особливостей у вимогах до умов росту.

Враховуючи підвищені вимоги до тепла при проростанні зерна, сіяти слід пізніше ярих колосових, соняшникових і інших культур. В більшості районів оптимальні строки посіву настають коли сталою температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10-12 °С. При цьому слід враховувати морфологічні особливості гербіцидів, ґрунтово-кліматичних умов, а також погодні умови, які склалися в окремі роки весіннього періоду.

Для одержання дружних і повних сходів кукурудзи, що суттєво впливає на підвищення врожаю, велике значення має високоякісне проведення посівних робіт в оптимальні агротехнічні строки.

Щоб повністю механізувати догляд за кукурудзою, не можна допускати розтягування строків посіву. Якщо на одному полі сівба триває 8 - 10 днів і більше, то сходи будуть не дружними. На тій частині поля, де посів проводили в останні дні, насіння кукурудзи може тільки пробиватися, а на ділянці перших днів посіву вони до цього часу вже починають проростати.

Однією з найбільш розповсюдженою сівалкою для сівби кукурудзи в Степовій зоні України є сівалка СУПН – 8, яка забезпечує якісний посів при швидкості до 2 м/с. З підвищенням робочої швидкості сівалки збільшується швидкість обертання висівного диска в результаті чого знижується ступінь заповнення комірок насінням, що приводить до зменшення норми висіву і порушення агротехнічних вимог до сівби.

Тому в дипломному проєкті ставиться завдання удосконалення конструкції сівалки для сівби кукурудзи, яка повинна задовольняти агротехнічні вимоги до сівби на підвищених швидкостях руху. Використання удосконаленого висівного апарату дасть можливість провести сівбу кукурудзи в ранні і стислі агротехнічні строки.

1 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СІВБИ

1. Для сівби кукурудзи використовують насіння тільки першого класу (лабораторна схожість 98 - 99%, чистота не нижче 99,2%, подрібненого насіння не більше 0,5%), попередньо протруєні відповідними отрутохімікатами.

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 загорання насіння встановлюється в кожному окремому випадку агрономом господарства у відповідності до зональних рекомендацій і конкретних умов.

Сівалка для сівби кукурудзи повинна забезпечувати плавне (безступінчате) регулювання глибини загорання насіння і гранульованих мінеральних добрив в межах 4 - 10 см. При цьому добрива загортаються нижче насіння на 3 см і збоку від рядка на 3 см.

4. Сівалка повинна забезпечувати глибину загорання насіння з відхиленням від заданої не більше, ніж на ± 1 см.

5. Висіваючий апарат і загортаючі робочі 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 45 тис/га, і не менше 65% при нормі висіву 45 - 80 тис/га.

6. Відхилення від заданої норми висіву насіння не повинно перевищувати 5% при нормах висіву 25 - 60 тис/га і 8% при нормі висіву більше 60 тис/га.

7. Сівалка повинна забезпечувати норми висіву в межах 20 - 220 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 700 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 8 км/год.

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

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

15. Після сівби поле вирівнюють і при необхідності прикотковують.

Для сівби кукурудзи в нашій країні поряд із закордонними сівалками провідних фірм світу використовуються також сівалки СУПН-8 і СУПН-8-01. Ці сівалки вітчизняного виробництва в основному забезпечують якісні показники виконання технологічного процесу точної сівби. Одним з показників по якому ці сівалки не відповідають вимогам є висока нерівномірність глибини загортання насіння та розташування його по довжині рядка.

2 МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРДУМОВИ ТОЧНОЇ СІВБИ КУКУРУДЗИ

2.1 Фізико-механічні властивості насіння кукурудзи

До фізико-механічних властивостей насіння відносяться форма і лінійні розміри, характер поверхні і коефіцієнти тертя, парусність, сипкість, пружність, твердість, гігроскопічність, теплоємність і теплопровідність і ін., а в останні роки враховують такі властивості насіння, як осмотичні й електромагнітні, колір і скловидність. З часом при зміні умов зовнішнього середовища в процесі життєдіяльності насіння змінюються їхні фізико-механічні властивості. Для того щоб врахувати ці зміни при визначенні параметрів робочих органів, користаються статистичними методами.

Прояв тих чи інших фізико-механічних властивостей насіння необхідно досліджувати не тільки в полі гравітаційних сил, але і в полі інших сил, наприклад, електромагнітних, ультразвукових, вібраційних, а також установлювати їхнє поведження при спільному впливі різних силових полів.

Форма і розміри насіння впливають на процеси висипання насіння з отвору бункера, від них залежить вибір типу висіваючого апарата і параметри комірок висіваючих дисків сівалок точного висіву.

У різні періоди окремими дослідниками встановлювалася класифікація форм насіння (табл. 2.1) [4].

М. М. Ульріх виділяє п'ять типів форм насіння: кулясті, чечевицеподібні, подовжені, трикутні, В. М. Доброхотов – чотири, а О. М. Семенов – шість.

На основі наближення кожного типу насіння до визначеного геометрично правильного тіла розраховують обсяг і бічну поверхню насіння (табл. 2.2) [4].

Таблиця 2.1 - Класифікація форм насіння

Класифікація форм семян		
по Н. Н. Ульриху	по В. Н. Доброхотову	по А. Н. Семенову
<i>Шаровидные (a = b = l)</i>		
<i>Эллипсоидные (a < b < l, a = b < l)</i>		
<i>Пирамидальные (a < b < l)</i>		
<i>Усеченно-пирамидальные (a < b < l)</i>		
<i>Чечевицеобразные (удвоенно-сегментные) (a < b = l)</i>		
<i>Бобовидные (a < b < l, a = b < l)</i>		

Коефіцієнт тертя характеризує фрикційні властивості насіння, що виникають у процесі механічного впливу при посіві, збиранні, транспортуванні, зберіганні і переробці і змінюються з плином часу в

Таблиця 2.2 - Об'єм та площа бічної поверхні для різних форм насіння

Форма насіння	Об'єм, V	Бічна поверхня
Еліпсоїдна	$0,523a b l$	$1,57 l^2 + k b a$ (для пшениці $k = 4,5$; для жита і ячменю $k = 4,8$; для вівса $k = 5,4$)
Куляста	$0,52a^3$	$3,14a^3$
Пірамідальна: чотиригранна тригранна	$0,2a b l$ $0,118 l^2$	$0,78 l^2 + 3,18 b a$ $1,73 l^2$
Усічено-пірамідальна	$L b' a'$	$2[l (b' + a') + b' a']$
Здвоєно-сегментна	$0,78 l^2 + 0,26 a^2$	$0,57(b^2 + a^2)$
Бобовидна	$0,065(b + a)^3 + 0,786 a b l$	$\frac{1a^2}{2b} + 0,78(b + a)^2$
Примітка. l – довжина, b – ширина, a – товщина зерна; b', a' – ширина і товщина по середині довжини зерна.		

Таблиця 2.3 - Лінійні розміри насіння найбільш поширених культур

Культура	Розміри насіння, мм			Культура	Розміри насіння, мм		
	довжина	ширина	товщина		довжина	ширина	товщина
Пшениця	4,0-6,6	1,6-4,7	1,5-3,5	Соя	5,0-9,6	4,4-8,0	3,6-7,0
Жито	4,0-10,0	1,4-3,6	1,1-3,4	Рицина	10,0-16,5	6,5-11,5	4,6-8,4
Ячмінь	7,0-14,6	2,0-5,0	1,4-4,5	Просо	1,8-3,2	1,2-2,5	1,0-2,2
Кукурудза	6,0-17,0	5,0-11,0	2,7-8,0	Гречка	4,2-8,0	2,8-5,2	2,0-4,2
Рис	4,0-12,0	3,0-4,2	1,2-2,8	Кавуни	8,0-14,0	4,5-9,0	1,8-3,0
Соняшник	7,5-15,0	3,5-8,6	1,7-6,0	Дині	9,0-13,5	4,0-6,0	1,6-3,2
Бавовник	8,23-9,18	5,09- 5,33	4,07- 4,32	Огірки	7,0-13,0	3,0-5,0	1,3-2,2
Гарбуз	12,0-24,5	7,0-13,0	2,0-4,5				

залежності від стану поверхонь, тиску, тривалості контакту, вологості і швидкості відносного переміщення.

У табл. 2.3 приведені деякі дані по лінійних розмірах насіння [4].

У табл. 2.4 приведені значення коефіцієнта тертя насіння об різні матеріали [4].

При відносному переміщенні часток насінного матеріалу виникає тертя між окремими насінинами. Опір тертю насіння у шарі прийнято оцінювати кутом природного скосу, що залежить від вологості насіння. При підвищенні вологості кут природного скосу збільшується, причому в різному ступені для насіння різних культур.

Останнім часом для поліпшення процесу висипання і рівномірної подачі сипких і несипких матеріалів широко використовується вібрація і пульсуючий повітряний потік. Під дією вібрації насипка насіння сільськогосподарських культур миттєво розповзається і приймає горизонтальне положення в ємності. Таким чином, кут природного скосу насіння у полі вібраційних сил близький до нуля.

Кутом природного скосу не завжди можна характеризувати опір відносному переміщенню насіння у масі. Правильніше опір переміщенню насіння під дією вібрації в «киплячому» шарі, у полі пульсуючого пневматичного потоку оцінювати, як і для рідини, в'язкістю середовища.

Коефіцієнт відновлення при ударі характеризує пружні властивості насіння. Удар у робочих органах спостерігається при різних процесах: у зернових сівалках – при русі насіння по сім'япроводах і падінні на дно борозни, у просапних сівалках – при роботі відсікачів і виштовхувачів, у процесі гніздоутворення і т.д. У зв'язку з цим вивчення властивостей насіння при ударі має велике значення для розрахунку робочих органів сівалок.

Під коефіцієнтом відновлення розуміють відношення модуля швидкості взаємного віддалення центрів ваги тіл після удару до модуля швидкості їхнього зближення до удару в проекції на загальну нормаль до поверхні тіл у точці дотику. Ця нормаль називається лінією удару.

При прямому і косому ударі (без обліку тертя) коефіцієнт відновлення

$$k = \frac{u_n}{v_n}, \quad (2.1)$$

Таблиця 2.4 - Коефіцієнт тертя насіння по деяким матеріалам

Матеріал	Коефіцієнт тертя пари матеріал-насіння							
	Кукуру дза	Бавовн ик	Пшени ця озима	Ячмінь	Кавун	Диня	Гарбуз	Огірки
Сталь:								
полірована	0,34	-	0,30	0,33	-	-	-	-
листова	0,42	0,42	0,36	0,38	0,36- 0,38	0,32- 0,37	0,330, 40	0,34- 0,38
Чавун сірий	0,39	0,44	0,43	0,41	-	-	-	-
Гума гладка	0,50	-	0,43	0,51	-	-	-	-
Тканина прогумована	0,52	-	0,48	0,51	-	-	-	-
Плексиглас	-	0,40	-	-	0,31- 0,37	0,29- 0,33	0,340, 36	0,20- 0,28
Наждачний папір	-	0,61	-	-	-	-	-	-

де: u_n і v_n – нормальні складові швидкостей тіл після і до удару.

Тангенціальні складові (u_τ і v_τ) швидкостей u і v при цьому рівні. Так як $v_\tau = v_n \operatorname{tg} \alpha$, а $u_n = u_\tau \operatorname{tg} \beta$, де α і β – кути падіння і відображення відповідно, можна записати:

$$k = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}. \quad (2.2)$$

Так як $k < 1$, то $\alpha < \beta$, тобто кут падіння завжди менше кута відображення.

При косому ударі тіл з урахуванням тертя тангенціальні складові швидкостей неоднакові, тобто $v_\tau \neq u_\tau$. Для характеристики цього удару

прийнятий коефіцієнт миттєвого тертя e обумовлений відношенням абсолютних значень тангенціальних складових швидкості після і до удару:

$$e = \frac{u_{\tau}}{v_{\tau}} = \frac{u_n \operatorname{tg}\beta}{v_n \operatorname{tg}\alpha} = k \frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}. \quad (2.3)$$

Тоді

$$k = e \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta}. \quad (2.4)$$

Детальне дослідження коефіцієнтів відновлення і миттєвого тертя зерна при ударі виконане С. Д. Птіциним.

Коефіцієнт відновлення варіює в широких межах при конкретних умовах досліду. Так, за даними С. Д. Птіцина [4], насіння гороху «Капітал» при вологості 23% і діаметрі зерен 6 – 6,25 мм мали значення $k = 0,30 – 0,42$.

Показові досліди по визначенню коефіцієнта k з однієї і тією ж горошиною, при яких отриманий наступний розподіл: 7% випадків $k = 0,485 – 0,5$; 38% – $k = 0,5 – 0,515$; 46% – $k = 0,515 – 0,530$ і 9% – $k = 0,530 – 0,545$.

Міцність насіння визначають, виходячи з навантажень, що викликають травмування їх зі зниженням схожості і врожайності, а не з граничних навантажень чи роботи на руйнування.

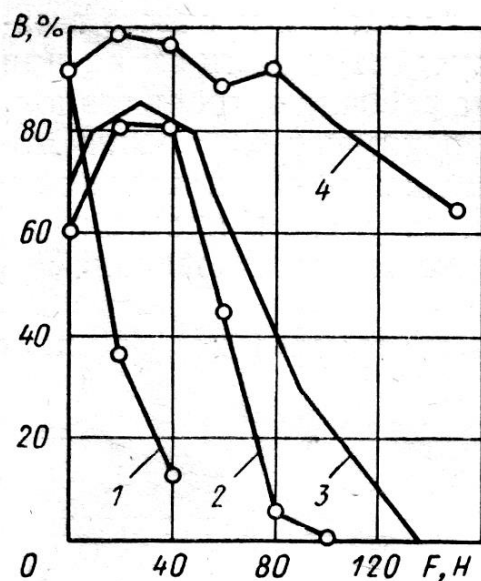
Причинами зниження польової схожості насіння при їхньому травмуванні як показали дослідження О. П. Под'япольської, А. Н. Арєпіна, А. І. Науменко, Є. Г. Галай, А. І. Пугачова, А. П. Новожилова та ін., є проникання епіфітної і ґрунтової мікрофлори до внутрішніх тканин зерна через своєрідні “ворота” в місцях механічних ушкоджень і розкладання зерна під їх впливом.

Травмування насіння завдає великої шкоди народному господарству: при посіві травмованого насіння врожай кукурудзи, озимої і ярої пшениці знижується в 2 – 2,5 рази [4].

З огляду на особливості посівного матеріалу (на відміну від об'єктів неживої природи) травмування зовнішніми впливами можна розділити на механічні, температурні, хімічні, фізичні, біологічні ушкодження.

Ці ушкодження мають місце при порушенні чи режиму недосконалості робочих органів (наприклад, якщо молотильний пристрій комбайна відрегульований без врахування зміни вологості маси, що обмолочується, якщо порушене настроювання висіваючого апарата сівалок), при порушенні режиму сушіння (завищена температура теплоносія при збільшеній вологості зерна) і режиму збереження; при великих нормах припосівного внесення мінеральних добрив без ґрунтового прошарку чи при недостатній вологості ґрунту; при порушенні режиму обробки насіння для стимулювання проростання рентгенівськими променями і іншими способами; при ушкодженні шкідниками (комірним, рисовими і кукурудзяними довгоносиками, хлібними і зерновими точильниками, кісточковим сім'яїдом, зерною міллю й ін.); при враженні хворобами.

Відомо багато методів визначення травмування насіння: за допомогою біноклярної лупи зі збільшенням у 10-20 разів, шляхом замочування в 50%-



ному розчині сірчаної кислоти, у розчині формаліну, а потім пророщення насіння; люмінесцентний метод, заснований на принципі відбитих і поглинених променів і ін. Для розрахунку елементів конструкції висіваючих апаратів важливо знати граничні навантаження на насіння, при яких ще не знижується їхня схожість. На рис.2.1. приведені графіки зміни схожості насіння від стискаючих навантажень [4].

Для насіння бавовнику граничним навантаженням є зусилля 49 Н, для кукурудзи, незважаючи на розходження схожості від місця прикладання навантаження, можна прийняти 49-59 Н, тому що з усіляких положень, що

приведені графіки зміни схожості насіння від стискаючих навантажень [4].

може займати насіння під час прикладання навантаження, вертикальне (найменш стійке і по найменшій площі в перетині) буде мати малу ймовірність. Таким чином, технологічні властивості насіння є основою при встановленні висіву, розробки способів посіву і розрахунку елементів конструкцій робочих органів.

2.2 Загальна характеристика процесу точного висіву насіння кукурудзи

Точний висів передбачає однозернове рівномірне по довжині рядка розміщення в ґрунті насіння культури, що висівається, на глибині, що забезпечує найбільш сприятливі умови для їхнього проростання і виходу паростків на поверхню. Мета точного посіву — одержати рівномірно розміщені по площі поля рослини, які у цьому випадку розвиваються щонайкраще. За інших рівних умов завдяки точному висіву забезпечується економія насіння і підвищення врожайності.

Технологічний процес, що виконується сівалкою точного висіву, являє собою в загальному випадку перетворення сукупності випадковим чином розташованих у технологічній місткості насіння в упорядковану не випадкову їхню послідовність і розміщення в ґрунті з заданим інтервалом. З огляду на ймовірнісний характер фізико-механічних властивостей насіння і ґрунту, погрішності в роботі технічної системи по забезпеченню висіву, характеристикам розміщення насіння і рослин властиві статистичні властивості. Дійсно, розподіл інтервалів між насінинами, між рослинами після появи сходів носить яскраво виражений статистичний характер. Тому для математичного опису інтервалів між насінинами і рослинами, аналізу і синтезу технологічного процесу і параметрів висіваючих апаратів необхідні методи теорії ймовірностей і математичної статистики.

Для просапних або культур, що висіваються рядковим способом, розміщення насіння або рослин у рядку досить повно характеризується

інтервалом між сусідніми в рядку насінинами або рослинами. Так, як це величина випадкова, для опису її статистичних властивостей використовують математичне очікування μ , середньоквадратичне відхилення σ , коефіцієнт варіації V , фактичні значення яких, як правило, є невідомими величинами. Тому при аналізі параметрів точного висіву і сівалок точного посіву ці величини визначають за результатами експерименту.

Фізико-механічні властивості насіння є базовими вихідними даними при проектуванні, розрахунку та оптимізації робочих органів посівних машин, зокрема висівних апаратів.

Точний висів передбачає дискретне (поодиначне) відбирання насіння з ємкості, передачу їх до сошника з наступним вкладанням на дно борозни.

3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СПОСОБІВ СІВБИ КУКУРУДЗИ

За порівняно обмежений історичний проміжок часу близько 45 - 50 років Україна вирощувала кукурудзу по багатьом технологічним процесам, кожний із яких відображав рівень розвитку наукової думки, технічних засобів, засобів захисту рослин і економічного розвитку країни в цілому. Серед великого переліку технологій коротко розглянемо головні з них. Це наступні:

- механізована;
- індустріальна;
- інтенсивна;
- інтенсивна малогербіцидна;
- гребенева;
- органічна;

Існує класичне визначення поняття технології.

Технологія – це сукупність заходів, що направлені на збереження і збільшення родючості ґрунту, охорони навколишнього середовища і людини, боротьбу з бур'янами, збільшення врожайності і на зниження затрат при вирощуванні кукурудзи.

Кожна із вище перерахованих в порядку їх використання в сільськогосподарському виробництві вирішувала, так чи по іншому, основні напрямки технології.

Механізована технологія – охоплює епоху від середини 40-х рр до початку 60-х рр ХХ століття і включає багато елементів ручної праці. В цей період науковими дослідженнями було встановлено оптимальні попередники і залежність врожаю кукурудзи від глибини орного горизонту.

Система передпосівної підготовки ґрунту включала раннє весняне боронування і дві передпосівні культивації. Основним способом сівби був

квадратно-гніздовою, що забезпечував можливість проведення міжрядної обробки у двох напрямках.

Формування кінцевої густоти, знищення бур'янів у гніздах і в захисних зонах проводилося вручну. З середини 60-х років боротьба з бур'янами в механізованій технології почала проводитися з використанням гербіцидів. Використання ручної праці значно зменшилося.

Після закупки за кордоном гербіцидів ґрунтової дії, особливо Ерадика 6Е, на території України почали впроваджувати індустріальну технологію вирощування, яка базувалася на новому для того часу високопродуктивному комплексі машин. В цей час в країні з'являються сівалки для пунктирної сівби СПЧ-6М, СПЧ-8М, СУПН-6, СУПН-8, обприскувач ОПШ-15, кукурудзозбиральні комбайни «Херсонєць-7», КОП-1,4, перші зразки кукурудзозбиральних приставок ППК-4 для збирання кукурудзи з обмолотом качанів.

Вищим досягненням науково-технічної і агротехнічної думки стала розробка і впровадження зональних інтенсивних технологій, оснований на використанні гербіцидів загальновинищувальної дії, ґрунтових і післясходових (страхових) гербіцидів. До цього часу (кінець 80-х років ХХ століття) у виробництві з'явилась ціла гама просапних пунктирних сівалок СУПН-8, СУПН-8-01, СУПН-8А, СКПП-12, а в кінці століття і закордонних просапних сівалок Kinze-2000 (Джон-Дір-М-7100), Accord, просапних культиваторів нового покоління КРК-5,6, обприскувачів ОП-2000, приставок КМД-6, КМР-6 до зернозбиральних комбайнів Дон-1500, Дон-1200, Лан, Славутич.

Парк збиральних машин країни поповнився зернозбиральними комбайнами закордонного виробництва таких всесвітньо відомих фірм як Claas, Massey Fergysson, Case, John Deere та ін.

Малогербіцидна технологія як різновид інтенсивної технології, передбачає використання комбінованих агрегатів, що суміщують в одному проході виконання декількох операцій, наприклад, передпосівної культивації,

сівби і стрічкового (в зону рядка) внесення ґрунтових гербіцидів, або сівбу з стрічковим внесенням гербіцидів, або культивуацію міжрядь з обробкою гербіцидами захисних зон. Крім цього, малогербіцидна інтенсивна технологія передбачає використання нових робочих органів для боротьби з бур'янами в захисних зонах рядків культурних рослин, наприклад, пруткових пружинних прополочних борінок, плоскорізних і корпусних підгортачів та ін.

Гребенева технологія основана на нарізанні гребнів культиватором-гребнеутворювачем в осінній період. Відстань між гребнями складає 700 мм. Весною цим же культиватором гребні поправляють, а при сівбі кукурудзи гребневою сівалкою спеціальний робочий орган зрізує верхню частину гребня разом з бур'янами, що проросли на глибину 6 - 8 см і одночасно в гребінь проводиться сівба кукурудзи. Технологія використовується в зонах із збитковою зволоженістю. Випробування гребневої технології в степовій зоні України привело до зниження врожайності зерна.

Мета органічної технології – знизити пестицидне навантаження на ґрунт, забезпечити отримання екологічно чистих продуктів. Ця мета реалізується за рахунок різкого зменшення захисної зони при проведенні догляду за посівами просапних овочевих культур з 240 - 260 мм до 40 - 50 мм. При цьому рух просапного культиватора і його окремих секцій стабілізується від коливань в горизонтальній площині за рахунок ножів-копірів в направляючих щілинах, які нарізаються при сівбі насіння овочів просапними сівалками. Ця технологія забезпечується оригінальними робочими органами для боротьби з бур'янами в захисній зоні рядка культурних рослин. Обидві останні технології не виключають використання хімічних заходів боротьби з бур'янами при стрічковому внесенні робочих розчинів гербіцидів у захисну зону, як правило, одночасно з сівбою.

Таким чином, можна констатувати, що незалежно від назви технології в кінцевому підсумку всі вони переслідують головну мету – захист ґрунту, навколишнього середовища і людини, отримання максимально можливих

врожай в конкретних погодних умовах при одночасному зниженні затрат на гектар і на одиницю отриманої продукції.

У зв'язку з переходом України до ринкової економіки і до світових цін на сировину і продукцію підіймається питання економії паливно-мастильних матеріалів. В зв'язку з цим, як етап подальшого розвитку інтенсивних технологій, з'явилася енергозберігаюча технологія вирощування кукурудзи на зерно. Завдяки впровадженню елементів енергозбереження на всіх моментах реалізації технології – суміщення операцій весняного комплексу, повне завантаження потенційних можливостей тягових машин, оптимізація кількості і ступені активності дії на ґрунт при його обробці та ін. – вдалося без зниження врожайності зерна знизити витрату паливно-мастильних матеріалів з 125 - 130 л/га до 95 л/га.

Наряду з важливістю других елементів технології, найбільш актуальним є сівба кукурудзи, її якість і кількість в одиницю часу.

Аналіз способів сівби кукурудзи свідчить, що в 40-х роках минулого століття основним способом сівби кукурудзи був квадратно-гніздовий, який здійснювався просапними сівалками на першому етапі СКГК-6В, на другому – СКНК-6 і СКНК-8. Формування гнізд здійснювалось за рахунок шайб мірного дроту. Квадратно-гніздовий спосіб сівби кукурудзи був виправданий у зв'язку з відсутністю в країні гербіцидів, і боротьба з бур'янами проводилася за рахунок 2-х-3-х повздовжньо-поперечних культивацій міжрядь з широким використанням ручної праці при знищенні бур'янів в захисних зонах гнізд.

При квадратно-гніздовій сівбі з метою отримання необхідної густоти рослин в гніздо висівалося 3 - 4 іноді 5 насінин. Така велика кількість рослин, що росли на обмеженій площі приводила до внутрішньовидової боротьби і в цілому не дозволяла сформувати однаковий урожай на всіх качанах всіх рослин. Врожайність зерна не перевищувала 25 - 28 ц/га, сівалка мала надзвичайно низьку продуктивність, що не перевищувала 12 - 13 га за робочу зміну. Звичайно, такі показники не могли задовольняти необхідності сільськогосподарського виробництва. Наукові розробки та винаходи

дозволили перейти на більш прогресивний і більш продуктивний спосіб сівби кукурудзи – пунктирний. При цьому способі сівби насіння висіваючим апаратом і загортаючими робочими органами розподіляються в рядку достатньо рівномірно, що забезпечує наближено однакові умови для розвитку рослин.

Також необхідно відмітити різноманітні варіанти забезпечення однакової площі живлення для кожної окремо взятої рослини. В ідеальному випадку рівність площ живлення досягається при вкладанні насіння в центр перетину діагоналей квадрата.(рис. 3.1)

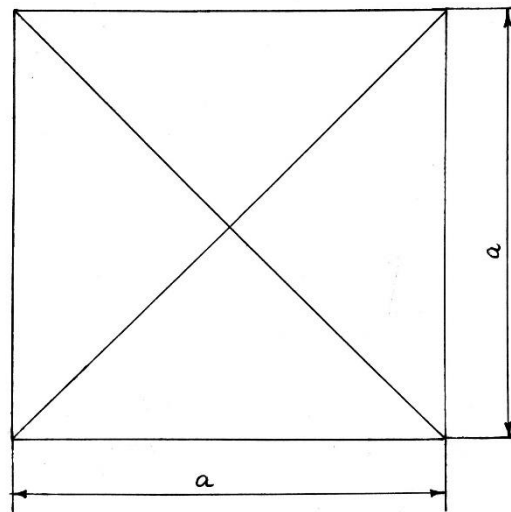


Рисунок 3.1 - Положення насіння в центрі квадрата.

У цьому випадку площа живлення складе:

$$S = \frac{10000}{N}, \quad (3.1)$$

де N – густина розміщення насіння.

При $S = a^2$, де a – сторона квадрата

$$a = \sqrt{S} = \sqrt{\frac{10000}{N}} = \frac{100}{\sqrt{N}} = 100N^{-1/2}. \quad (3.2)$$

Як видно із останнього рівняння, сторона квадрата зворотно пропорційна кореню квадратному із густоти розміщення. Так як цей показник варіює в дуже широких межах, говорити про ідеальний розподіл насіння по площі живлення не можна. У зв'язку з цим і по результатам багаторічних досліджень встановлена ширина міжрядь в 700 мм, а друга сторона – це інтервал між насіннями в рядку – змінюється в залежності від густоти.

В плані розташування рядка насіння необхідно відмітити, що сівба кукурудзи може бути гладенькою, гребеневою або борозною.

Гладенька сівба – загальноприйнята, займає більшість площ вирощування кукурудзи і виконується на зяблевій гладенькій оранці на фоні передпосівної культивуації.

В зонах підвищеної вологості з метою прискорення підсихання ґрунту до нормального фізичного стану сівбу кукурудзи виконують в гребні, які формують спеціальними культиваторами-гребнеутворювачами восени. При цьому гребінь має наступні параметри (рис. 3.2)

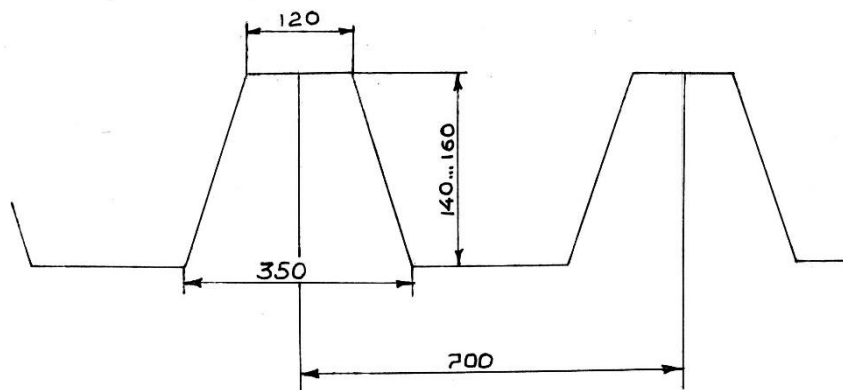


Рисунок 3.2 - Параметри гребнів

За результатами перевірки гребеневої технології в порівнянні з гладенькими посівами розміщення рослин, широкого розповсюдження по причині використання спеціальних машин на невеликих площах і при сумнівному економічному ефекті гребневий спосіб сівби не знайшов.

Для степових посушливих зон України більш доцільним може бути сівба кукурудзи на дно борозди. Суть ідеї зводиться до наступного. В зонах

недостатньої зволоженості нашої країни до моменту сівби кукурудзи (25/IV - 9/V) верхній шар ґрунту, який піддається багатократній дії робочих органів ґрунтообробних машин (боронування, одна-дві допосівні культивації), на глибині 5 - 8 см практично обезвожений. Для гарантованого отримання сходів кукурудзи її насіння необхідно загортати глибше цього шару і вкласти його на вологе дно борозни. У зв'язку з достатньо великою глибиною загортання і значними відмінностями енергії проростання окремо взятих насінин сходи кукурудзи з'являються неодноразово, іноді при глибині загортання більше 9 см ще і ослабленими, що приводить до нерівномірності їх висоти особливо в перші фази розвитку. Як відомо, посіви кукурудзи в боротьбі з коренепаростковими і широколистними бур'янами оброблюють гербіцидом (амінна сіль 2,4ДА) в дуже швидкоплинну фазу розвитку культурних рослин – 3 - 5 листків. Різниця в розвитку рослин не рідко робить неможливою хімічну прополку кукурудзи.

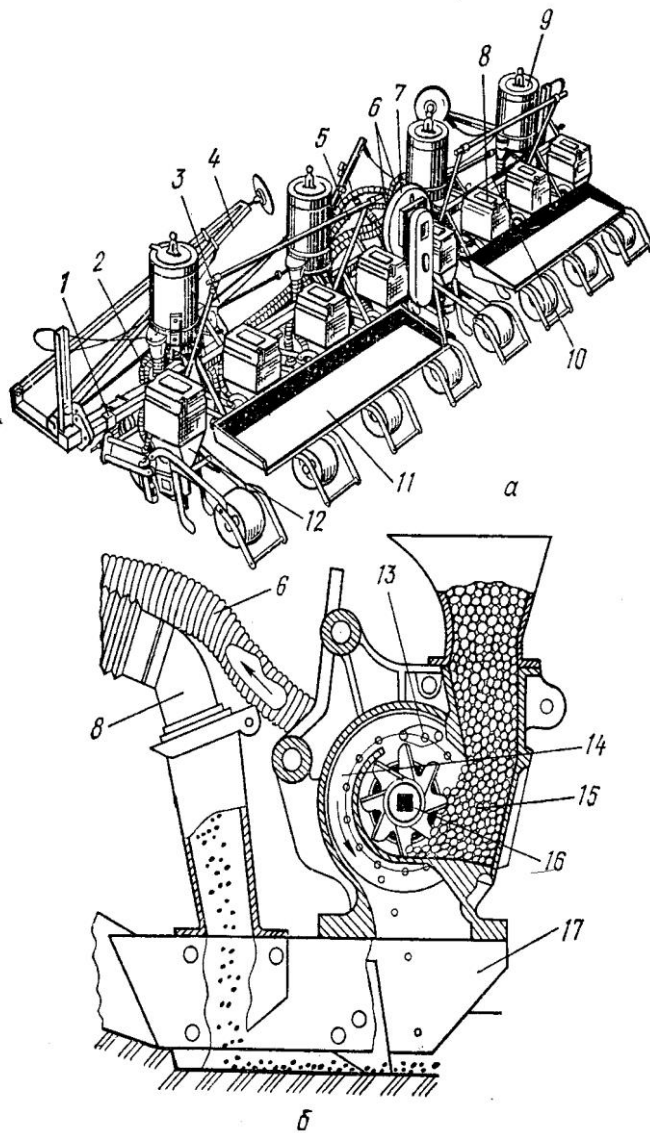
Таким чином, можна ствержувати, що найбільш перспективною технологією вирощування кукурудзи в наш час є інтенсивна малогербіцидна, яка передбачає використання високоякісного насіння, сучасних засобів механізації вирощування при обмеженому використанні засобів хімічного захисту рослин.

Одним з важливих напрямків вдосконалення технологій вирощування кукурудзи є оптимізація площі живлення рослин за рахунок підвищення рівномірності розташування насіння в борозні при проведенні сівби.

4 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ СІВАЛОК ДЛЯ СІВБИ КУКУРУДЗИ

Вітчизняні сівалки для посіву кукурудзи наступні: СУПН-8, СУПН-8-01, СУПН-8А, СКПП-12, СУПН-12, СУС-4,2, УПС-12. Усі названі сівалки мають однаковий пневматичний висіваючий апарат і відрізняються рядністю і способом загортання висіяного насіння.

4.1 Будова та технологічний процес сівалки СУПН-8



Сівалка СУПН-8 складається з рами, що являє собою ферму, на якій установлені чотири правих і чотири лівих секції 12 (рис. 4.1.).

Рисунок 4.1 - Сівалка СУПН-8
а – загальний вид; *б* – схема технологічного процесу;

1 – рама; 2 – опорно-приводне колесо; 3 – кронштейн; 4 – маркер; 5 – замок; 6 – повітропроводи; 7 – вентилятор; 8 – тукопровід; 9 – туковисівні апарати; 10 – чистик; 11 – підніжка; 12 – секція; 13 – скидаюча вилка; 14 – висіваючий диск; 15 – забірна камера; 16 –

зворушувач; 17 – сошник

Секції включають підвіску, сошники і висівні апарати; вентилятори 7 відцентрового типу з гідравлічним приводом; тарільчасто-скребкові туковисівних апарати 9; опорно-приводне колесо 2 з механізмом передач; підніжок 11; маркери 4.

Сівалка оснащена приладом контролю рівня насіння в бункерах. Основними складальними одиницями сівалки СУПН-8 і її модифікації СУПН-6 є висівні секції 12, аналогічні за будовою.

На сівалці СУПН-8 встановлено вісім, а на сівалці СУПН-6 шість секцій. До кожної секції входять механізм передач руху висівному диску, висівний апарат 16 (рис. 4.2), сошник з механізмом регулювання ходу у вигляді куліси 9, бункер 12 для насіння, прикочувальне колесо 13, шлейф 14, загортачі 15, паралелограмна підвіска для з'єднання секції з кронштейном 3.

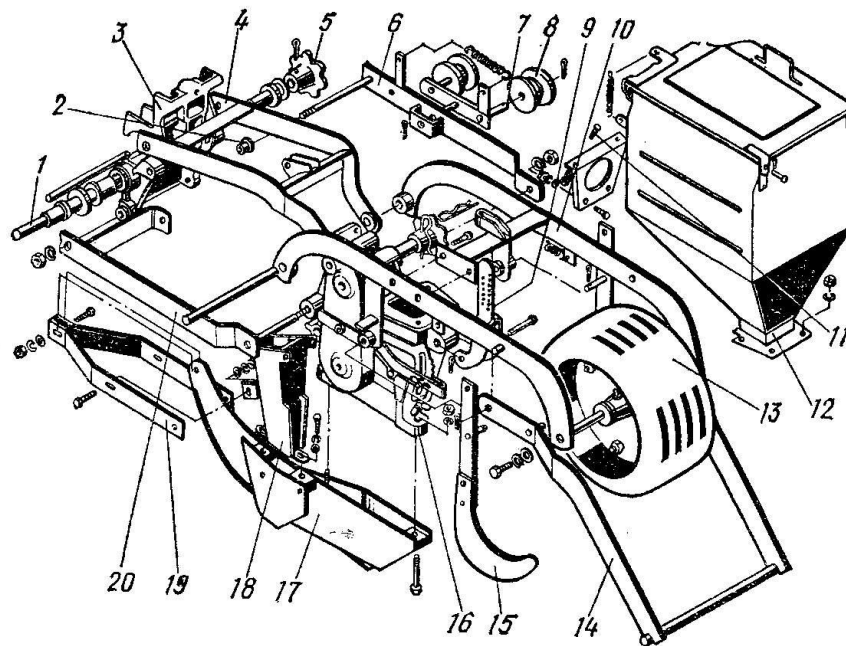


Рисунок 4.2 - Посівна секція:

1 – вал; 2 – втулка; 3 – кронштейн; 4, 6 і 20 – повідки; 5 – зірочка; 7 – натяжник; 8 – ролик; 9 – куліса; 10 і 19 – тяги; 11 – болт; 12 – бункер; 13 – колесо; 14 – шлейф; 15 – загортач; 16 – висівний апарат; 17 – полоз; 18 – воронка

Комбінований полозовидний сошник складається із полоза 17 з туковою і насінневою п'ятами, тукової лійки 18 і тяг 19. За допомогою болтового з'єднання на сошнику монтують висіваючий апарат 16.

Механізм регулювання глибини ходу сошників включає кулісу, пружинний шплінт, шарнірно встановлені тяги з обмежувальною скобою і натискною штангою з пружиною.

Глибину закладення насіння у ґрунт регулюють зміною положення полоза сошника стосовно прикочуючого колеса, переставляючи швидкоз'ємний шплінт в отворах куліси. Мінімальну глибину ходу сошників (глибину закладення насіння) забезпечують, переставляючи пружинний шплінт у нижній отвір куліси, а максимальну – у її верхній отвір. Перестановка шплінта на кожний наступний отвір у кулісі відповідає зміні заглиблення сошника на 10 мм.

При роботі на легких ґрунтах тиск на сошник знижують, а на важких – підвищують, переміщаючи стопорні кільця по підпружиненій штанзі, верхній кінець якої рухомо закріплений на брусі рами сівалки, а нижній – шарнірно на повідцях секцій.

Підвіска секції виконана паралелограмною. Вона утворена кронштейном 3, повідцями 4, 6 і 20, корпусом апарата 16.

Висівний апарат пневматичного типу складається з литого корпусу 18 (рис. 4.3) із забірною камерою і кришкою 10, висівного диска 13, зворушувача 14 і прокладки 11. Кришка 10 має камеру розрідження. Між кришкою 10 і камерою розрідження розташовується диск 13 з зворушувачем 14 і прокладкою 11. Висіваючий диск закріплений на кінці вала 15, що обертається в капронових втулках 16. На протилежному кінці цього вала встановлена і закріплена гайкою зірочка 3. Вал 15 одержує обертання через ланцюгову передачу від вала 6 контрпривода, змонтованого на підшипниках скольження в кронштейні 7.

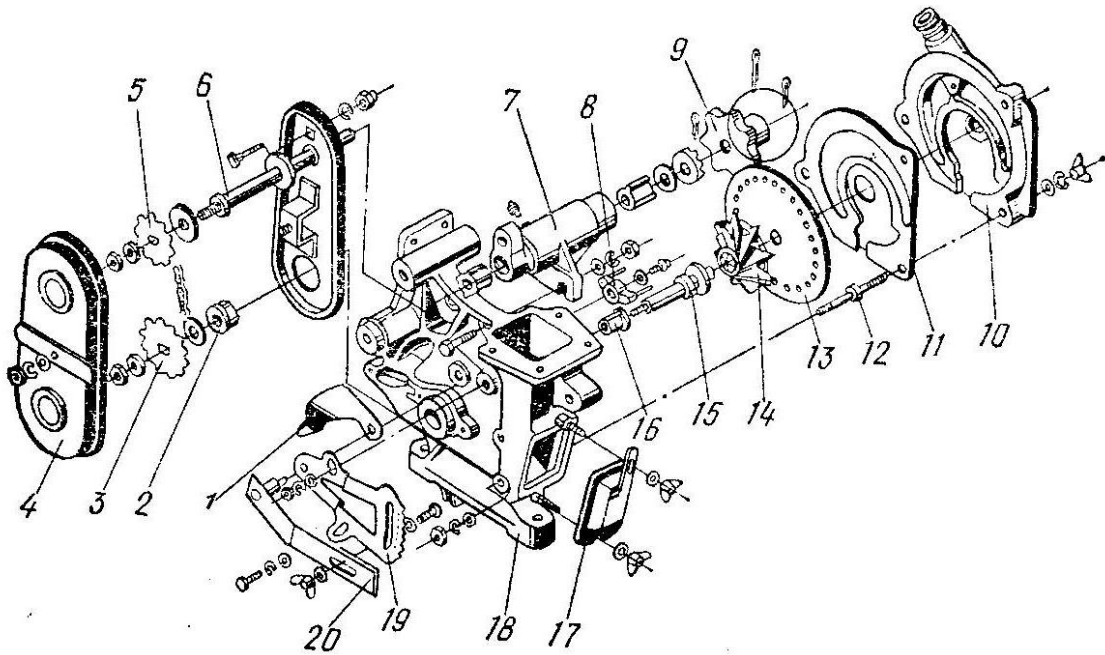


Рисунок 4.3 - Висіваючий апарат:

1 – заслінка; 2 і 6 – втулки; 3, 5 і 9 – зірочки; 4, 10 і 17 – кришки; 6 і 15 – вали;
7 – кронштейн; 8 – вилка; 11 – прокладка; 12 – шпилька; 13 – диск;
14 – зворушувач; 18 – корпус; 19 – шкала; 20 – важіль

Кронштейн розміщений у верхній частині корпусу висіваючого апарата. Ланцюгова передача з вала 6 на вал 15 обертання висіваючого диска 13 закрыта кришкою 4. На кінці вала 6 передбачений шплінт, призначений для фіксації зірочки 9.

Диск 13 складається з основи і тонкої металевої накладки, жорстко з'єднаних між собою. В основі і накладці диска по колу виконані отвори діаметром 5 мм. Розміри отворів у накладці менші, ніж в основі диска. Різниця в розмірі отворів зроблена для того, щоб виключити їхнє забивання. В апараті диск розташований отворами меншого діаметра у бік забірної насінневої камери і притискається зворушувачем 14 до камери розрідження кришки 10.

Камера розрідження являє собою порожнину підковоподібної форми. Камера за допомогою повітропроводу 6 (рис. 4.1) з'єднана з розтрубом вентилятора. Кришка закріплена на корпусі шпильками.

Зайве насіння, що присмокталося до отворів висіваючого диска, скидається вилкою 8 (рис. 4.1), розташованою у верхній частині камери. Відстань між штирями вилки й отворами диска повинна бути такою, щоб між ними могла пройти тільки одна насінина, що присмокталася до отвору диска, а інші за допомогою штирів вилки скидалися б у забірну камеру.

Необхідне положення штирів вилки, щодо отворів висіваючого диска, встановлюють за допомогою важеля 20 і шкали 19. Переміщення важеля відносно шкали на одну поділку відповідає 1 мм.

Апарат очищають від насіння через вікно, що знаходиться в нижній частині корпусу і прикривається кришкою 17. Для перевірки присмоктування насіння до отворів висіваючого диска при працюючому вентиляторі в корпусі апарата передбачене вікно, що закривається заслінкою 1.

Робочі органи приводяться в рух від опорно-приводних коліс за допомогою механізмів передач. Вакуум у підковоподібній порожнині кришки висіваючого апарата створює вентилятор.

Основним робочим органом висіваючого апарата є перфорований диск 14 (рис. 4.3), що обертається навколо горизонтальної осі. У процесі обертання диска його отвори поперемінно потрапляють у зону розрідження і в зону атмосферного тиску. У разі, коли отвори попадають у зону розрідження, насіння, що надходить з забірної камери 15, під впливом вакууму присмоктується до отворів диска. Надходженню насіння до висіваючого диска сприяє зворушувач 16. Насіння переноситься диском у нижню частину апарата, де розрідження відсутнє. Тут, у зоні атмосферного тиску, насіння відходить від отвору і падає на ущільнене дно борозни, утворене сошником 17.

Вилка 13, розташована у верхній частині забірної камери, сприяє присмоктуванню до отвору лише зерна. Штирі вилки скидають з диска зайве насіння, що присмокталося, у забірну камеру.

Мінеральні добрива з туковисівних апаратів проходять лійки тукопроводів 8 і надходять на дно борозни, утвореної туковими п'ятами сошників 17. Добрива укладаються на деякій відстані від насіння. Насіння і добрива загортаються в ґрунт загортачами. Прикочуючі колеса, що йдуть за загортачами, ущільнюють ґрунт над рядками, а шлейфи вирівнюють поверхню засіяного поля і покривають зону рядків мульчуючим шаром ґрунту.

Привод вакуумного насоса в сівалки СУПН-8 здійснюється від гідросистеми трактора, а в сівалок СУПН-8А і СКПП-12 – від валу відбору потужності при частоті його обертання 1050 хв^{-1} .

У сівалки СУПН-8-01 вакуум створюється за рахунок використання енергії вихлопних газів дизеля.

У сівалок СУПН-8, СУПН-8-01, СУПН-8А, СУПН-12 загортаючий робочий орган уявляє собою дві полиці, що присипають насіння ґрунтом, опорне колесо і рамка-шлейф.

У просапних сівалок СКПП-12, СУС-4,2, УПС-12 загортаючий робочий орган виконано у виді дводискового сошника і V-подібного прикочуючого котка, що забезпечує формування ґрунтового горбика над засіяним рядком.

4.2 Аналіз конструкцій закордонних сівалок для сівби кукурудзи

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. 4.4, а). Ця машина призначена для посіву просапних культур (кукурудза, соняшник, сорго, соя й 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 непідготовлений 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 агрегується з тракторами Т-150К, ХТЗ-17021, ХТЗ-16031, ХТЗ-120/121, Т-150, ЛТЗ-155.

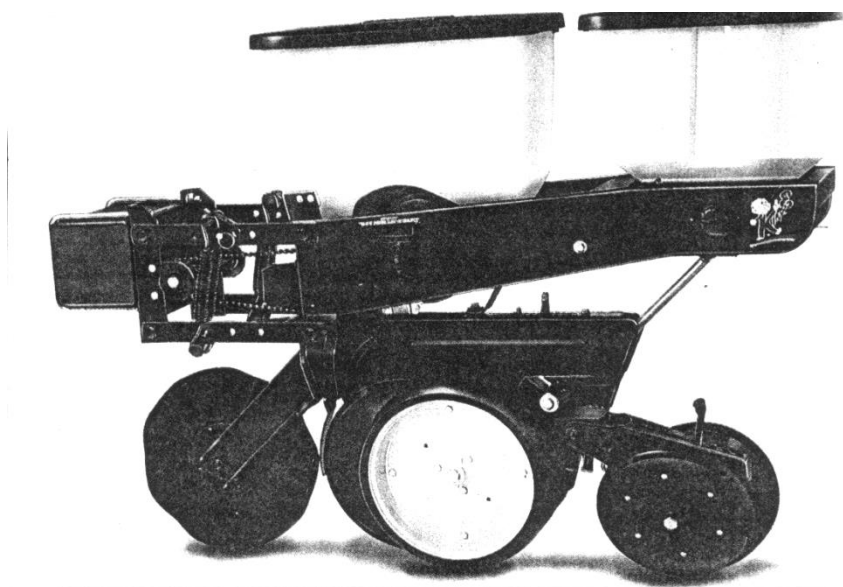
Сівалка фірми «Accord» (Німеччина) по конструкції висіваючого апарату, приводу робочих органів, загортаючим робочим органам аналогічна вітчизняним просапним сівалкам. (рис. 4.4, б)

Сівалка “Мультикорн” (фірми Франц Кляйне, Німеччина) обладнана пневматичним висіваючим апаратом із розподільним диском великого розміру (рис. 4.4, в). Це дозволило зменшити швидкість його обертання, а отже, час заповнення диска насінням збільшився. Це забезпечує посів без пропусків і без порожніх гнізд.

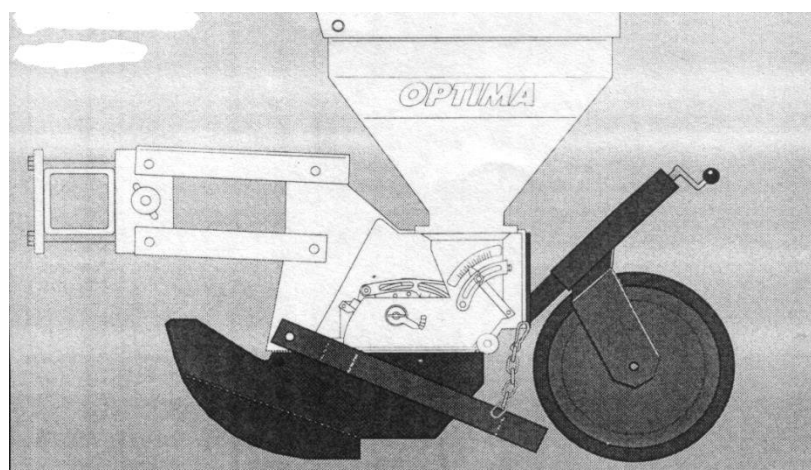
У Німеччині для посіву кукурудзи використовують сівалки точного висеву. Виготовленням однозернових просапних сівалок у країні займається 10 фірм. Переважна більшість сівалок оснащена пневматичними висіваючими апаратами, із приводом від вала відбору потужності трактора. Для підвищення рівномірності розподілу насіння по площі живлення проведені дослідження по висіву кукурудзи 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.

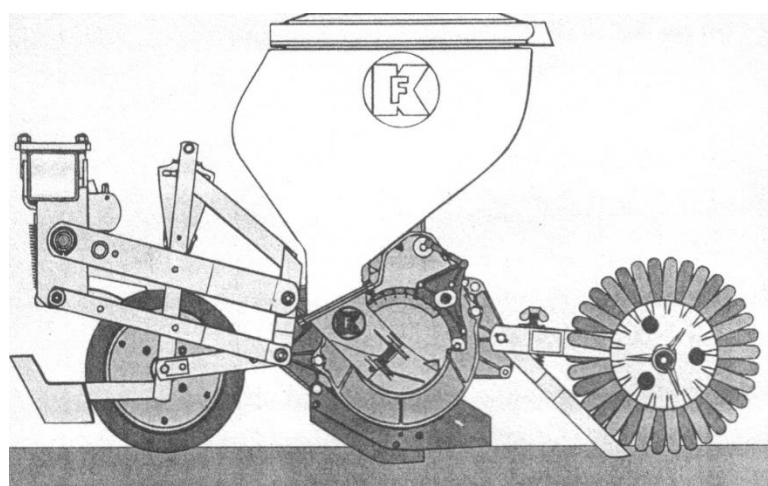
За даними наукових досліджень Німеччини, просапні сівалки з пневматичним висіваючим апаратом, забезпечують 98%-ву точність розподілу насіння при робочих швидкостях посівного агрегату до 8 км/ч. Особливо підкреслюється, що досить висока точність розміщення рослин досягається



а)



б)



в)

Рисунок 4.4 - Закордонні сівалки для сівби кукурудзи: а - Кінзе-2000 (Джон-Дір, США); б – Оптима (Аккорд, Німеччина); в – Мультікорн (Франц Кляйне, Німеччина)

при висіві дражованого насіння. Одна з найважливіших передумов роботи однозернових сівалок і комбінованих агрегатів - підготовка ложа і сівба за один прохід (попереднє просихання ґрунту на глибину сівби – 4 - 6 см).

Рисунок 4.5 – Сівалка точного висіву SE 5 чеського виробництва

Рисунок 4.6 – Пневматична сівалка MAXIMA фірми KUNN

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 кукурудзи 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.

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.

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.

Рисунок 4.7 – Секція сівалки ED фірми AMAZONE

Ряд фірм США виробляють різні види сівалок для гребеневого посіву кукурудзи. 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 кукурудзи 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 теплолюбної кукурудзи 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 кукурудзи 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.

За даними французьких досліджень, застосування способу посіву під плівку прискорює дозрівання рослин кукурудзи на три тижні.

Наприкінці ХХ сторіччя в інституті зернового господарства УААН проводили випробування способу посіву кукурудзи під плівку і сівалки «Huard». Процес роботи сівалки проходить наступним чином. Перед сівалкою, яку начіплено на задню гідроначіпку колісного трактора, на валі закріплений рулон із плівкою. Перед першим проходом посівного агрегату протягують під сівалкою полотно плівки і закріплюють його на ґрунті. Опускають машину і починають рух. Висіваючий апарат дозує насіння кукурудзи і через насіннепровід подає їх до сошника-перфоратора. Останній пробиває отвір у плівці і загортає насіння в ґрунт. В кінці гону по команді з кабіни трактора ніж відрізає плівку. Далі процес повторюється.

Полеві експерименти ІЗГ УААН підтвердили агровимоги до посіву під плівкою. Однак, недостатня якість плівки (не повне її розкладання під впливом сонячної радіації), висока вартість машини, надзвичайно низька продуктивність агрегату не дозволили видати рекомендації для практичного впровадження цього способу посіву кукурудзи.

Аналіз існуючих технологій вирощування кукурудзи, способів посіву і технічних засобів для висіву насіння дозволяє визначити напрямок удосконалення конструкції сівалки.

5 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВАЮЧОГО АПАРАТУ

В результаті проведеного аналізу сучасних технічних засобів сівби кукурудзи вітчизняного та закордонного виробництва було встановлено, що основним типом висіваючого апарату є пневматичний. При цьому більшість сучасних сівалок точного висіву для сівби кукурудзи устатковуються пневматичними висіваючими апаратами, які працюють за рахунок розрідження. Недоліками таких висіваючих апаратів є:

1. Отвори, що присмокчують насіння, засмічуються залишками насіння, і тим швидше, чим вони менші.
2. Порушення безперервності підведення насіння до місця їх присмоктування завдяки зависанню насіння у насінному каналі і при вході в камери висіву насіння і тим більше, ніж гірша їхня сипкість.
3. Збільшення енергетичних витрат на подолання дотичних сил інерції насіння, тому, що колова швидкість кінців зворушувача менша колової швидкості отворів, що присмоктують насіння.
4. Висіваючий диск присмоктує тільки відносно великі насінини (діаметр отворів, що присмоктують, 3 і 5 мм).
5. Незадовільна робота скидача "зайвих" насінин, тому що при порушенні перпендикулярності висіваючого диска до консольної осі його обертання під одним з його штирів утвориться зазор, у якому защемляються зайві насінини, особливо при сівбі мілкового насіння.

Аналіз патентних джерел свідчить про те, що більшість запропонованих технічних рішень по пневматичним висіваючим апаратам зводиться до введення в конструкції додаткових пристроїв, які ускладнюють будову та регулювання, знижують надійність виконання технологічного процесу сівби.

Метою вдосконалення висіваючого апарату точного висіву є підвищення надійності виконання технологічного процесу сівби просапних культур а також

забезпечення рівномірного розподілу насіння при вкладанні його на дно борозни. Для досягнення вказаної мети пропонується принципово новий механічний висіваючий апарат дискретної дії, який можливо було б використати на сівалках типу СУПН без зміни базових конструктивних елементів (корпусу та системи приводу) висіваючого апарату.

Схема запропонованого висіваючого апарату представлена на рис. 5.1 і 5.2.

Висіваючий апарат складається з корпусу 1 із насіннепроводом 2. У корпусі запресовані втулки 3, у яких установлений вал 4. На кінці валу за допомогою шпонки 5 і гайки 6 закріплений диск 7. До диска 7 гвинтами 8 концентрично кріпиться кільцевий барабан 9 із трубчастими захватами 10. Всередині захватів знаходяться притискачі 11, що мають можливість переміщатися до центра барабана під дією на їхні голівки нерухомого кулачкового елемента 12 і від центра до периферії під дією пружин 13. У нижній частині корпусу перед входом захватів в завантажувальну камеру 14 установлена гребінка 15 із щітками 16. Щітки забезпечують вільний прохід захватів у завантажувальну камеру і утримують у ній насіння. Вище камери завантаження встановлені щітки 17 і щітки-відкидачі 18. У зоні викидання насіння встановлений напрямляч, що складається з нерухомої частини 19 і рухливої частини 20, шарнірно з'єднаних осями 21.

У верхній частині корпусу кріпиться пристосування для зміни положення кулачкового елемента 12 відносно барабана, що складає з опори 22, гайки 23, тяги 24 і двох гвинтів 25 і 26, що переміщаються в радіальних пазах 27 корпусу. Трубчасті захвати мають притискачі 28 перемінної ширини.

Висіваючий апарат працює наступним чином. Трубчасті захвати 10, обертаючись разом з барабаном 9, при вході в завантажувальну камеру підготовлені до захвату насіння своїми притискачами 28, тому що головка притискача 11, набігаючи на криволінійну частину кулачкового елемента 12, переміщує притискач до центра обертання на величину висоти робочої частини притискача h .

Насіння з великою товщиною або округлої форми майже повністю

заповнюють простір під торцем притискача 11. Тонке насіння заповнює цей

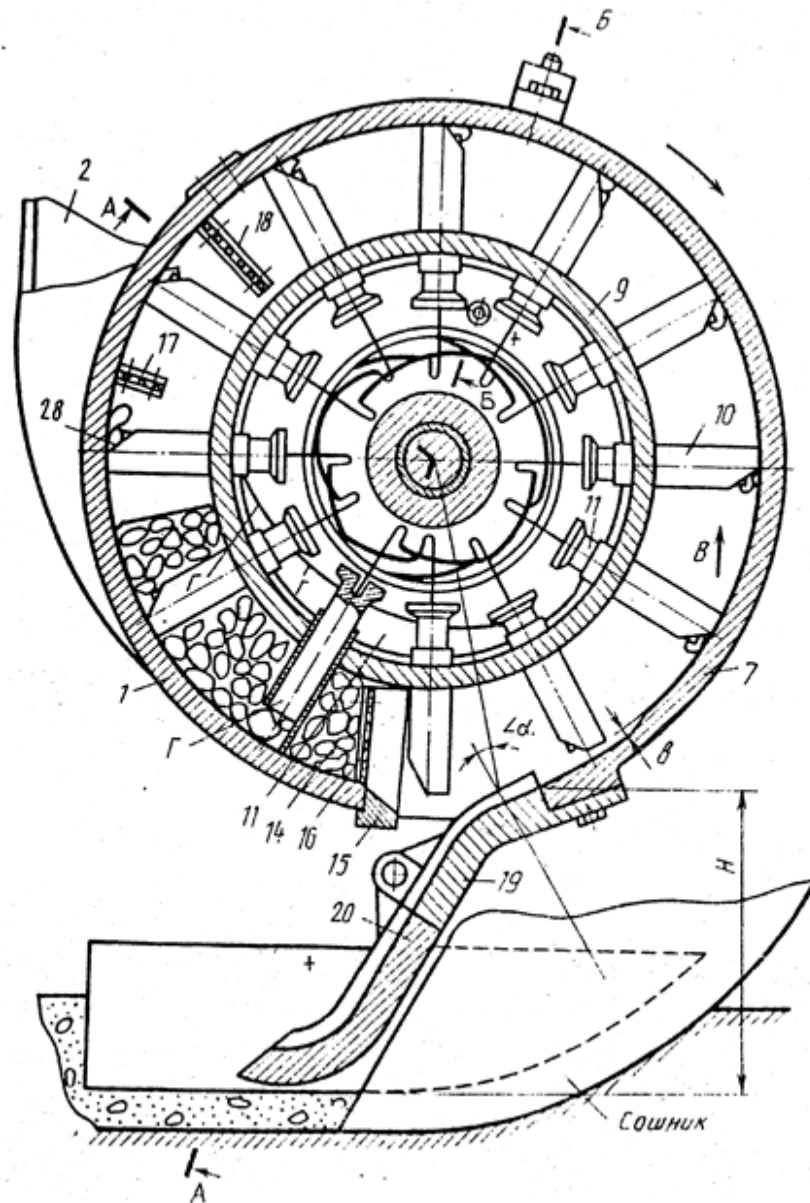


Рисунок 5.1 - Схема механічного висівального апарату точного висіву:

- 1 – корпус; 2 – бункер; 3 – втулка; 4 – вал; 5 – шпонка; 6 – гайка; 7 – диск;
 8 – гвинт; 9 – барабан; 10 – захват; 11 – притискач; 12 – кулачок; 13 – пружина;
 14 – забірна камера; 15 – гребінка; 16 – щітка; 17 – щітка скидаюча;
 18 – щітка відкидаюча; 19 – нерухомий напрямляч; 20 – рухомий напрямляч;
 21 – вісь; 22 – опора; 23 – гайка; 24 – тяга; 25 і 26 – гвинти; 27 – паз;
 28 – робоча частина захвату

простір орієнтовно на $1/2$ висоти h робочої частини притискача. Друга тонка

насінина в цей простір не може потрапити, тому що вільний простір, що

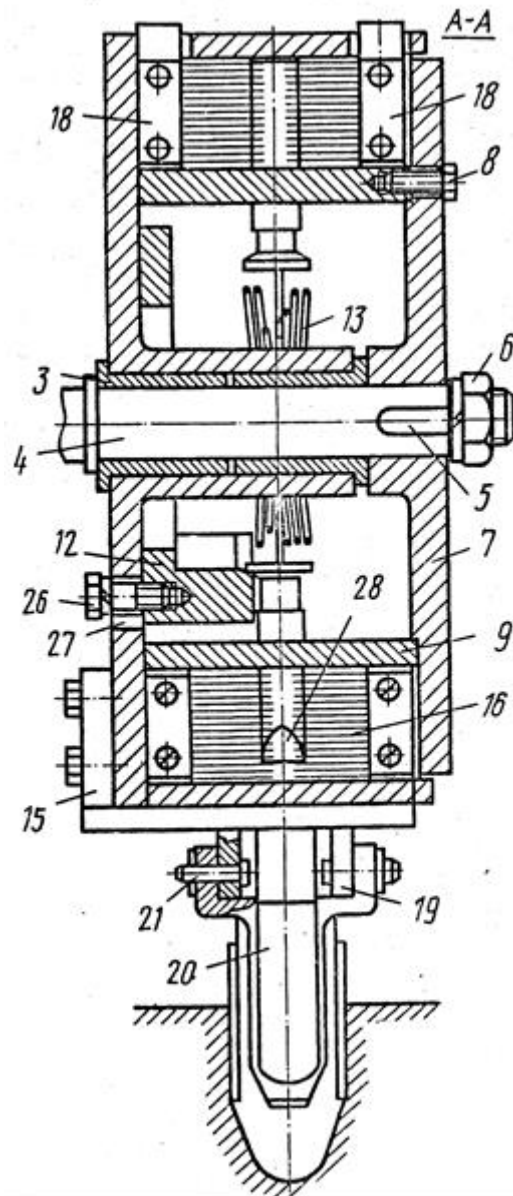


Рисунок 5.2 - Схема механічного висівача точного висіву, переріз А-А на рис. 5.1

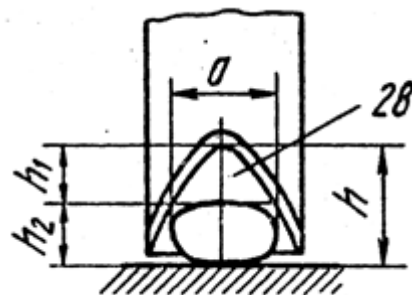


Рисунок 5.3 - Схема фіксації насіни притискачем

залишився, між першою насінною і торцем притискача обмежений розмірами h_2 і d , де h_2 - товщина притиснутої насінниці; d - величина перекриття насінною торця притискача (рис. 5.3), яка менша товщини і ширини дрібного насіння. Практично друга насіннина не може потрапити під притискач.

При виході захватів з камери 14 завантаження притискач 11, збігаючи своєю головкою по кривій Г з кулачкового елемента 12, під дією пружини 13 притискає насіння до внутрішньої поверхні корпусу. Сила тертя насіння об корпус притискає насінину до задньої стінки захвату. Якщо захватом зафіксовано дві насінниці, то при проході через щітки 17 друга насіннина, слабо затиснена у верхній частині притискача, видаляється щіткою і відлітає в невизначеному напрямку. Щоб уникнути влучення цих насінин в зону викидання встановлені щітки-відкидачі 18.

Велике насіння в процесі тертя по внутрішній поверхні корпусу може бути заклинено в притискачі. Тому при підході до зони викидання насіннина видавлюється пружиною 13 на величину b (рис.6.1). Після цього притискач, набігаючи своєю головкою на кулачок, звільняє насіннину. Всі насінниці перед початком вільного падіння мають практично рівні початкові швидкості. У момент сходу насіння з напрямляча їхня швидкість зростає до величини, близької до $V = V_1 + \sqrt{gH}$, де V_1 - колова швидкість насіння; H - висота напрямляча.

Варіюючи значеннями V_1 і H , можна одержати горизонтальну складову швидкості насіння в момент сходу його з напрямляча, рівну швидкості сівалки і зворотну по напрямку. Це в сполученні з малою висотою падіння насіння з напрямляча різко зменшує силу удару насіння об ґрунт і, отже, відскік.

Щоб уникнути полумок напрямляча і налипання на його робочу поверхню ґрунту при опусканні сівалки без руху сівалки вперед, нижня частина 20 напрямляча виконана рухомою і кріпиться на нерухомій частині 19 напрямляча за допомогою осі 21.

Для використання даного висіваючого апарату для висіву насіння інших культур, що відрізняються розмірами від насіння кукурудзи, передбачене

регулювання ходу притискача. При обертанні гайки 23 тяга 24 переміщає в радіальних пазах 27 корпусу 1 гвинт 25 разом з кулачковим елементом 12 і гвинтом 26. Переміщаючи робочий крайок Г кулачкового елемента 12 від центра барабана 9 до периферії, можна змінювати відстань h_2 (рис.5.3) між торцем притискача і поверхнею корпусу в момент входу захвату в камеру завантаження в залежності від фракції насіння різних культур.

6 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЧНОГО ВИСІВАЮЧОГО АПАРАТУ

Точна сівба передбачає однозернове рівномірне по довжині рядка розміщення в ґрунті насіння культури що висівається. Це забезпечує найбільш сприятливі умови для проростання насіння і виходу ростків на поверхню ґрунту. Мета точної сівби – отримати рівномірно розміщені по площі поля рослини, які в цьому випадку розвиваються в найбільш сприятливих умовах. При інших однакових умовах завдяки точній сівбі забезпечується економія насіння і підвищення врожайності.

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

Системи точної сівби призначені для виконання точного процесу розподілу насіння в ґрунті з певними параметрами (крок сівби, глибина загортання). Ця головна мета досягається в процесі виконання 3-х основних операцій: формування вихідного потоку насіння, транспортування насіння до сошника і розміщення його в борозні.

Операція формування вихідного потоку насіння починається з подачі в забірну камеру вибираючих елементів у вигляді захватів з притискачами, які утворюють потік робочих елементів з параметрами M_3 – кількість захватів, D_n – діаметр притискача, V_n – швидкість притискача. Захвати вибирають насіння із неупорядкованої маси насіння в забірній камері і подають їх по одному до місця розвантаження, утворюючи вихідний потік.

Вихідний потік направляють з допомогою насіннепроводу або без нього в борозну, що утворюється сошником. 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 насіння при подачі її в борозну.

Як впливає із вищенаведеного, параметри кінцевого потоку M_6 та V_6 є результатом перетворення вихідного потоку в операціях передачі та розміщення, у результаті яких вихідний потік високої рівномірності може перетворитися в нерівномірний потік із значним відхиленням інтервалу між насінинами від заданого. Задача оптимізації зводиться до вибору таких технічних і технологічних рішень, які при мінімальних витратах забезпечують високу рівномірність вихідного потоку насіння і мінімальне його перетворення при передачі і розміщенні в борозні.

Розглянемо кожну з операцій, що відбуваються при точній сівбі більш детально.

Формування вихідного потоку насіння. Це операція у свою чергу має дві основні фази: захват насіння затискачем та видалення зайвого насіння у випадку захвату декількох насінин.

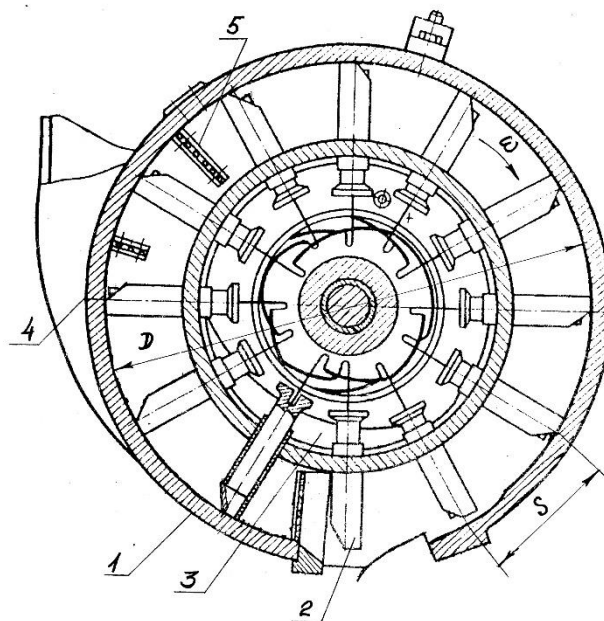


Рисунок 6.1 - Параметри механічного висіваючого апарата:

1 – корпус; 2 – затискач; 3 – лекало; 4 – щітка скидаюча; 5 – щітка відбиваюча

Захват насіння затискачем в першу чергу буде залежати від геометричних та кінематичних параметрів механічного висіваючого апарату

Запропонований висіваючий апарат має наступні параметри: діаметр по кінцям затискачів D , кількість затискачів z , діаметр і глибина отвору затискача (d_3 і h_3), крок між затискачами S (рис. 6.1.)

З умови фіксації затискачем тільки одного зерна кукурудзи визначають середній діаметр отвору d_3 і глибину його h_3 (рис. 6.2)

$$2\delta_{min} < d_3 = b_{max} + k_d, \quad (6.1)$$

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

b_{max} - максимальна ширина насіння, мм;

k_3 - зазор між стінкою отвору і насіниною, мм;

$k_3 = (0,35-0,45) l$; l - довжина насінини, мм.

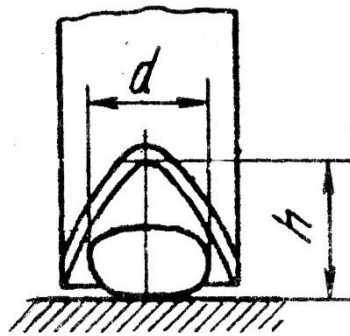


Рисунок 6.2 - Параметри отвору затискача

У відповідності до літературних даних (розділ 2) насіння кукурудзи має наступні геометричні розміри:

Довжина $l=8-12$ мм;

Ширина $b=6-9$ мм;

Товщина $\delta=4-6$ мм.

Тоді у відповідності до залежності (6.1.) визначимо діаметр отвору з умови попадання в нього тільки однієї насінини:

$$d_3 = 9 + 0,4 = 9,4 \text{ мм.}$$

Збільшуємо до найближчого стандартного значення діаметра отвору $d_3=10$ мм. Крім цього, для проведення якісної сівби, необхідно провести

калібрування насіння по товщині.

Глибина отвору обчислиться з умови:

$$2\delta_{min} > h_3 = \delta_{max} + k_h, \quad (6.2)$$

де: δ_{max} – максимальна товщина насіння, мм;

k_h – зазор між корпусом і насіниною, мм;

$k_h = 0,5-1$ мм.

Враховуючи геометричні розміри насіння, маємо:

$$h_3 = 6+1 = 7 \text{ мм.}$$

Об'єм насіння, що висівається за один оберт вала, складає:

$$q = 0,25\pi d_3 h_3 z, \quad (6.3)$$

де: d_3 – діаметр отвору, м;

h_3 – глибина отвору, м;

z – кількість затискачів висіваючого пристрою.

При нормі висіву Q (шт./пог.м.) об'єм насіння, що повинний висіятися висіваючим апаратом за один оберт вала, складе:

$$q = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot Q \cdot B \cdot m_i \cdot 10^{-3}}{\gamma \cdot (1 - \varepsilon) u}, \quad (6.4)$$

де: D_0 – діаметр опорно-приводного колеса, м;

Q – норма висіву; $Q=7-9$ шт./пог.м;

B – ширина міжряддя, м;

m_c – маса насіння, кг ; $m_c = m_0 \times 10^{-3}$; m_0 – маса 1000 шт. насінин, г;

γ - об'ємна маса насіння, кг/м³ ;

u – передатне відношення привода;

ε – коефіцієнт проковзування.

Прирівнюючи вирази (6.3) і (6.4), визначають кількість затискачів на висіваючому апараті:

$$z = \frac{4D_p \cdot Q \cdot B \cdot m_c \cdot 10^{-3}}{d_3^2 \cdot h_3 \cdot m \cdot \gamma \cdot (1 - \varepsilon) u_1}, \quad (6.5)$$

Для визначення кількості затискачів висіваючого апарату приймаємо наступні вихідні дані:

Діаметр опорно-приводного колеса $D_0 = 0,5\text{ м}$.

Норма висіву $Q = 8 \text{ шт./пог.м}$.

Ширина міжряддя $B = 0,7 \text{ м}$.

Маса насіння $m_c = m_0 \cdot 10^{-3} = 400 \cdot 10^{-3} = 0,4 \text{ кг}$;

Щільність насіння кукурудзи $\gamma = 750 \text{ кг/ м}^3$;

Коефіцієнт проковзування $\varepsilon = 0,1$;

Передаточне відношення механізму привода $u = 0,452$;

Кількість затискачів на висіваючому апараті складе:

$$z = \frac{4D_p \cdot Q \cdot B \cdot m_c \cdot 10^{-3}}{d_3^2 \cdot h_3 \cdot m \cdot \gamma \cdot (1 - \varepsilon) u_1} = \frac{4 \times 0,5 \times 8 \times 0,7 \times 0,4 \times 10^{-3}}{0,01^2 \times 0,007 \times 750 \times (1 - 0,1) \times 0,452} = 18 \text{ шт.}$$

Враховуючи те, що у вихідних даних була прийнята середня норма висіву насіння (8 шт./п.м) остаточно приймаємо $z=24$.

Для можливості фіксації насіння затискачем лінійна швидкість руху повинна бути тим менше, чим більші розміри насіння. При швидкостях посівних агрегатів близько 8 км/год швидкість робочих елементів при сівбі кукурудзи не повинна перевищувати 0,4 – 0,5 м/с [12].

Випадання насіння. Насіння видаляються з отворів за рахунок вільного випадання і примусового виштовхування.

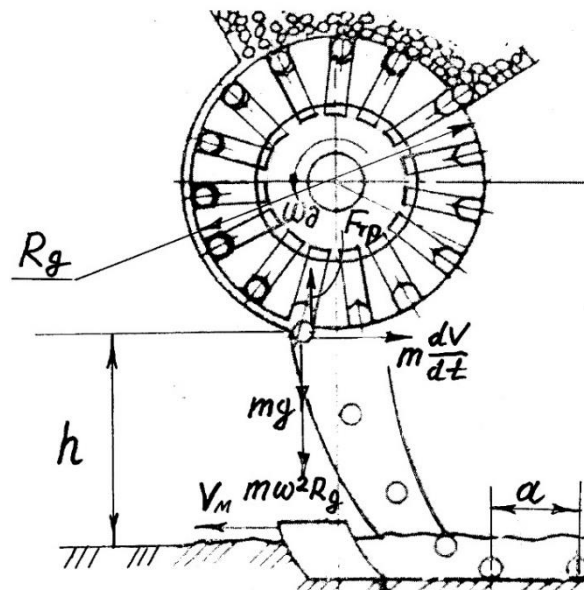


Рисунок 6.3 - Сили, що діють на насінину при вивантаженні

У випадку, коли насінина знаходиться в отворі затискача в зоні вивантаження на неї діють: сила тяжіння mg (рис.6.3), відцентрова сила $m\omega^2 R$, сила інерції $m \frac{dV}{dt}$, і сила тертя F_m .

Умова випадання насіння з отворів буде мати вигляд (рис.7.4.):

$$m \frac{dV}{dt} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \leq mg + m\omega^2 R_0, \quad (6.6)$$

де: φ_1 – кут зовнішнього тертя насіння, град;

ω – кутова швидкість робочого елемента, с^{-1} ;

R_0 – радіус кола, по якому рухається робочий елемент, м;

mg – сила тяжіння насінини, Н.

Вирішуючи рівняння (7.6), визначають швидкість обертання диска:

$$\int dV \leq \frac{g}{\operatorname{tg} \varphi_1} \int dt + \frac{\omega^2 R_a}{\operatorname{tg} \varphi_1} \int dt; \quad (6.7)$$

$$V \leq \frac{g}{\operatorname{tg} \varphi_1} \cdot t + \frac{\omega^2 R_a}{\operatorname{tg} \varphi_1} \cdot t + C, \quad (6.8)$$

де: t – час падіння насінини з висоти h .

При $t = 0$ постійна величина $C = 0$.

З одного боку, час падіння насінини з висоти h дорівнює:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}, \quad (6.9)$$

З іншої сторони час t можна виразити через швидкість руху сівалки V_m і крок між насінинами по довжині ходу a , тобто:

$$t = \frac{a}{V_i}, \quad (6.10)$$

Прирівнюючи вирази (6.9) і (6.10) і з врахуванням того, що $a = a_{\max}$, визначають висоту установки диска від дна борозни:

$$h = \frac{a_{\max}^2 \cdot g}{2V_i^2}, \quad (6.11)$$

Підставляючи вираз (6.9) у формулу (6.8) і з врахуванням того, що $V = \omega R_0$, $\omega = \omega_{\min}$, $h = h_{\max}$, знаходять діаметр диска:

$$D \geq \frac{2g \sqrt{\frac{2h_{\max}}{g}}}{\omega_{\min}^2 \sqrt{\frac{2h}{g}} - \omega_{\text{msn}} \cdot \text{tg} \varphi_1}, \quad (6.12)$$

Мінімальна кутова швидкість обертання диска –

$$\omega_{\min} = \frac{2V_{ii}}{D \cdot U_{\max}}, \quad (6.13)$$

де: U_{\max} – максимальне передаточне відношення.

Для визначення висоти встановлення висіваючого апарату приймаємо крок між насінинами в рядкові $a = 0,15$ м і швидкість руху сівалки $V_m = 2$ м/с.

Тоді у відповідності до залежності (6.11) маємо:

$$h = \frac{a^2 \cdot g}{2V_i^2} = \frac{0,15^2 \cdot 9,81}{2 \cdot 2^2} = 0,03 \text{ м.}$$

Отримане значення висоти встановлення висіваючого апарату не може бути реалізоване в практичних умовах, так як це значення менше глибини сівби кукурудзи. У зв'язку з цим, висота встановлення висіваючого апарату на сівалках типу СУПН становить 0,18 м.

Розміщення насіння в борозні.

Позначимо горизонтальні проекції траєкторії польоту насінини від апарата до дна борозни – x_n , після першого удару об дно борозни – x_1 , шлях перекочування – x_2 (рис. 6.4).

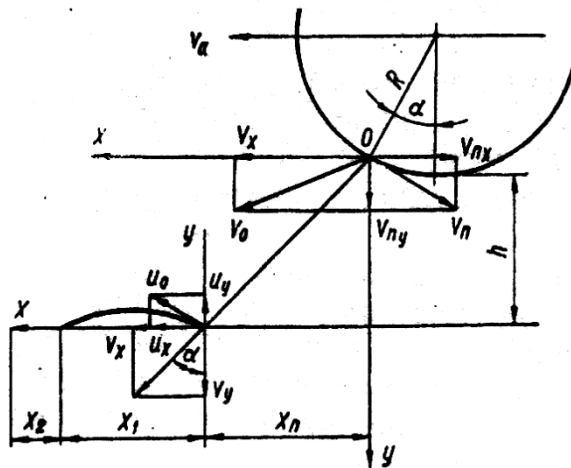


Рисунок 6.4 - Кінематична схема розміщення насіння в борозні

Дальність польоту насіння:

$$x_i = \frac{V_x}{g} \sqrt{V_i \sin^2 \alpha + 2g[h + R(1 - \cos \alpha)]} - V_i \sin \alpha, \quad (6.14)$$

де: $V_x = V_a - V_n \cos \alpha$ – горизонтальна складова абсолютної швидкості падіння насіння, м/с; V_n – швидкість подачі насіння; α – кут початку викидання насіння.

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

$$x_1 = \frac{\xi \mu}{g} V_{\text{дан}}^2 \sin 2\alpha_i, \quad (6.15)$$

де: ξ – коефіцієнт відновлення; μ – коефіцієнт миттєвого тертя; α_n – кут падіння насіння.

Абсолютна швидкість насінини в точці падіння складе:

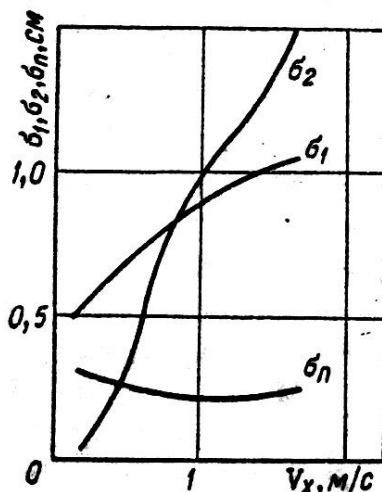
$$V_{\text{дан}} = \sqrt{(V_a - V_i \cos \alpha_i)^2 + (gt + V_i \sin \alpha_i)^2}, \quad (6.16)$$

де: t – час падіння насінини.

Шлях перекочування насінини по дну борозни x_2 знаходиться з рівняння

$$x_2 = \frac{\mu^2 (V_a - V_i \cos \alpha)^2}{2gf_i}, \quad (6.17)$$

де: f_n – коефіцієнт опору перекочування.



Криві зміни середньоквадратичних відхилень точки падіння насінини в борозну σ_n , проекції траєкторії після відскоку від

Рисунок 6.5 - Залежності середньоквадратичних відхилень точки падіння насінини в борозну σ_n , проекцій траєкторії після відскакування σ_1 і перекочування σ_2 від горизонтальної складової швидкості подачі насіння V_x

першого удару σ_1 і після перекочування σ_2 показані на рис. 6.5.

Для визначення основних параметрів процесу розміщення насіння в борозні приймемо наступні вихідні дані:

Швидкість поступального руху висіваючого апарату $V_a = 2$ м/с;

Швидкість подачі насіння $V_n = 0,45$ м/с;

Кут початку вивантаження насіння $\alpha = 15^\circ$;

Відстань від висіваючого апарату до дна борозди $h = 0,18$ м;

Радіус кола, по якому рухаються затискачі $R = 0,1$ м.

Горизонтальна складова абсолютної швидкості падіння насіння складе:

$$V_x = V_a - V_n \cos \alpha = 2,0 - 0,45 \times \cos 15^\circ = 1,8 \text{ м/с.}$$

Дальність вільного руху насіння визначимо за залежністю (5.14)

$$\begin{aligned} x_i &= \frac{V_x}{g} \sqrt{V_i^2 \sin^2 \alpha + 2g[h + R(1 - \cos \alpha)]} - V_i \sin \alpha = \\ &= \frac{1,8}{9,81} \sqrt{0,45^2 \cdot \sin^2 15^\circ + 2 \cdot 9,81[0,18 + 0,1(1 - \cos 15^\circ)]} - 0,45 \cdot \sin 15^\circ = 0,176 \text{ м} \end{aligned}$$

Абсолютну швидкість насіння в точці падіння визначимо за залежністю (6.16). При цьому кут падіння насіння α_n визначимо із прямокутного трикутника OAB , $\alpha_n = 30^\circ$.

Час падіння насіння орієнтовно визначимо як:

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{9,81}} = 0,2 \text{ с,}$$

де: S – шлях руху насіння, $S=0,2$ м (із трикутника OAB).

Тоді:

$$\begin{aligned} V_{\dot{a}\dot{a}\dot{n}} &= \sqrt{(V_a - V_i \cos \alpha_i)^2 + (gt + V_i \sin \alpha_i)^2} = \\ &= \sqrt{(2,0 - 0,45 \cdot \cos 30^\circ)^2 + (9,81 \cdot 0,2 + 0,45 \cdot \sin 30^\circ)^2} = 2,86 \text{ м/с.} \end{aligned}$$

Горизонтальну проекцію траєкторії руху насіння після відскакування від дна борозни визначимо по залежності (6.15):

$$x_1 = \frac{\xi \mu}{g} V_{\dot{a}\dot{a}\dot{n}}^2 \sin 2\alpha_i = \frac{0,15 \cdot 0,4}{9,81} 2,86^2 \cdot 0,86 = 0,04 \text{ м}$$

При цьому приймаємо коефіцієнт відновлення для насіння кукурудзи ξ

=0,15, а коефіцієнт миттєвого тертя $\mu = 0,4$.

Шлях перекочування насінини по дну борозни визначимо по залежності (6.17), при цьому прийнявши коефіцієнт опору перекочування $f_n = 0,6$.

$$x_2 = \frac{\mu^2 (V_a - V_i \cos \alpha)^2}{2gf_i} = \frac{0,4^2 (2,3 - 0,45 \cdot \cos 30^\circ)^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,6} = 0,05 \text{ м}.$$

Загальний шлях переміщення насінини визначимо як суму цих переміщень:

$$x = x_n + x_1 + x_2 = 0,176 + 0,04 + 0,05 = 0,266 \text{ м}.$$

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 висіваючого апарату до дна борозни співвідносне з кроком сівби. У 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 можливо за рахунок встановлення насіннепровода-напрямяча.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Аналіз можливих небезпек і пошкоджень при виконанні технологічних процесів на вирощуванні кукурудзи

При вирощуванні кукурудзи існують небезпечні фактори, які приводять до професійних захворювань або травмування людини.

При луценні стерні:

- несправний трактор (гальма, рульове управління, тягово-зчіпний пристрій);
- гідросистемою піднятий луцильник, який ремонтується;
- перевищення швидкості;
- рух агрегату вздовж і впоперек схилів, перевищуючих допустимі значення;
- очищення робочих органів при працюючому двигуні і на ходу трактора.

Шкідливим фактором є запиленість повітря і високотемпературний режим в кабіні трактора.

Для усунення цих шкідливих факторів необхідно ізолювати доступ пилу в кабіну трактора і встановити кондиціонер.

При подрібненні, змішуванні і внесенні мінеральних добрив:

- несправний трактор (гальма, рульове управління, тягово-зчіпний пристрій);
- робота машини без захисних пристроїв в небезпечних зонах;
- ремонт і регулювання на ходу агрегату;
- знаходження людей під піднятим вантажем;
- відсутні відсмоктувальні пристрої при подрібненні мінеральних добрив;
- робота обслуговуючого персоналу без засобів індивідуального захисту;

- недотримання правил безпеки.

При оранці зябу:

- оранка на схилах, які перевищують допустимі значення;
- усунення неполадок і регулювання на ходу трактора;
- неполадки тягово-зчіпного пристрою;
- заміна лемішів без запобіжних підставок;
- очищення робочих органів на ходу;
- несправність рульового управління і гальм.

При посіві:

- сівалки не обладнані підніжними дошками і поручнями;
- очищення робочих органів на ходу;
- відсутня двостороння сигналізація;
- заправка сівалки на ходу.

При внесенні гербіцидів:

- робота без засобів індивідуального захисту і спеціального одягу;
- заправка агрегату в незапланованих місцях;
- робота агрегату при температурі вище 25° С;
- робота агрегату при сильному вітрі;
- знаходження людей близько агрегату;
- недотримання правил безпеки;
- заміна розпилювачів при працюючому насосі;
- зберігання гербіцидів в спеціально непризначених місцях;
- приготування робочої суміші з порушенням інструкції;
- транспортування гербіцидів на транспорті, не призначеному для

цієї мети;

- знищення гербіцидів не у відповідності з інструкцією.

При збиранні кукурудзи:

- недотримання інтервалу між працюючими машинами;
- робота кукуруддозбиральних комбайнів в тумані;

- робота комбайнів без захисних кожухів;
- очищення робочих органів на ходу;
- відсутня сигналізація і не працює сигнальний пристрій;
- заміна робочих органів при працюючому двигуні.

При транспортуванні качанів і листостеблової маси:

- робота транспортних засобів на підвищених швидкостях;
- неполадки рульового управління і гальма;
- неполадки тягово-зчіпного пристрою;
- рух агрегатів на великих підйомах і спусках без гальмування причепа;
- перевезення людей в причепах;
- рух на великій швидкості на поворотах;
- рух агрегату на схилах з вимкненою передачею.

Аналіз можливих і існуючих небезпек і шкідливих факторів показує, що травмування працюючих буває головним чином із-за незадовільного технічного стану трактора і агрегатуючи з ним машин, очистці робочих органів при працюючому двигуні чи на ходу трактора, неузгодженої чи неуважної дії працюючих на агрегаті, відсутності чи несправності індивідуальних засобів захисту, невідповідності одягу для роботи на машинах.

Заходи при оздоровленні умов праці при вирощуванні кукурудзи наступні:

- виготовлення захисних кожухів на карданні і шестеренчасті передачі;
- виготовлення підставок для проведення техоглядів і ремонтів;
- обладнання пересувних вагончиків і душових на час збирання врожаю;
- придбання плакатів з техніки безпеки;
- обладнання кімнат для прийому їжі на тракторних бригадах;
- благоустрій території тракторних бригад;
- встановлення наглядної агітації по техніці безпеки і охороні праці.

7.2 Правила техніки безпеки при роботі з агрегатом для сівби кукурудзи

До роботи з агрегатом допускаються особи, що знають будову агрегату, його регулювання й організацію робіт. Тракторист повинний мати практичний стаж роботи з ґрунтообробними і посівними машинами не менше трьох років.

При комплектуванні посівного агрегату необхідно дотримувати наступних правил:

1. Для агрегування, трактор заднім ходом підїжджає до сівалки СУПН-8 таким чином, щоб подовжні бруси торкнулися бруса сівалки.
2. Опустити підпірки з лівого і правого боку, опустити сівалку гідросистемою трактора на підпірки.
3. Змонтувати гідросистему сівалки відповідно до заводської інструкції.
4. Підняти агрегат у зборі, забрати підпірки й оглянути весь агрегат.
5. Заїхати на регульовальний майданчик, відкинути підставки, опустити агрегат на опорні колеса сівалки.
6. Установити підпірки таким чином, щоб вони торкалися майданчика, при цьому агрегат ними підтримується.
7. Змонтувати на передній частині балки трактора обприскувач ПОМ-630 відповідно до заводської інструкції (якщо це передбачено технологією сівби). На передній міст встановити противагу. Установити пристрій на сівалку СУПН-8 для стрічкового внесення гербіцидів.
8. Провести контроль комплектності сівалки та її робочих органів (по інструкції до сівалки СУПН-8).
9. Установити глибину загортання насіння кукурудзи і норму висіву відповідно до заводської інструкції.
10. Установити норму внесення робочих розчинів гербіциду.
11. Запропонований порядок підготовки комбінованого агрегату до роботи дозволить уникнути травматизму.

12. Перед виїздом із регульовального майданчика переконатися, що в зоні маневрування немає сторонніх і об'єктів, що заважають руху.

13. У процесі посіву кукурудзи з одночасним внесенням гербіцидів механізатор і підсобний робітник зобов'язані мати і використовувати індивідуальні засоби захисту.

14. При переїздах (крім поворотів на кінцях гонів) штанги маркерів повинні бути надійно зафіксовані.

15. При підйманні та опусканні штанг маркерів і при маневруванні необхідно впевнитися у відсутності живих істот в зоні небезпеки.

7.3 Пристосування по техніці безпеки

Агрегат для сівби кукурудзи зайнятий на польових роботах обмежений час – 160 - 200 годин. У цьому зв'язку ефективність його використання, можливість застосування однієї сівалки й умови збереження агрегату в зборі визначається затратами праці і засобів на складання агрегату і постановку його на зберігання.

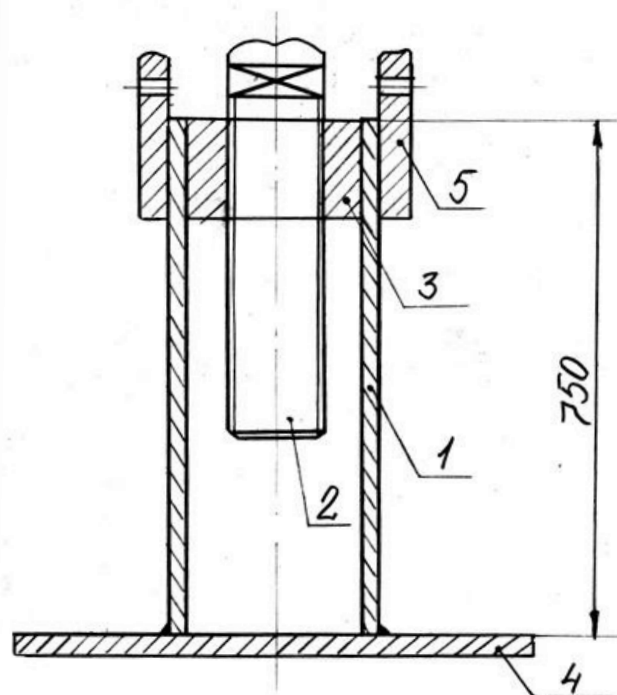


Рисунок 7.1 – Підставка:

1 – стакан; 2 – гвинт; 3 – гайка; 4 – п'ята; 5 – кронштейни шарнірів.

Для реалізації цієї ідеї під брус сівалки комбінованого агрегату, що опирається на опорні пневматичні колеса, змонтовані зліва і справа, встановлюється по одній регульованій підставці, що відкидається. Принципова схема цього пристрою приведена на рис. 7.1.

Використання підставок при складанні агрегату, розбиранню і постановці на збереження дозволить скоротити час на розбірно-складальні роботи, забезпечити безпеку праці при підготовці агрегату.

Підставка являє собою стакан 1 із труби 2,5” із закріпленою у верхній частині гайкою з різьбою М 20×2,5. У гайку вкручується гвинт. Для зміни положення гвинта по вертикалі верхня частина його виконана за формою квадрата перетином 20 × 20 мм. До труби в її верхній частині зі зміщенням відносно осьової лінії приварені два кронштейни 5 з отворами для забезпечення шарнірного з’єднання підставки з брусом культиватора. До нижньої частини труби приварена п’ята 4, яка забезпечує стійке положення підставки в робочому положенні.

8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Інтенсивна технологія передбачає сівбу гібридного насіння кукурудзи в оптимальні строки, на оптимальну глибину з необхідною густотою рослин. Поруч з іншими факторами сукупності агротехнічних операцій, сівба певною мірою визначає урожайність. Якісна сівба передбачає загортання насіння у вологий шар ґрунту на мінімально допустиму глибину з метою отримання дружніх та одночасних сходів.

Якісна сівба кукурудзи вдосконаленою сівалкою забезпечується за рахунок підвищення рівномірності розміщення насіння в борозні при спрощенні конструкції висівного апарату. Крім цього, завдяки підвищеній рівномірності розміщення насіння по довжині рядка є можливість збільшення робочої швидкості руху до 8 - 9 км/год (базовий варіант 6 - 7 км/год).

Розрахунок економічної ефективності впровадження вдосконаленої сівалки СУПН-8М проводимо в порівнянні із серійною сівалкою СУПН-8.

Вихідні дані для розрахунку приведені в табл. 8.1.

Таблиця 8.1 - Вихідні дані для проведення економічних розрахунків

Показники	Базова машина МТЗ-80+СУПН-8	Нова машина МТЗ-80+СУПН-8М
Продуктивність, га/год	2,8	3,2
Питомі витрати палива, кг/га	3,8	3,6
Балансова вартість машини, грн.	38000	40000
Агрегатуються з трактором	МТЗ-80	МТЗ-80
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	1

Затрати праці на процес визначаються за формулою:

$$H = \frac{M}{W}, \quad (8.1)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

W – продуктивність агрегату, га/год.

Затрати праці при роботі базового агрегату на сівбі кукурудзи дорівнюють:

$$H_6 = \frac{1}{2,8} = 0,36 \text{ люд.год./га.}$$

При використанні удосконаленої сівалки затрати праці будуть дорівнювати:

$$H_n = \frac{1}{3,2} = 0,31 \text{ люд.год./га.}$$

Зниження затрат праці при використанні розробленої машини будуть дорівнювати:

$$H_3 = H_6 - H_n; \quad (8.2)$$

$$H_3 = 0,36 - 0,31 = 0,05 \text{ люд.год./га.}$$

За сезон при сівбі зернових в господарстві на площі 200 га зниження затрат праці становить:

$$H_3^c = 0,05 \cdot 200 = 10 \text{ люд. год.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при сівбі цукрових буряків визначаються за формулою:

$$C = C_{оп} + C_a + C_p + C_{пмм}; \quad (8.3)$$

де $C_{оп}$ – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

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

$C_{пмм}$ – 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:

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{3M}}, \quad (8.4)$$

де C_T – оплата праці за тарифною сіткою;

$W_{зм}$ – 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 [20]. А за 1 га обробленої площі оплата праці буде становити:

$$C_{O.B}^1 = \frac{348}{19,6} = 17,8 \text{ грн./га.}$$

Крім того, в господарстві проводиться доплата: 50 % - за складність робіт (становить 8,9 грн./га), 12% - за інтенсивність робіт (становить 2,1 грн./га). І тоді оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{об}^H = 17,8 + 8,9 + 2,1 = 28,8 \text{ грн./га.}$$

На цю суму механізатору нараховується 20 % за класність (становить 5,8 грн./га) і 51 % соціального страхування і ін. (становить 14,7 грн./га). І тоді вся оплата праці з нарахуваннями механізатору, який працює на базовому агрегаті, становить:

$$C_{об} = 28,8 + 5,8 + 14,7 = 49,3 \text{ грн./га.}$$

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:

$$C_{O.H}^1 = \frac{348}{22,4} = 15,5 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно нараховуються всі необхідні доплати: 50 % за складність робіт (7,7 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (1,9 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{он}^H = 15,5 + 7,7 + 1,9 = 25,1 \text{ грн./га.}$$

На цю суму нараховується 51 % соціального страхування (12,8 грн./га) і 20% за класність (становить 5,0 грн./га) і оплата праці з усіма нарахуваннями для механізатора, який працює на новому агрегаті, буде становити

$$C_{он} = 25,1 + 12,8 + 5,0 = 42,9 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_a = \frac{C \cdot \alpha}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}} \quad (8.5)$$

де C – балансова ціна машини, грн.;

D – кількість днів роботи в рік;

K – коефіцієнт змінності.

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

$$C_{аб} = \frac{38000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 19,6} = 5,4 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування на удосконалену сівалку будуть становити:

$$C_{ар} = \frac{40000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 22,4} = 4,9 \text{ грн./га.}$$

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

Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{C \cdot \beta}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}}, \quad (8.6)$$

де β - норма річних відрахувань.

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

$$C_{р.б} = \frac{30000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 19,6} = 5,4 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{р.н.} = \frac{40000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 22,4} = 4,9 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{пмм} = C_{п} \cdot V_{га}; \quad (8.7)$$

де $C_{п}$ – 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:

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

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

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 3,6 \cdot 54,8 = 197,3 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_{\text{б}} = 49,3 + 5,4 + 5,4 + 208,2 = 268,3 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{\text{н}} = 42,9 + 4,9 + 4,9 + 197,3 = 250, \text{ грн./га.}$$

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

$$E = C_{\text{б}} - C_{\text{н}} = 268,3 - 250,0 = 18,3 \text{ грн./га.} \quad (8.8)$$

У відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_{\text{в}} = \frac{18,3 \cdot 100}{268,3} = 6,8 \text{ \%}.$$

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

$$E_p = 18,3 \cdot 200 = 3660 \text{ грн.}$$

При впровадженні технології в господарстві досягається економія насінневого матеріалу до 10%, що при вартості однієї посівної одиниці на 1 га 4700 грн економія становить 470 грн.. На площі 200 га економічний ефект від економії насіння на сівбу становить

$$E_n = 470 \cdot 200 = 94000 \text{ грн.}$$

Таблиця 8.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Назва показників	Базовий агрегат	Розроблений агрегат
1. Продуктивність, га/год.	2,8	3,2
2. Питомі витрати палива, кг/га	3,8	3,6
3. Затрати праці, люд.год./га	0,36	0,31
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	268,3	250,0
в т . ч. – оплата праці з нарахуваннями	49,3	42,9
- амортизаційні відрахування	5,4	4,9
- затрати на ремонт і ТО	5,4	4,9
- затрати на ПММ	208,2	197,3
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	18,3
6. Економічний ефект від економії насіння, грн.	-	94000
7. Річний економічний ефект, грн.	-	97660
8. Строк окупності затрат на удосконалення, років		0,02

Загальний економічний ефект від впровадження удосконаленої технології і сівалки в господарстві становить:

$$E_z = 3660 + 94000 = 97660 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники, які розраховані в проекті, приведені в таблиці 8.2.

Окупність затрат на удосконалення сівалки визначається за формулою:

$$E_o = \frac{Ц}{E_p} \quad (8.9)$$

$$Z_o = \frac{2000}{97660} = 0,02 \text{ року.}$$

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. Вивчення характеристик посівного матеріалу, агротехнічних вимог і технологічних особливостей сівби кукурудзи дозволило визначитися з умовами конструювання і удосконалення сівалки.

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

3. Удосконалення конструкції сівалки СУПН-8 дає можливість покращити якість сівби і зменшити витрати насінневого матеріалу до 10%. Проведені розрахунки дали можливість визначити основні параметри і режим роботи сівалки.

4. Приведені в роботі заходи з охорони праці при використанні в господарстві дозволять покращити умови праці, знизити ризики травматизму і захворювань при вирощуванні кукурудзи.

5. Результати розрахунків економічної ефективності модернізації сівалки показують, що запровадження її у виробництво дасть змогу одержати річний економічний ефект в сумі 97660 грн. на одну сівалку, а затрати на удосконалення окупляться протягом першого року експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савченко Н. Битва за врожай: як українським аграріям адаптуватися до умов війни// <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/04/13/699108/>.
2. Маковей Ю. Кукурудза: про тенденції у вирощуванні, ціни та технології // <https://kurkul.com/spetsproekty/1434-kukurudza-pro-tendentsiyi-u-viroshchuvanni-tsini-ta-tehnologiyi-chastina-1>.
3. Кошкіна І. Високі врожаї дали не маржу, а збиток, — досвід українських аграріїв// <https://kurkul.com/spetsproekty/1547-visoki-vrojajyi-dali-ne-marju-a-zbitok--dosvid-ukrayinskih-agrariyiv>.
4. 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.
5. 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.
6. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
7. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровськ. держ. агр. ун-т. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
8. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1 - 5.- Харків, Око. – 2003. – с. 375.
9. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001. – 384 с.

10. Мізін І.А., Омеляненко І.С. Кінематичний розрахунок приводу. Методичні вказівки по курсу деталей машин. - Полтава. 2000.
11. Довідник з опору матеріалів / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
12. Опір матеріалів/ Під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973р. – 672 с.
13. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
14. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П. Джалос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 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. Грядник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..
17. Лешахін С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1990. - 165 с.
18. 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.
19. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку, норми виробітку та витрати пального на основний обробіток ґрунту / В.В. Вітвіцький, Н.М. Семененко, І.В. Лобастовий та ін.; за ред. В.В. Вітвіцького. – К.: УкрНДСагропром. Кн.2, 1997. – 274 с.

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