

**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 проєкту
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ
КУКУРУДЗИ І КОНСТРУКЦІЇ
СІВАЛКИ**

Виконав: студент _____ Ніколабай Олексій Олександрович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Бакалавр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

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

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

керівник роботи _____

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “_____” _____ 20__ року
 № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

А Н О Т А Ц І Я

Ніколабай О.О. Удосконалення механізації вирощування кукурудзи і конструкції сівалки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026. – 73 с.

В роботі представлено аналіз морфологічних особливостей кукурудзи, агротехнічні вимоги до сівби та технологічні характеристики насіння. Проведено аналіз конструкцій сучасних сівалок і висівних апаратів точного висіву.

Обґрунтовано схему удосконалення висівного апарату. Проведено розрахунки і визначено основні параметри удосконаленої сівалки.

Розроблені заходи з охорони праці, які можуть бути використані при проведенні інструктажів для обслуговуючого персоналу і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 1030902 грн. за рік.

Ключові слова: насіння, кукурудза, характеристики, технологія, сівалка, висівний апарат, параметри, режим роботи, охорона праці, безпека, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КУКУРУДЗИ.	9
2 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСІННЯ.	16
2.1 Основні агротехнічні вимоги до сівби кукурудзи.	16
2.2 Основні фізико-механічні характеристики насіння	17
3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СІВАЛОК І ВИСІВНИХ АПАРАТІВ.	19
3.1 Сучасні сівалки для сівби кукурудзи	19
3.2 Огляд конструкцій висівних апаратів	26
4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТУ.	32
5 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ СІВАЛКИ.	35
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	43
6.1 Шкідливі та небезпечні фактори при виробництві кукурудзи на зерно. .	43
6.2 Аналіз можливих небезпек і пошкоджень при виконанні технологічних процесів на вирощуванні кукурудзи.	44
6.3 Будова і робота напіваавтомата заправки резервуара розчином гербіциду.	47
6.4 Охорона праці при роботі з агрегатом для сівби кукурудзи.	47
6.5 Пожежна безпека.	49
7 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	60
Д О Д А Т К И.	63

ВСТУП

Кукурудза залишається головною зерною культурою України як за площами, так і за валовими зборами. За останні п'ять років середній обсяг виробництва становив 31,7 млн тонн на рік, що перевищує показники пшениці та ячменю. Навіть попри складні умови війни, у 2022–2025 роках площі під кукурудзою перевищували 4 млн га, а експорт зерна сягав понад 20 млн тонн щороку [1, 2].

Найвищу середню врожайність культури зафіксовано у 2021 році — 7,7 т/га, а середній показник за останні п'ять років становив 7,26 т/га, що свідчить про стабільно високий потенціал української кукурудзи.

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.

Кукурудза і сьогодні провідна зернова культура на планеті. Її широко вирощують як в умовах тропічного, субтропічного, так і помірного кліматичних поясів. Серед зернових культур лише кукурудза здатна за сприятливих умов накопичувати протягом вегетаційного періоду до 26 т сухої речовини на 1 га посіву (для порівняння: ячмінь може синтезувати за вегетаційний період лише до 14 т/га сухої речовини).

Ось чому в США кукурудза – основа всього могутнього зернового господарства країни. Її частка в структурі валових зборів зерна щорічно становить близько 80 %, а площа – близько 30 млн. га. Середня врожайність становить 84 ц/га, а в штаті Іллінойс досягли рекордно високого врожаю 160 ц сухого зерна з гектара [3]:

Українські аграрії в умовах війни частково переорієнтовуються з кукурудзи на інші культури, такі як соняшник, соя, олійні культури. Основними причинами називають [4, 5]:

- невідомість та турбулентність експорту, що знижує ціни (коли багато кукурудзи, то втрачаються оборотні кошти, а ми отримуємо завалені склади);
- проблеми з сушкою, коли піднялися ціни на сушку через російські атаки на енергосистему України і відключення світла;
- економію на логістичних витратах.

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 підвищенні 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 зоні Степу 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.

В дипломному проєкті ставиться завдання розробити пневматичний висівний апарат точного висіву насіння кукурудзи, який повинен задовольняти агротехнічні вимоги до сівби на підвищених швидкостях руху. Використання такого апарату дасть можливість провести сівбу кукурудзи в стислі агротехнічні строки.

1 МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КУКУРУДЗИ

За сучасною класифікацією за плівчастістю, внутрішньою і зовнішньою будовою зерна кукурудза має 8 підвидів [10, 13]:

1) розлусна (*everta* Sturt.) - зерно дрібне із загостреним верхом або округле, ендосперм скловидний, у зерні міститься 10 - 14,5 % білка, 62 - 72 % крохмалю. Використовують для виготовлення круп, пластівців, повітряної кукурудзи;

2) крохмалиста (*amylacea* Sturt.) - зерно гладеньке, округле, ендосперм борошністий, рихлий, містить крохмалю 71,5-82,6 %, білка 6,9-12,1%;

3) зубоподібна (*indentata* Sturt.) - зерно крупне, сплюснене, на верхівці має вм'ятину, роговидний ендосперм розвинений лише на бічних сторонах зерна, вся інша частина борошніста; вміст крохмалю в зерні 68 - 75,5 %, білка 9 - 13,5 %;

4) кремениста (*indurata* Sturt.) - зерно округле, ендосперм скловидний, лише в центрі борошністий, крохмалю містить 65 - 83 %, білка 7,7 - 14,8 %. До цього підвиду належать багато скоростиглих сортів і гібридів;

5) цукрова (*saccharata* Sturt.) - зерно зморшкувате, майже повністю заповнене прозорим роговидним ендоспермом; містить багато декстрину і протеїну, до 30 % крохмалю, стільки ж цукрів та полісахаридів, 12,8 % білка, 8,1 % жиру; використовується у консервній промисловості;

6) воскоподібна (*ceratina* Kulesch.) - ендосперм воскоподібний, зовнішня його частина за твердістю не поступається ендосперму розлусної кукурудзи; полісахариди представлені воскоподібним або клейким крохмалем;

7) крохмалисто-цукрова (*amyleo-saccharata* Sturt.) - у нижній частині

зерна є борошнистий ендосперм, а у верхній, як у цукрової, характерна зморшкуватість;

8) півчаста (*tunicata* Sturt.) - зерно повністю в колоскових лусках, які в дозрілому качані сильно розвинені.



Рисунок 1.1 - Качани кукурудзи різних сортів

Кукурудза – однорічна, одnodомна, роздільностатева, перехресно-запильна рослина родини злакових, підродини просоподібних. Як усі хліба другої групи, кукурудза теплолюбна культура. Мінімальна температура проростання насіння більшості гібридів і сортів 8 - 10 °С, а нормально розвинені і дружні сходи з'являються при температурі 10 - 12 °С. Кукурудза, висіяна в холодний і перезволожений ґрунт, проростає дуже повільно, сходи її

часто бувають зріджені, бо набубнявіле насіння уражується грибними хворобами і втрачає польову схожість. Перспективними є виведені селекціонерами біотики кукурудзи, здатні проростати при температурі 5 - 6 °С. Сходи кукурудзи витримують температуру до мінус 3 °С, у фазі 2 — 3 листків — до мінус 3-5 °С. Кукурудза краще витримує весняні заморозки, ніж ранні осінні (мінус 2 — 3 °С), які пошкоджують зерно незрілих качанів і різко знижують його схожість і товарну якість. Більш вибагливі до тепла сорти і гібриди зубоподібної групи, менше — кременистої.

Кукурудза найкраще росте і розвивається при середньодобовій температурі до 25 °С. При більш низьких температурах (14 — 15 °С) ріст рослин затримується, а при зниженні їх до біологічного мінімуму (10 °С) припиняється. Високі температури (25 - 30 °С) кукурудза до цвітіння витримує добре, але якщо вони в період викидання волотей і з'явлення стовпчиків качанів перевищують 30- 35 °С, різко порушується нормальний хід цвітіння і запліднення рослин (розрив у часі між появою стовпчиків і розтріскуванням пиляків сягає 7 — 8 днів), внаслідок чого спостерігається значна череззерниця в качанах. Максимальна температура, за якої припиняється ріст кукурудзи, становить 45 — 47 °С. Сума біологічно активних температур, необхідна для дозрівання скоростиглих гібридів і сортів, становить 1800 - 2000 °С, середньо- і середньоранньостиглих 2300 - 2600 °С, пізньостиглих 3000 - 3200 °С [10, 13].

Одні вчені відносять кукурудзу до посухостійких рослин, інші — до вологолюбних. Кукурудза в ранні фази росту й розвитку (до утворення генеративних органів) справді може тривалий час перебувати у стані в'янення, а при випаданні опадів відновлювати життєздатність і продовжувати вегетацію. Крім того, коренева система кукурудзи глибоко проникає у ґрунт і добре засвоює вологу з глибоких його шарів.

На утворення одиниці сухої речовини кукурудза витрачає майже удвічі менше води, ніж хліба першої групи. Коефіцієнт її транспірації становить у середньому 246 (174 — 406). Це він міг стати підставою для віднесення кукурудзи до посухостійких рослин. Проте після утворення на рослинах 8 —

9 листків і особливо з появою волоті потреби кукурудзи у вологі різко зростають, досягаючи максимуму в період від початку цвітіння (викидання волоті) до початку молочної стиглості. Триває він приблизно місяць і є найбільш критичним для кукурудзи за її потребою у вологі. В цей період кукурудза використовує близько 70 % вологи від загальної спожитої її кількості. Встановлено, що навіть короткочасна (2 - 3-денна) ґрунтова посуха у період викидання волотей чи запилення (якщо при цьому спостерігається в'янення рослин) може призвести до зниження врожаю на 22 %. Кукурудза дуже чутлива до вологи також під час наливання зерна. Оптимальна вологість ґрунту в період активної вегетації має становити 75 – 80 % НВ, що забезпечується випаданням улітку до 300 мм опадів.

Разом з тим надлишок вологи, зокрема близьке залягання ґрунтових вод, негативно впливає на розвиток кукурудзи. У надмірно зволоженому ґрунті через поганий доступ повітря дуже повільно проростає насіння, що призводить до його загнивання; слабо розвивається коренева система; рослини погано засвоюють фосфор і погіршується їх білковий обмін; вони жовкнуть і дають низький врожай. За надмірних опадів у період досягання та збирання врожаю качани ушкоджуються грибними хворобами, що призводить до зниження врожаю зерна і погіршення його якості.

Високі врожаї зерна і зеленої маси кукурудза дає на всіх ґрунтах, придатних для вирощування інших польових культур. Проте найкраще вона росте і розвивається на ґрунтах з глибоким гумусовим горизонтом, які добре затримують вологу і не заболочуються при цьому, проникні для повітря, мають достатню кількість легкозасвоюваних поживних речовин і нейтральну або злегка кислу реакцію ґрунтового розчину (рН 5,5-7). Такими ґрунтами є чорноземи, темно-каштанові, темно-сірі. Кукурудза краще росте на добре аерованих ґрунтах. При нестачі кисню в ґрунті припиняється ріст її кореневої системи, порушується засвоєння рослинами води і поживних речовин. Кукурудза вибаглива до родючості ґрунту. З урожаєм зерна 50 — 60 ц/га або 500 — 600 ц/га зеленої маси з ґрунту виноситься 150 - 180 кг/га азоту, 50 - 60

кг/га фосфору, 150 - 180 кг/га калію та багато інших поживних речовин. На дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах, вилугуваних чорноземах найбільш ефективними для кукурудзи є азотні добрива, на звичайних чорноземах - фосфорні, на торфових і легких супіщаних заплавах - калійні добрива.

Кукурудза - світлолюбна рослина. Для утворення листкової поверхні та нагромадження достатньої кількості органічних речовин вона потребує інтенсивного сонячного освітлення в усі фази росту і особливо в початкові. Навіть незначне затінення молодих рослин призводить до їх «стікання» — витягування і пожовтіння, що негативно позначається на продуктивності посівів. Тому для вирощування високих врожаїв важливо дотримувати оптимальної густоти стояння рослин, знищувати бур'яни протягом усього періоду вегетації. Кукурудза - рослина короткого світлового дня. Вона швидше закінчує вегетацію при тривалості світлового дня 8 - 9 год., а при 12 - 14 год. вегетаційний період її продовжується.

Розрізняють такі фенологічні фази росту кукурудзи: проростання насіння, сходи, утворення 3-го листка, кущення, вихід у трубку (11 - 13-й листок), викидання волотей, цвітіння, формування і досягання зерна молочної, воскової і повної стиглості. У розвитку чоловічих суцвіть виділяють 9 етапів органогенезу: I - конус наростання недиференційований; II - диференціація конуса наростання; III- швидкий ріст конуса наростання в довжину і формування бічних гілок волоті; IV - формування колоскових лопатей; V - формування квіток у колосках; VI - утворення пилку в пиляках; VII - ріст у довжину всіх члеників суцвіття, витягування тичинкових ниток, завершення формування статевих клітин; VIII - викидання волотей; IX - цвітіння волоті.

У розвитку жіночих суцвіть визначено 12 етапів: I - конус наростання качана недиференційований; II - диференціація вкороченого пагона качана на вузли й міжвузля; III - витягування конуса наростання; IV - утворення і формування колоскових лопатей; V - закладання маточкового і тичинкового

горбочків; VI - формування зародкового мішка і ріст стовпчика маточки; VII - завершення формування статевих клітин; VIII - викидання стовпчиків; IX - цвітіння, запилення; X - формування зернівки; XI - молочна стиглість; XII - перетворення поживних речовин зернівки на запасні.

В Україні переважають посіви гібридів кукурудзи, які за врожайністю зерна й зеленої маси значно перевищують сортові. Це пов'язано з явищем гетерозису, яке виявляється у високій життєздатності гібридних рослин у першому поколінні.

Розрізняють гібриди: сортолінійні — отримані схрещуванням сорту та самозапильної лінії; прості лінійні — схрещуванням двох самозапильних ліній; подвійні міжлінійні — схрещуванням двох простих міжлінійних гібридів; трилінійні — схрещуванням простого міжлінійного гібрида й лінії; п'ятилінійні — схрещуванням трилінійного і простого міжлінійного гібридів. За тривалістю вегетаційного періоду гібриди й сорти кукурудзи поділяються на ранньостиглі, середньоранні, середньостиглі, середньопізні та пізньостиглі з вегетаційним періодом відповідно 90 - 100, 105 - 115, 115 - 120, 120 - 130 і 135 - 140 днів.

В Україні районовано, зокрема, такі гібриди кукурудзи: ранньостиглі - Валентина (№ 410), Дніпровський 177 СВ, Експ 178, Колективний 95 М, Луч 170 МВ, Оксана, Планета 180, Радіус, Рая, Тетяна (№ 188), ТОСС 235 М, Харківський 199 МВ, ЦЕ 1190, Славутич 162 СВ та ін.; середньоранні - Авантаж, Анжела, Акцент МВ, Галина, Вектор МВ, ДК 250, Дніпровський 273 АМВ, Олена, Зему 2241, ЛГ 22.76, Мартон, Колективний 225 МВ, ЛГ 22.08, Мона, Сум 9402, Харківський 290 МВ та ін.; середньостиглі - Борисфен 301 МВ, Закарпатський 381 МВ, Краснодарський 321 СВ, Крос 292 МВ, Молдавський 380 МВ, ОдМа 338 МВ, Розвіта, Сефаріс, Юпітер М та ін.; середньопізні - Алтон, Борисфен 433 МВ, ДНОД 453 СВ, Одеський 411 С та ін.; пізньостиглі - Луч 630 МВ, Машук АМВ, Перекоп СВ, Призма та ін. Із сортів кукурудзи в Україні районовано тільки 3: середньорання Дніпровська

298, середньопізня Закарпатська жовта зубоподібна, пізньостигла Одеська 10 [10, 13].

2 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСІННЯ

2.1 Основні агротехнічні вимоги до сівби кукурудзи

Сіють кукурудзу пунктирним способом з шириною міжрядь 700 мм тоді, коли ґрунт на глибині 100-120 мм стійко прогріється до 10-12⁰С. Для посіву слід використовувати інкрустоване насіння першого класу. Норми висіву встановлюють виходячи з густоти рослин перед збиранням з врахуванням страхувальної надбавки, яка дорівнює 10-15 % для степових районів [8], 15-20% для лісостепових і 20-25 % для передгірних районів і Полісся (табл. 1.1).

Таблиця 2.1 - Норми висіву інкрустованого насіння першого класу
різних гібридів, тис. шт./га

З о н а	Ранньо- стиглі	Середньо- ранні	Середньо- стиглі	Середньо- пізні
Степ: - південний	-	35 - 40	29 - 35	23 – 29
- центральний	-	40 - 46	35 - 40	29 – 35
- північний	-	45 - 52	40 - 46	35 – 40
Лісостеп: - південний	66 - 78	66 - 72	48 - 54	--
- центральний і північний	72 - 84	66 - 78	54 - 60	--
Полісся і передгірні райони Карпат	88 - 100	81 - 88	69 - 75	--
Зрошувальні землі	--	86 - 92	80 - 86	63 – 69

Глибина заробки насіння в степових і лісостепових зонах – 50-70 мм, в Поліссі і передгірних районах – 40-50 мм. Сівбу проводять не пізніше, ніж через добу після передпосівного обробітку ґрунту, а в умовах вітрової ерозії – відразу ж після нього. Дуже важливо, щоб основна маса насіння при посіві розподілялась рівномірно як по глибині заробки, так і в рядках, що позитивно

впливає на дружність сходів, індивідуальній продуктивності рослин і в цілому на врожаю.

До посіву висуваються основні агротехнічні вимоги:

1. Для посіву слід використовувати тільки інкрустоване насіння 1-го класу.
2. Посів в господарстві слід провести за 5-6 днів, на одному полі – за 1-2 дні.
3. Норму висіву насіння і добрив, глибину їх заробки в ґрунт встановлюють з врахуванням конкретних умов і в відповідності з зональними рекомендаціями. Відхилення від заданої норми висіву допускається $\pm 10 \%$.
4. Необхідно слідкувати за рівномірним розміщенням насіння по довжині рядка. Відхилення від розрахованого інтервалу між насінням не повинно перевищувати 30%. В заданому інтервалі з допустимими відхиленнями повинно бути не менше 70% насіння при нормі висіву їх 45 тис. і не менше 65% при висіву 45-80 тис. шт. на гектар.
5. Швидкість руху посівного агрегату не повинна перевищувати 6-8 км/год.
6. Відхилення ширини основних міжрядь від заданих не повинні перевищувати 10 мм, стикових – 50 мм.
7. Рядки повинні бути прямолінійними, відхилення від осьової лінії на протязі 50 м допускаються не більше 50 мм.

2.2 Основні фізико-механічні характеристики насіння

До основних фізико-механічних характеристик насіння кукурудзи відносяться розміри, характеристики міцності і тертя [15].

Розміри насіння досягають нормальної величини на четвертій фазі стиглості (табл. 2.2). Після цього зерно, в зв'язку з висиханням, дещо зменшує свій об'єм і всі лінійні розміри, що спостерігається не тільки в початках, але й після збирання і просушування.

Маса 1000 шт. зернин в залежності від сорту знаходиться в межах 250-550 г (в середньому).

Властивості поверхні характеризуються коефіцієнтами тертя руху f_p і спокою f_c . При взаємному терті зерна по зерну коефіцієнт $f_c = 0,36$. При зменшенні вологості коефіцієнт тертя f_p зерна по зерну зменшується. Так при вологості зерна 35, 22, 19 і 14 % коефіцієнт тертя руху становить відповідно 0,37, 0,28, 0,24 і 0,20. Найбільші значення коефіцієнта тертя руху зерна по гумі, найменші – по полотну і фанері (табл. 2.3).

Таблиця 2.2 - Характерні розміри* зерен в середній частині качана, мм [15]

Р о з м і р и	Середні	Максимальні	Мінімальні
Довжина	10 - 11	15 - 16	7 – 8
Ширина	6 - 8	10 - 11	5 – 6
Товщина	4 - 5	7 - 8	3 – 4
* На вершині качана середня товщина зерен менша на 0,2-0,3 мм, а в нижній частині – більша на 0,5-0,8 мм, ніж вказано в таблиці.			

Таблиця 2.3 - Коефіцієнти тертя руху зерна кукурудзи (швидкість до 3 м/с)

Вологість зразка, %	П о в е р х н я т е р т я				
	Фанера соснова	Полотно	Сталь оцинкована	Сталь листовая	Гума технічна
15	0,24	0,31	0,33	0,21	0,54

Міцність насіння характеризується навантаженням, при якому настає його пошкодження. Для насіння кукурудзи воно становить 45-60 Н. Твердість поверхневого шару насіння становить 12,2 Н/мм².

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СІВАЛОК І ВИСІВНИХ АПАРАТІВ

3.1 Сучасні сівалки для сівби кукурудзи

Для сівби насіння кукурудзи та інших просапних культур у ґрунт, підготовлений за традиційною (після оранки) і мінімальною технологією, в господарствах України використовують сівалки ВАТ «Червона Зірка» (м. Кіровоград) (табл.3.1). Сівалки для посіву за традиційною технологією – VESTA 6, VESTA 8, для посіву за мінімальною (Mini-Till) та традиційною технологією – VEGA 6 PROFІ, VEGA 8 PROFІ, VEGA 16 PROFІ.

Напівнавісна універсальна пневматична сівалка Vega 8 може висівати каліброване і некаліброване насіння кукурудзи, сої та інших культур з одночасним роздільним внесенням гранульованих мінеральних добрив і прикочуванням ґрунту в рядках. Заглиблення посівної секції гвинтовим механізмом забезпечує регулювання глибини зароблення насіння у межах 40-100 мм.

Сівалка може працювати в складних умовах на щільних ґрунтах і при наявності рослинних решток завдяки обладнанню посівних секцій хвилястими дисками з підвищеною ріжучою здатністю.

Рисунок 3.1 – Сівалка VESTA 6 (8) виробництва ELVORTI (CHERVONA ZIRKA)

Рисунок 3.2 – Сівалка VEGA 6 (8, 16) PROFІ виробництва ELVORTI (CHERVONA ZIRKA)

Напівнавісна універсальна пневматична сівалка Vega 8 може висівати каліброване і некаліброване насіння кукурудзи, сої та інших культур з одночасним роздільним внесенням гранульованих мінеральних добрив і прикочуванням ґрунту в рядках. Заглиблення посівної секції гвинтовим механізмом забезпечує регулювання глибини зароблення насіння у межах 40-100 мм.

Сівалка може працювати в складних умовах на щільних ґрунтах і при наявності рослинних решток завдяки обладнанню посівних секцій хвилястими дисками з підвищеною ріжучою здатністю.

Наявність 15-ступінчастого передаточного механізму на насінневі висівні і 12-ступінчастого на туковисівні апарати забезпечує можливість регулювати норми висіву в широких межах.

Завдяки V-подібному котку з регульованою силою притискання до поверхні поля, створюється необхідний контакт насіння з ґрунтом, чим

пришвидшується його проростання і підвищується якість сходів.

Універсальні сівалки ВЕСТА 6 і ВЕСТА 8 висівають каліброване насіння кукурудзи, сої, а також некаліброване насіння просапних культур.

Рисунок 3.3 – Висівальний апарат сівалок PROFI

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика просапних сівалок ВАТ «Червона Зірка»

Показник	Вега 8	Веста 6	Веста 8	Веста 12
Ширина захвату, м	5,6	4,2	5,6	5,4-5,6
Кількість рядків	8	6	8	8-12
Ширина міжряддя, см	70	45,60,70,90	45,60,70,90	45x90, 60x120
Робоча швидкість, км/год.	2,5-9	3,6-9	3,6-9	
Норма висіву насіння, шт./пог.м	2 -57	2 - 57	2 - 43	2 - 43
Глибина загортання насіння, мм	40-100	40-120	20-60	20-60
Агрегатується з трактором кл.	1,4-2	1,4-2	1,4-2	1,4-2

Універсальна пневматична сівалка точного висіву ВЕСТА 12 має 9 комплектів дисків, з них два з різними діаметрами отворів для сівби кукурудзи і три з різною кількістю отворів - для сої. До комплекту сівалки входить набір сошників для сівби цукрових буряків і кукурудзи.

Висівний апарат сівалок має оригінальні конструктивні рішення: пристрій у бункері для перешкоджання зависання насіння; заслінка для

регулювання кількості насіння, яке потрапляє з бункера у висівну камеру; гребінчастий скидач двійників насіння; люк для видалення насіння з висівної камери. За окремим замовленням можна придбати транспортний пристрій для перевезення сівалок по автомобільних дорогах.

Рисунок 3.4 – Сівалка пунктирного висіву СКП-8 (12)

Для сівби просапних культур (кукурудза, соняшник, соя, цукрові буряки та ін.) можна використати сівалку Клен-5,6 (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Технічна характеристика сівалки Клен-5,6 та СТБТ ТОВ «Тодак»

Показники	Клен-5,6	СТБТ-12М	СТБТ-8М	СТБТ-6М
Ширина захвату, м	4,2;5,4;5,6	5,4	3,6	2,7
Кількість рядків	6; 8; 12	12/8	8	6
Ширина міжрядь, мм	450;600;700	min 300	min 300	min 300
Робоча швидкість, км/год.	7-9	4,5-9	4,5-9	4,5-9
Місткість бункерів для насіння, дм ³	200-300	260	180	130
Агрегатується з трактором, кл.	1,4-2	1,4-2	1,4	1,4

Сівалки сімейства «Клен» мають такі переваги: точне, оперативне і зручне встановлення норми висіву; оперативне коригування норми висіву для сівалки в цілому і кожного висівного апарату окремо; автоматизований контроль за роботою системи при порушенні процесу висіву; облік засіяної площі за зміну і терміну експлуатації.

Рисунок 3.5 – Сівалка універсальна пневматична УПС-12

Завод-виробник технологічного обладнання для агропромислового комплексу ВАТ «Тодак» (м. Київ) пропонує сільськогосподарським підприємствам сівалки точного висіву типу «Мультикорн» - СТВТ (табл. 3.2).

Техніка ВАТ «Тодак» відрізняється універсальністю за рахунок використання відповідних висівних дисків, зокрема, для різного насіння кукурудзи і цукрових буряків по два комплекти, соняшнику - три і сої - один. Унікальна пневмо-механічна система забезпечує точний висів незалежно від швидкості руху агрегату. Килеподібні сошники тукової системи розташовані зі зміщенням на 20-25 мм відносно насінневих сошників, що забезпечує сприятливий режим живлення рослин. Інтервал між насінням у рядку можна регулювати від 3 до 53 см (2-33 насінини на погонний метр).

Сучасним вимогам агротехніки відповідає посівна техніка для просапних культур іноземного виробництва (рис.3.2-3.3).

Техніка провідних країн світу може сіяти просапні культури не лише за традиційною, а й мінімальною технологією чи в необроблений ґрунт (No-Till).

Для заробки насіння у ґрунт використовують дискові ножі, виготовлені з високоміцної зносостійкої легованої сталі.

Ширина міжрядь сівалок OPTIMA фірми Kverneland легко і швидко змінюється переміщенням висівних секцій по рамі. Віддаль між насінинами в рядку в межах від 3 до 70 см з кроком 0,3-0,4 см регулюється за рахунок встановлення відповідних змінних зірочок або висівних дисків для кукурудзи,

соняшнику, сої чи цукрових буряків.

Рисунок 3.6 – Механічна сівалка точного висіву SCHMOTZER UD 2012

Таблиця 3.3 - Технічна характеристика пневматичних сівалок OPTIMA

Ширина рами, м	3,0	4,5	6,0L	6,1	9,3
Ширина міжрядь, см	30-80	30-80	45-80	30-80	30-80
Максимальна кількість рядків	10	10	12	15	15
Швидкість руху, км/год.	до 8				
Місткість секцій для насіння, л	30				
Місткість бункерів для добрив, л	2 x 220		750	4x220	1650
Маса, кг	600	820	1080	1350	1820
Агрегується з трактором, кВт	45	52	59	81	88

За рахунок змінних дисків сівалки МФ 555 можуть висівати кукурудзу, соняшник, сою та інші культури з міжряддям 70 см. Глибина заробки насіння регулюється у межах від 13 до 102 мм. Восьми- і дванадцятирядні сівалки

Рисунок 3.7 – Універсальна 12-рядна пневматична сівалка
Kverneland Accord Optima L

Рисунок 3.8 – Пневматична сівалка точного висіву OMEGA II

Рисунок 3.9 – Сівалка точного висіву KUHN PLANTER

складаються у транспортне положення за допомогою гідросистеми трактора.

Сівалки JOHN DEERE працюють за всіма можливими технологіями. Сівалка Джон Дір 1780 висіває кукурудзу, соняшник, сою та інші культури з міжряддям 70 см. Сівалка 9224 може використовуватись як дві окремі моделі 9213 на полях із короткими гонами та за відсутності потужного трактора (не менше 162 кВт) для агрегування.

3.2 Огляд конструкцій висівних апаратів

Для пунктирної сівби просапних культур, зокрема кукурудзи використовуються різноманітні висівні апарати. Розглянемо їх конструкції.

Комірково-дискові висівні апарати з горизонтальним розміщенням диска широко використовуються в кукурудзяних і бавовникових сівалках ряду країн. Вони включають насінний бункер циліндричної або конусної форми з підпружиненою кришкою, в нижній частині якого розміщений чавунний корпус (рис. 3.10).

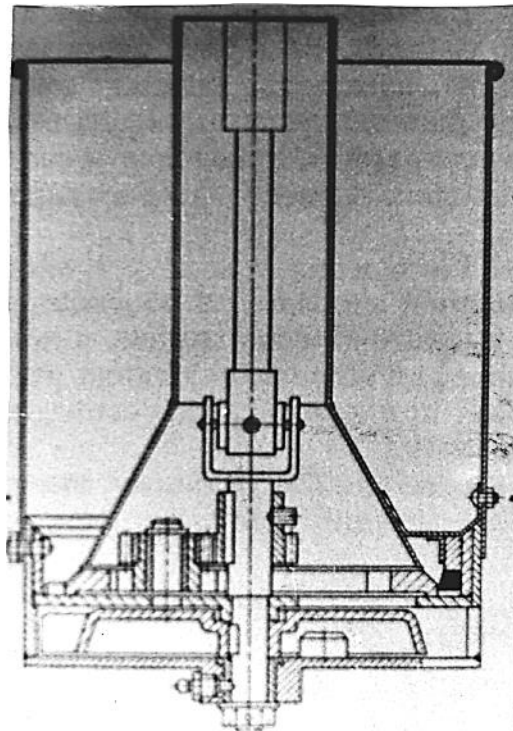


Рисунок 3.10 - Висівний апарат з горизонтальним положенням диска

Всередині корпусу встановлений висівний диск з комірками по периферії, під яким розміщене відкидне дно для швидкої заміни диска.

Підпружинені відбивники і виштовхувачі насіння важільного типу встановлені в корпусі над висівним диском.

Перевагами цього типу висівних апаратів є: високий ступінь заповнення насінням комірок, технологічність виготовлення дисків, досить проста їх заміна при переході з однієї культури на іншу. Проте високе розміщення апарату відносно ґрунту потребує використання довгих насіннепроводів, форма і параметри яких суттєво впливає на точність розподілення насіння вздовж рядка.

Останнім часом висівні апарати з горизонтальним розміщенням диска піддається значним змінам, особливо в напрямку зменшення висоти розміщення диска відносно поверхні поля, що дає змогу зменшити довжину насіннепроводу або взагалі позбутися його. Апарат такого типу забезпечує більш високу точність сівби.

Крім того, з підвищенням точності висіву значно зменшились габаритні розміри і маса посівної секції, котра обладнана низько розміщеним висівним апаратом.

Комірково-дисккові апарати з нахиленим розміщенням диска близькі по конструкції до апаратів з низько розміщеним горизонтальним диском. Ці висівні апарати встановлюються на сівалках ряду фірм Франції та Німеччини, кукурудзяних сівалках фірми “ДЖОН ДІР” (рис. 3.11).

Для зменшення висоти падіння насіння у висівному апараті сівалки “УНАДРІЛ” під тиском розташований спеціальний комірчастий магазин, який транспортує насіння, яке випало з комірок диска в нижню частину апарата і вивантажує їх у борозну. Похиле положення диска забезпечує надійне заповнення комірок насінням. Перевагою такого апарату є самоочищення комірок за рахунок висипання насіння по похилій поверхні диска. По точності висіву насіння цей висівний апарат має суттєві переваги перед розтягнутими вище на 15 – 40%.

Висівні апарати з вертикальним положенням диска застосовується у

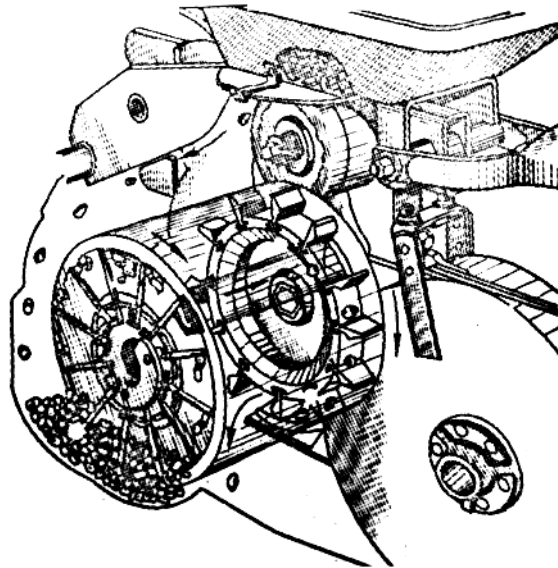


Рисунок 3.11 - Висівний апарат сівалки фірми “Джон-Дір”

більшості сівалок західноєвропейських фірм “ХАССИЯ” і “РЕЗЕ” Німеччина, “РІБУЛЕ” Франція, “ГЛОСТЕР” і “ВЕББ” Англія, а також в кукурудзяних і бурякових сівалках ряду інших країн. Ці апарати характеризуються мінімальною висотою падіння насіння і достатнім коефіцієнтом заповнення комірок насінням. Висівні апарати сівалок “Моноцентр” і “Моносет” з вертикальним комірковим диском призначені для точного висіву некаліброваного насіння. Заміною дисків у висівних апаратах сівалок “Моноцентр” і “Моносет” забезпечується точний висів квасолі, кукурудзи, капусти, ріпаку, цибулі та інших овочевих культур. Достатню точність висіву забезпечують коміркові диски збільшеного діаметру. Такі апарати гарантують 100 % точність висіву при швидкості руху сівалки до 2,5 м/с. Суттєвий вплив на якість заповнення і на пошкодження насіння має форма і розміри комірок. Для надійного заповнення комірок насінням запропонований висівний диск з нахиленими в сторону руху комірками. Нахил вибраний рівним подвійному куту тертя насіння по диску. Висівний апарат сівалки “Інісеш” має розбірний корпус, що складається з двох частин. В корпусі встановлений висівний диск, який входить у кільцеву проточку корпусу. В нижній частині корпусу є вікно. Особливістю конструкції

висівного диска є те, що він складається з трьох частин: середнього і двох бокових дисків. По периметру диск має 14 комірок. Над комірками у всіх трьох дисках зроблені вікна для надходження насіння.

Висівний апарат барабанного типу конструкції Н.Ф. Буканова має горизонтальну вісь обертання, направлену вздовж осі рядків (рис. 3.12).

Принцип роботи цього апарату базується на висіві насіння з комірок що розташовані на барабані із заданим кроком пунктиру. Таким апаратом насіння може висіватися пунктирним способом. Переналагодження на ту чи іншу норму висіву насіння здійснюється перестановкою роздільно-блокуючого сектора.

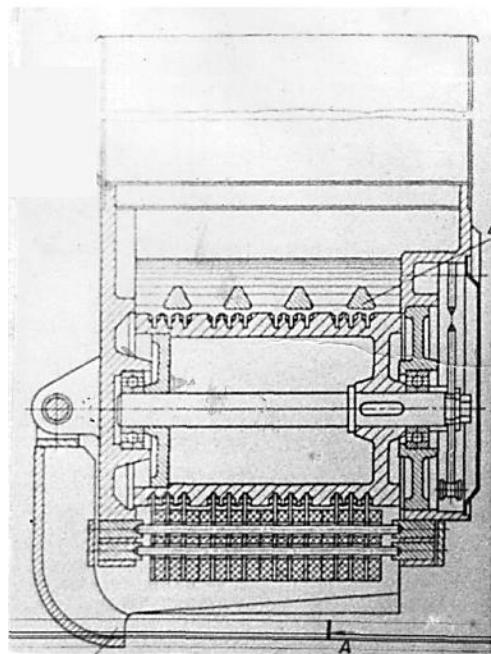


Рисунок 3.12 - Висівний апарат барабанного типу

Апарати комірково-стрічкового типу поки що не одержали широкого поширення. Таким апаратом обладнана сівалка 12 СеЦХП (Чехія). Апарат складається з корпусу, з лівої сторони якого кріпиться насінний бункер, з правої сторони знаходяться висівна стрічка з отворами, системи роликів, регулятора подачі насіння з бункера і приводу. Товщина стрічки з отворами, розміри комірок і відстань між ними вибираються у відповідності з розмірами і схемами посіву різних культур. Для ліпшого подання насіння в комірки

стрічка увігнута всередину (завдяки дугоподібному дну). Висока якість висіву забезпечується при швидкості руху сівалки 1,5 м/с.

Комірково-стрічковий висівний апарат сівалок “Стенкей” забезпечує якісну сівбу при швидкості руху сівалки 3,2 ... 6,5 км/год. насіння бавовнику, капусти, моркви, цикорію, огірків, арахісу, кукурудзи та інших культур, в тому числі з мінімальними і повним дражуванням.

Висівні апарати пневматичної дії менш вимогливі до калібрування насіння і в деяких випадках забезпечують якісну сівбу при робочій швидкості більше 1,95 м/с. Апарати поділяються на дві основні групи за принципом дозування насіння за рахунок надлишкового тиску повітря чи вакууму. В якості генератора використовуються вентилятори чи вакуум насос. Фірма “Венкер” Німеччина випускає сівалки точного висіву “Аеромат”, що обладнані пневматичними висівними апаратами, які працюють з надлишковим тиском. Насіння із бункера через живильний канал поступає у камеру заповнення. Висівний диск при обертанні захоплює кожною коміркою із шару по декілька насінин. Під час проходження під струменем повітря лишні насіння видуваються з комірок, а одна із насінин притискається повітрям до вершини конуса. Одинокі насіння транспортується до викидного вікна, через яке випадає із комірки у відкриту сошником борозну. Існуючий у корпусі апарата невеликий надлишковий тиск полегшує вихід насіння із комірок в точці виходу. Такий апарат забезпечує достатню точність висіву некаліброваного насіння кукурудзи, бобів і навіть гороху при швидкості 2,2 ... 3,3 м/с.

З метою оцінки різноманітності конструкцій висівних апаратів механічної і пневматичної дії по точності висіву в Німеччині були проведені порівняльні випробування сівалок багатьох фірм. Випробуванням встановлено, що для сівалок з висівними апаратами механічного типу оптимальною є швидкість руху 4 – 6 км/год., при висоті викидання насіння 70 ... 80 мм. Сівалки з пневматичними апаратами показали кращі результати, але вони більш складні в експлуатації. Випробування показали, що недоцільно переобладнувати сівалки для сівби буряків під сівалки для сівби кукурудзи.

Крім того, стало можливим менше приділити уваги калібруванню насіння, оскільки нові типи сівалок менш чутливі до розмірів насіння.

Отже, для сівби кукурудзи використовується велика різноманітність конструкцій висівних агрегатів, із аналізу конструкцій яких слідує:

- в сівалках для сівби кукурудзи найбільше розповсюдження отримали висівні апарати комірково-дискового типу;

- удосконалення конструкцій висівних апаратів має проводитись у напрямку розширення номенклатури висіваючих культур і підвищення якості їх роботи;

- для сівалок, які мають висівні апарати механічного типу оптимальною робочою швидкістю є швидкість 1,2 – 1,7 м/с;

- сівалки з апаратами пневматичної дії забезпечують висів насіння різних культур без старанного його калібрування на фракції.

4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТУ

Головна задача в галузі сільського господарства, то є значне збільшення виробництва продуктів рослинництва і тваринництва для ліпшого задоволення потреб населення в продуктах харчування, а промисловості в сировині.

Для одержання дружніх сходів кукурудзи, що має суттєвий вплив на підвищення урожаю, велику значення має високоякісне проведення посівних робіт в оптимальні агротехнічні строки. Щоб повністю механізувати догляд за кукурудзою, не можна допускати розтягування строків сівби. Якщо одне поле засівається за 8 ... 10 днів і більше, то сходи з'являються неодноразово, тобто є недружніми. На тій ділянці поля, де сівбу проводили в останні дні, насіння кукурудзи може лише проростати, а на ділянці перших днів сівби насіння до цього часу уже проросте. У цьому випадку суцільне рихлення боронуванням може привести до зрідженості сходів і замість користі принесе шкоду.

Для проведення сівби в стислі строки робота має вестись на більш високих робочих швидкостях. Сівалка СУПН-8А забезпечує сівбу зі швидкістю руху до 2 м/с. Із збільшенням робочої швидкості сівалки збільшується швидкість обертання висівного диска, в результаті чого зменшується коефіцієнт заповнення комірок насінням, що приводить до появи пропусків, а відтак порушення агротехнічних вимог до сівби. Тому в дипломному проєкті ставиться задача розробити пневматичний висівний апарат точного висіву насіння кукурудзи, який задовольняв би агротехнічні вимоги до сівби на підвищених швидкостях руху агрегату. Застосування такого апарату сівби на сівалках забезпечить проведення сівби кукурудзи в стислі агротехнічні строки.

Розроблений висівний апарат має корпус 1 (рис. 4.1), в якому на валу 2 жорстко закріплений висівний диск 3. Для відсікання вакууму в порожнині апарата, що розташований між корпусом і висівним диском на осі 4 у вилці 5

встановлений ролик 6. На торці висівного диска 3 знаходяться комірки 7 для відбору одиничного насіння. Камера забору 8 насіння закривається кришкою 9. На валу 2 встановлена зірочка для приводу висівного диска 3. Привід висівних апаратів здійснюється від опорно-ходових коліс сівалки через механізм передачі і вал контрпривода. Завантажується насіння у бункер 10. Борозна утворюється полозовидним сошником 11.

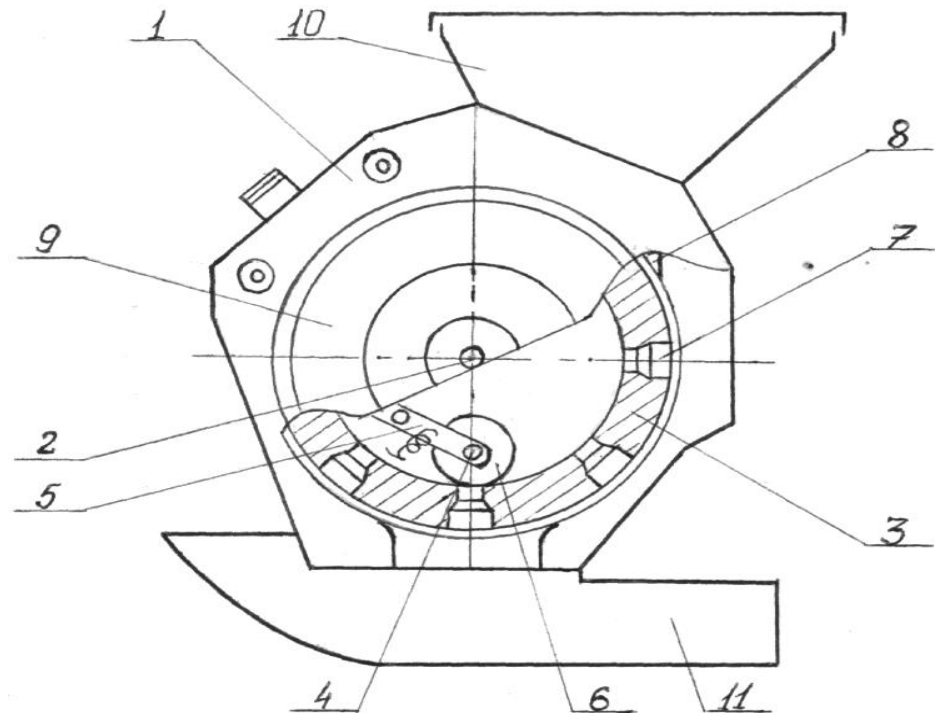


Рисунок 4.1 - Висівний апарат:

1 – корпус; 2 – вал; 3 – висівний диск; 4 – вісь; 5 – вилка; 6 – ролик;
7 – комірка; 8 – камера забору; 9 – кришка; 10 – бункер; 11 – сошник

Технологічний процес роботи сівалки, що обладнана розробленим пневматичним висівним апаратом, здійснюється таким чином. Висівний диск приводиться в рух через механізм передачі від опорно-привідних коліс базової сівалки СУПН – 8А. Вентилятором у порожнині, що є між корпусом і висівним диском утворюється вакуум (розріджене повітря), який передається через наскрізні отвори в комірки висівного диска. Насіння кукурудзи при цьому із бункера поступає в камеру заповнення і поштучно заповнює комірки висівного диска, присмоктуючись до них утвореним вакуумом. Лишні

насінини знімаються відбивачем насіння і залишаються у камері заповнення.

В процесі обертання висівного диска, насінники, які присмоктуються до його комірок, виносяться диском в нижню частину висівного апарата тобто в зону викиду насіння на дно борозни, що утворилась полозовидним сошником.

Розміщений у порожнині висівного апарату ролик постійно перекочуючись по внутрішній поверхні висівного диска перекриває вакуум і насіння під дією сили тяжіння і відцентрової сили вільно випадає, із розміщених назовні комірок на дно борозни.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ СІВАЛКИ

Розроблений нами пневматичний висівний апарат встановлюється на посівну секцію серійної кукурудзяної сівалки вітчизняного виробництва СУПН–8А. Вихідними даними для технологічного і конструктивного розрахунку робочих органів посівної секції пунктирної сівалки перш за все є кількість насінин, які мають бути висіяні на гектар і схема розміщення зерен у відповідності з агротехнічними вимогами, щодо посівних кукурудзяних сівалок.

Ширина міжрядь $a = 0,7$ м. Відстань між насінинами на одному погонному метрі в рядку $a_1 = 0,2$ м, тобто із розрахунку п'ять насінин на одному погонному метрі рядка.

Кількість насінин, які мають бути висіяні сівалкою на одному гектарі можна визначити за формулою:

$$N_3 = \frac{10^4}{a \cdot a_1}, \quad (5.1)$$

де N – норма висіву насіння, шт./га;

a – ширина міжрядь, м;

a_1 – відстань між насінинами в рядку, м.

Підставивши значення у формулу (5.1), отримаємо

$$N_3 = \frac{10^4}{0,7 \cdot 0,2} = 71428 \text{ шт./га.}$$

Для забезпечення норми висіву насіння N_3 на гектар при швидкості V_m поступального руху сівалки висівний апарат повинен подавати за одиницю часу наступну кількість насіння:

$$V = \frac{V_m}{a_1}, \quad (5.2)$$

де V – кількість насінин, яку має подавати висівний апарат за одиницю часу, шт./с;

V_m – робоча швидкість руху посівної секції, $V_m = 2,33$ м/с.

Підставивши значення у формулу (5.2), одержимо

$$V = \frac{2,33}{0,2} = 11,65 \text{ зерен} / \frac{N}{c} 12_{\text{нас.}} /$$

За рекомендацією академіка Г.М. Бузенкова діаметр висівного диска має бути в межах 160 – 220 мм. Приймаємо $D_d = 210$ мм. Кількість комірок на диску приймаємо 12.

Частоту обертання диска висівного апарату обчислюємо за формулою:

$$n_d = \frac{60 \cdot V_n}{a_2 \cdot z}, \quad (5.3)$$

де z – кількість комірок на висівному диску, шт.

Підставивши значення у формулу (5.3) дістанемо

$$n_d = \frac{60 \cdot 2,33}{0,2 \cdot 12} = 58,25 \text{ хв}^{-1}.$$

При передаточному відношенні i_d від осі ходового колеса до висівного апарату за один оберт висівного диска сівалка проходить шлях:

$$S = \frac{\pi \cdot D}{i_d}, \quad (5.4)$$

де D – діаметр висівного диска, м;

i_d – передаточне відношення.

Передаточне відношення i_d визначаємо за формулою:

$$i_d = \frac{n_n}{n_d}, \quad (5.5)$$

де n_n – частота обертання ходового колеса, хв^{-1} .

Частоту обертання ходового колеса визначаємо виходячи із робочої швидкості посівного агрегату:

$$V_m = \omega \cdot R_k, \quad (5.6)$$

де V_m – кутова швидкість руху посівного агрегату, м/с ;

ω – кутова швидкість ходового колеса, с^{-1} ;

R_k – радіус колеса, м .

Із рівності (5.6) визначаємо кутову швидкість

$$\omega = \frac{V_m}{R_k}, \quad (5.7)$$

або

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_k}{30}, \quad (5.8)$$

де n_n – частота обертання колеса, хв^{-1} .

Звідси частота обертання колеса буде дорівнювати:

$$n_n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}, \quad (5.9)$$

Підставивши у вираз (5.9) значення кутової швидкості, одержимо:

$$n_k = \frac{30 \cdot V_m}{\pi \cdot R_n}, \quad (5.10)$$

Тоді,

$$n_k = \frac{30 \cdot 2,33}{3,14 \cdot 0,255} = 87,3 \text{ хв}^{-1}.$$

Підставивши значення у формулу (5.5), будемо мати

$$i_d = \frac{58,25}{87,5} = 0,66.$$

Шлях, що проходить сівалка за один оберт висівного диска становитиме

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,21}{0,66} = 0,99 \text{ м.}$$

Розглянемо умови забору і виносу одиничного насіння повітряним потоком. Схема сил, що діють на насіння представлена на рис. 5.1 [17, 22].

На насіння діє присмоктувальна сила повітряного потоку, котру визначаємо за формулою:

$$P = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \rho \cdot S \cdot V^2, \quad (5.11)$$

Сила тяжіння m_g і сила тертя зі сторони насіння:

$$F = P_y \cdot t_g \cdot \varphi, \quad (5.12)$$

де P_y – осьовий тиск в масі насіння;

φ - кут внутрішнього тертя.

Присмоктуючу силу P виражаємо через площу отвору S і розрідження ΔP :

$$P = K \cdot \Delta P \cdot S, \quad (5.13)$$

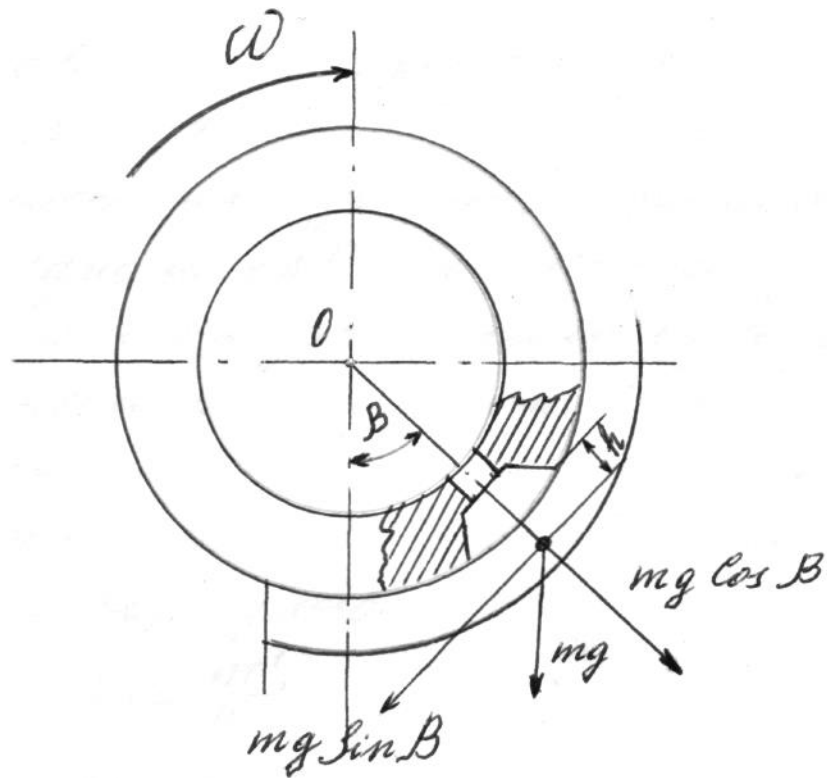


Рисунок 5.1 - Схема присмоктування насіння до отворів диска

де K – коефіцієнт пропорційності $k = 0,35 - 1,35$.

Для насіння кукурудзи приймаємо $K = 1,2$.

Розрідження ΔP підбираємо із умови щоб присмоктувальна сила була в десятки разів більшою маси насіння.

Маса 1000 насінин кукурудзи становить 200 г. Маса однієї насінини визначаємо за формулою:

$$m = \frac{m'}{n}, \quad (5.14)$$

де m – маса однієї насінини, кг;

m' - маса 1000 штук насінин, кг;

n – 1000 штук насіння.

$$m = \frac{0,2}{1000} = 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ кг.}$$

Отже, маса насінини кукурудзи становить $m = 2 \cdot 10^{-4}$ кг.

Присмоктуючу силу визначаємо за формулою:

$$P = 32,2 \cdot m \cdot g, \quad (5.15)$$

де P – присмоктуюча сила, Н;

m – маса однієї насінини кукурудзи, кг;

g – прискорення вільного падіння, $9,81 \text{ м/с}^2$.

Підставляємо значення у формулу (5.15) і отримуємо

$$P = 32,2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81 = 0,063 \text{ Н.}$$

Величину розрідження ΔP визначаємо за формулою:

$$\Delta P = \frac{P}{K \cdot S}, \quad (5.16)$$

де ΔP – величина розрідження, н/м^2 ;

P – присмоктувальна сила, Н;

K – коефіцієнт пропорційності;

S – площа отвору, м^2 .

Площу отвору S_1 , визначаємо за формулою:

$$S_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (5.17)$$

де d – діаметр присмоктуючого отвору, м.

Виходячи з геометричних розмірів насіння кукурудзи приймаємо $d = 10$ або $d = 0,01 \text{ м}$.

Підставляємо значення у формулу (5.17) і дістанемо:

$$S_1 = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,000078 \text{ м}^2.$$

Тоді,

$$\Delta P = \frac{0,063}{1,2 \cdot 0,000078} = 677 \text{ Па.}$$

Швидкість повітряного потоку в отворі комірки визначаємо за формулою:

$$V = \alpha \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}, \quad (5.18)$$

де α - аеродинамічний коефіцієнт опору, $\alpha = 0,7$;

ρ - щільність повітря, $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Підставляємо значення у формулу (5.18) і отримуємо:

$$V = 0,7 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 677,42}{1,2}} = 23,5 \text{ м/с.}$$

Загальну витрату повітря визначаємо за формулою:

$$Q = K_{\pi} \cdot V \cdot S_1 \cdot n \cdot N, \quad (5.19)$$

де K_{π} – коефіцієнт присмоктування, $K_{\pi} = 0,8$.

Підставляємо значення у формулу (5.19) і дістанемо

$$Q = 0,8 \cdot 23,5 \cdot 0,000078 \cdot 12 \cdot 8 = 0,141 \text{ м}^3 / \text{с}, \text{ або } Q = 507,6 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Повний тиск повітря, який має створювати вентилятор визначаємо за формулою:

$$H_{\tau} = \frac{\Delta P}{\eta_N}, \quad (5.20)$$

де η_N – коефіцієнт корисної дії вентилятора, $\eta_N = 0,6$.

Підставляємо значення і дістанемо

$$H = \frac{677,42}{0,6} = 1129 \text{ мм водяного стовпа.}$$

Отже, повний повітряний тиск становить $H = 1,13$ м водяного стовпа або

$$H = 1,13 \cdot 9,8 \cdot 10^4 = 11070 \text{ Па.}$$

Потужність приводу вентилятора визначаємо за формулою:

$$N_{\text{пр}} = \frac{Q \cdot H_r}{\eta_{\text{пр}}}, \quad (5.21)$$

де $\eta_{\text{пр}}$ – коефіцієнт корисної дії механізму приводу, $\eta_{\text{пр}} = 0,9$.

Підставляємо значення і отримуємо

$$N_{\text{пр}} = \frac{0,037 \cdot 110740}{0,9} = 4552,6 \text{ Вт} \text{ або } N_{\text{пр}} = 4,553 \text{ кВт.}$$

Отримані результати проведених розрахунків параметрів удосконаленої сівалки використовуємо при проектуванні і визначенні технологічних показників.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Шкідливі та небезпечні фактори при виробництві

кукурудзи на зерно

Згідно ГОСТу 12.0.003-80 шкідливі виробничі фактори класифікуються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До *фізичних* відносяться: рухомі машини, механізми, частини виробничого обладнання (гострі краї, шершавість поверхні, інструментів), руйнування конструкцій, робота на висоті, підвищена напруга електроструму та всі параметри виробничої санітарії, гігієни праці, що не відповідають вимогам стандартів, норм і правил (підвищені або понижені параметри мікроклімату, температури матеріалів., поверхні, шуму, вібрації, випромінювань, загазованості, запиленості, освітленості).

До *хімічних* відносяться речовини, які за характером дії підрозділяються на:

- токсичні (визначаються по середній смертельній дозі);
- сенсibiliзуючі викликають алергію, астматичні явища, захворювання крові (пил зерна, борошна, бавовни, а також пилок полину, лободи, амброзії, цвітіння тополя та ін.);
- подразнюючі викликають запалення шкіри, слизових оболонок (розчинники, лаки, фарби, аміак, сірководень, хлор, фтор, сірка, азотні сполучення);
- бластогенні і канцерогенні (викликають пухлини);
- мутагенні змінюють спадкові властивості та які впливають на репродуктивну функцію.

До *біологічних* відносяться мікроорганізми (бактерії, віруси, грибки), а також макроорганізми (рослини, тварини).

Психофізіологічні підрозділяються на фізичні перевантаження та нервово-психічні (розумове перевантаження, перевантаження аналізаторів, емоційні перевантаження, перевтомлення пов'язане з монотонністю праці).

Як бачимо всі ці чотири групи шкідливих факторів можуть виникнути при вирощуванні і збиранні кукурудзи на зерно [23].

6.2 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;

При внесенні гербіцидів:

- робота без засобів індивідуального захисту і спеціальної одежі;
- заправка агрегату в незапланованих місцях;
- робота агрегату при температурі вище 25⁰ 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 в відповідності з інструкцією.

При збиранні кукурудзи:

- недотримання інтервалу між працюючими машинами;
- робота кукурудзозбиральних 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 початків і листо-стебельної 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

причепу;

- перевезення людей в причепах;
- рух на великій швидкості на поворотах;
- рух агрегату на схилах з виключеною 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, відсутність чи несправність індивідуальних засобів захисту, невідповідність одяжі 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.

6.3 Будова і робота напівавтомата заправки резервуара розчином гербіциду

Напівавтомат заправки резервуара складається із трубопроводу, в якому вмонтовано клапан для з'єднання трубопроводу з атмосферою, та заслінка, яка через важіль з'єднана з повзуном і важелем поплавкового рівня.

При заправці резервуара клапан, з'єднуючий його з атмосферою, закритий при допомозі пружини. А заслінка важелем відкривається в положенні заправки. Тоді робоча рідина від заправочного агрегату по трубопроводу вільно заповнює резервуар. При досягненні рівня, коли важіль поплавок торкається повзуна, то рівень рідини в резервуарі збільшується, а заслінка перекриває отвори. В зв'язку з тим, що кінематична енергія затопленого поплавка недостатня, щоб пересилити зусилля пружини з шариком.

При досягненні достатньої енергії поплавок, виникає тяговий момент і передається на повзун, а через важіль закриває заслінку. Тоді рідина з насоса заправочного агрегату через пропускний клапан оступає в резервуар заправочного агрегату.

Після переведення важеля трьохходового крана в положення відсмоктування, рідина з трубопроводу відсмоктується в ємність заправника. Щоб в трубопроводі не виникало вакууму, для цього служить клапан, який з'єднає його з атмосферою.

6.4 Охорона праці 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:

- для агрегатування, трактор заднім ходом під'їжджає до сівалки СУПН-8 таким чином, щоб подовжні бруси торкнулися бруса сівалки;

- опустити підпірки з лівого і правого боку, опустити сівалку гідросистемою трактора на підпірки;
- змонтувати гідросистему сівалки відповідно до заводської інструкції;
- підняти агрегат у зборі, забрати підпірки й оглянути весь агрегат;
- заїхати на регульовальний майданчик, відкинути підставки, опустити агрегат на опорні колеса сівалки;
- установити підпірки таким чином, щоб вони торкалися майданчика, при цьому агрегат ними підтримується;
- 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;
- провести контроль комплектності сівалки та її робочих органів (по інструкції до сівалки СУПН-8);
- установити глибину загортання насіння кукурудзи і норму висіву відповідно до заводської інструкції;
- установити норму внесення робочих розчинів гербіциду;

Запропонований порядок підготовки комбінованого агрегату до роботи дозволить уникнути травматизму.

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

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

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

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

6.5 Пожежна безпека

Найбільш небезпечний в пожежному відношенні період збирання зернових. До початку збирання врожаю зернових вся збиральна техніка, агрегати та автомобілі повинні мати відрегульовані системи живлення, мащення, охолодження, запалювання. Також бути оснащені справними іскрогасниками, обладнанні первинними засобами пожежогасіння (комбайни і трактори - двома вогнегасниками, двома штиковими лопатами, двома мітлами, автомобілі справними вуглекислотним чи порошковим вогнегасником та штиковою лопатою).

Корпуси комбайнів повинні бути оснащені заземлювальним металевим ланцюгом, що торкається землі.

Збиральну техніку необхідно регулярно перевіряти на щільність з'єднання вихлопної труби з патрубком випускного колектора та колектора з блоком двигуна. У разі появи ознак пробивання прокладок роботу слід припинити до їх заміни.

Трактори комбайни та інші самохідні машини, обладнанні електричним пуском двигуна, повинні мати вимикач для виключення акумулятора від споживача струму. Клеми акумулятора, стартера дистанційного електромагнітного пуску та генератора повинні бути захищені від потрапляння на них струмопровідних предметів, їх електропроводка повинна бути справною і надійно закріпленою.

У польових умовах заправлення паливом збиральної техніки повинне здійснюватися за межами поля (не ближче 30 м) паливозаправниками, коли заглушені двигуни.

При гасінні пального, яке зайнялося, слід користуватися піском, землею або покривалом, застосовувати воду в цьому випадку не можна, так як нафтопродукти легші за воду і впливають, збільшуючи поверхню пожежі.

В якості технічних засобів гасіння пожеж можуть бути використані, крім спеціальних пожежних машин, мийні машини, автозаправники і дощувальні машини.

7 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Основними економічними показниками сівби кукурудзи базовою і удосконаленою сівалкою СУПН-8 є затрати праці, прямі експлуатаційні витрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на модернізацію. Для визначення цих показників необхідно знати продуктивність і витрати палива на сівбі базовою та модернізованою сівалкою їх балансову вартість і ряд інших вихідних даних.

Запровадження удосконаленої сівалки дасть змогу збільшити швидкість сівби з 8 до 9 км/год. (згідно агротехнічних вимог швидкість сівби серійної сівалки СУПН-8 не повинна перевищувати 8 км/год.), тобто збільшити продуктивність. Швидкість руху агрегату МТЗ–82 + СУПН-8 на сівбі кукурудзи становить 6,4 км/год. (третя передача трактора).

Визначимо продуктивність агрегату до складу, якого входить удосконалена сівалка за годину чистої роботи за формулою:

$$W = 0,1 B_p V_p \quad (7.1)$$

де V_p - робоча швидкість руху агрегату, км/год.;

B_p - робоча ширина захвату агрегату, м, $B_p = 5,6$ м.

З врахуванням збільшення швидкості руху агрегату (трактор зможе рухатися на четвертій передачі із робочою швидкістю 7,9 км/год.), будемо мати

$$W = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,9 = 4,42 \text{ га/год.}$$

Чистий час роботи агрегату, в склад якого входить модернізована сівалка становить $T_p = 4,2$ год.

Тоді, норма виробітку і продуктивність за годину змінного часу агрегату, в склад якого входить модернізована сівалка буде становити

$$H_M = 4,42 \cdot 4,2 = 18,6 \text{ га /год.},$$

а продуктивність агрегату буде дорівнювати

$$W_{3M} = H_M / T_{3M} = 18,6 / 7 = 2,65 \text{ га/год.}$$

Витрати палива трактора МТЗ-82 при сівбі модернізованою сівалкою становлять 2,9 л/га. Відповідно з прийнятим нормуванням механізованих польових робіт норма виробітку на сівбі кукурудзи зазначеного агрегату становить 16,8 га, при витраті палива 3,1 л/га.

Балансова вартість базової (серійної) сівалки становить $S_6 = 49000$ грн. При визначенні балансової вартості удосконаленої сівалки приймемо до уваги наступне. Модернізація сівалки зводиться до зміни конфігурації дисків висівної системи сівалки і наділення кожного висівного апарату екрануючим пристроєм. Це дасть змогу покращити процес скидання (зняття) насіння з присмоктуючих отворів висівних дисків, зменшити пропуски насіння, підвищити швидкість руху сівалки і за рахунок цього збільшити продуктивність. Зміна конфігурації висівних дисків і встановлення на сівалку 8 екрануючих пристроїв призведе до зростання ціни сівалки на 8200 грн. Тоді, вартість удосконаленої сівалки СУПН-8 буде становити $49000 + 8200 = 57200$ грн.

Вихідні дані для проведення економічних розрахунків доцільності модернізації сівалки СУПН-8 зведемо в табл. 7.1.

Затрати праці на сівбі кукурудзи визначимо за формулою:

$$Z_{\Pi} = M / W_{\Gamma}, \quad (7.2)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

W_{Γ} – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Таблиця 7.1- Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності

Показники	Агрегат	
	МТЗ-80+СУПН-8	МТЗ-80 + модернізована сівалка
Продуктивність, га/год.	2,40	2,65
Питомі витрати палива, кг/га	3,10	2,90
Вартість сівалки, грн.	49000	57200
Вартість удосконалення сівалки, грн.		8200

Оскільки кожний агрегат обслуговує один механізатор (тракторист) і один допоміжний працівник, то за формулою (7.2) будемо мати:

- затрати праці при сівбі базовою сівалкою

$$Z_{п.б} = 2/2,40 = 0,83 \text{ люд.год./га,}$$

- затрати праці при сівбі удосконаленою сівалкою

$$Z_{п.м} = 2/2,65 = 0,75 \text{ люд.год./га.}$$

Отже, зниження затрат праці при сівбі модернізованою сівалкою становить 0,08 люд.год./га.

Питомі прямі експлуатаційні витрати на сівбі кукурудзи визначимо за формулою:

$$C = C_{оп} + C_{ра} + C_{кто} + C_{пмм}, \quad (7.3)$$

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

$C_{ра}$ – відрахування на реновацію, грн./га;

$C_{кто}$ – витрати на капітальний і поточний ремонти та технічне обслуговування, грн./га;

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

В господарстві прийнята наступна система оплати праці працівників, які зайняті на сівбі кукурудзи. Оплату праці механізаторів здійснюють по 6-му розряду тарифної сітки. При цьому слід враховувати, що мінімальна заробітна плата після останнього підвищення становить 8647 грн/міс., тобто 360,3 грн. за виконану в день норму виробітку. Крім того, в господарстві запроваджена доплата за класність. Механізаторам, які мають перший клас доплачують 20 % до тарифної ставки. Оплату праці допоміжним працівникам, які обслуговують сівалку, також здійснюють по 4-му розряду на ручних роботах в рослинництві із розрахунку також 360,3 грн. за норму. Виходячи із вищезазначеного оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_{\text{оп}} = \frac{\alpha [T_{\text{м}} M (1 + \beta) + T_{\text{д}} N]}{H}, \quad (7.4)$$

де $T_{\text{м}}$, $T_{\text{д}}$ - відповідно, оплата праці механізаторам і допоміжним робітникам за норму виробітку грн.;

α - коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату $\alpha = 1,375$;

β - доплата за класність, $\beta = 0,2$;

M і N – відповідно кількість механізаторів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат;

H - норма виробітку, га.

Тоді витрати на оплату праці становлять:

- при сівбі серійною сівалкою

$$C_{\text{оп}}^{\text{с}} = \frac{1,375 [360,3 \cdot 1 (1 + 0,2) + 360,3 \cdot 1]}{16,8} = 64,9 \text{ грн./га,}$$

- при сівбі модернізованою сівалкою

$$C_{on}^m = \frac{1,375[360,3 \cdot 1(1+0,2)+360,3 \cdot 1]}{18,6} = 58,6 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на реновацію машин в агрегаті визначимо за формулою:

$$C_{pa} = \frac{\alpha_1 B_T}{100W_3 T_T} + \frac{\alpha_2 B_M}{100W_3 T_M}, \quad (7.5)$$

де B_T і B_M – відповідно балансова вартість трактора і машини, грн. ($B_T = 67310$ грн.);

α_1 і α_2 – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідно трактора і машини, %;

T_T і T_M – нормативне річне завантаження відповідно трактора і машини, год. (за нормативами $T_T = 1600$, а $T_M = 70$ год.).

За нормативами річна норма відрахувань на реновацію трактора МТЗ-80 складає 10 %, а сівалки СУПН-8 – 14,2 %. Тоді, витрати на амортизацію будуть дорівнювати:

- для базового агрегату

$$C_{pa}^b = \frac{67310 \cdot 10}{100 \cdot 1600 \cdot 2,40} + \frac{49000 \cdot 14,2}{100 \cdot 70 \cdot 2,40} = 43,2 \text{ грн./га,}$$

- для модернізованого агрегату

$$C_{pa}^m = \frac{67310 \cdot 10}{100 \cdot 1600 \cdot 2,65} + \frac{57200 \cdot 14,2}{100 \cdot 70 \cdot 2,65} = 45,5 \text{ грн./га.}$$

Витрати на ремонти і технічне обслуговування машин в агрегаті можна визначити за формулою:

$$C_{кто} = \frac{\alpha_{1к} B_T}{100W_3 T_T} + \frac{1}{100W_3} \left(\frac{\alpha_{1п} B_T}{T_T} + \frac{\alpha_{2п} B_M}{T_M} \right), \quad (7.6)$$

де $\alpha_{1к}$ – відрахування на капітальний ремонт трактора, % ($\alpha_{1к} = 5\%$);

$\alpha_{1п}$ і $\alpha_{2п}$ – норма річних відрахувань на поточний ремонт і ТО відповідно трактора і машини ($\alpha_{1п} = 8 \%$, $\alpha_{2п} = 4,5 \%$).

Тоді, відрахування на ремонти і ТО агрегатів становлять:

- для базового агрегату

$$C_{\text{кто}}^{\text{б}} = \frac{5 \cdot 67310}{100 \cdot 2,40 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 2,40} \left(\frac{8 \cdot 67310}{1600} + \frac{4,5 \cdot 49000}{70} \right) = 15,4 \text{ грн./га},$$

- для модернізованого агрегату

$$C_{\text{кто}}^{\text{м}} = \frac{5 \cdot 67310}{100 \cdot 2,65 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 2,65} \left(\frac{8 \cdot 67310}{1600} + \frac{4,5 \cdot 57200}{70} \right) = 16,0 \text{ грн./га}.$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали:

$$C_{\text{пмм}} = Q \cdot \Pi_{\text{к}}, \quad (7.7)$$

де Q – витрати палива, кг/га;

$\Pi_{\text{к}}$ – комплексна ціна палива, грн./л.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали. Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива для МТА становлять: дизельне мастило – 5 %; автотракторне мастило – 3,7 %; солідол – 0,5 %; трансмісійне мастило – 0,8 %.

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об'ємів закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 85,0 грн./л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть дорівнювати:

- для базового агрегату

$$C_{\text{пмм}}^{\text{б}} = 3,1 \cdot 85,0 = 263,5 \text{ грн./га},$$

- для модернізованого агрегату

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{М}} = 2,9 \cdot 85,0 = 246,5 \text{ грн./га.}$$

Загальні питомі прямі експлуатаційні витрати при сівбі кукурудзи становлять:

- агрегатом, в склад якого входить серійна сівалка СУПН-8А

$$C^{\text{б}} = 64,9 + 43,2 + 15,4 + 263,5 = 387,0 \text{ грн./га,}$$

- агрегатом, в склад якого входить модернізована сівалка

$$C^{\text{М}} = 58,6 + 45,5 + 16,0 + 246,5 = 366,6 \text{ грн./га.}$$

Економія питомих експлуатаційних витрат при впровадженні модернізованої сівалки у виробництво буде становити

$$E_{\text{ев}} = C^{\text{б}} - C^{\text{М}} = 387,0 - 366,6 = 20,4 \text{ грн./га.}$$

При використанні модернізованого агрегату на площі F , яка відповідає його нормативному річному завантаженню, визначити яку можна наступним чином $F = W_3 \cdot T_{\text{М}} = 2,65 \cdot 70 \approx 180$ га, економія експлуатаційних витрат буде становити

$$E = E_{\text{ев}} \cdot F = 20,4 \cdot 180 = 3672 \text{ грн.}$$

Визначимо річний економічний ефект від впровадження модернізованої сівалки:

$$E_{\text{р}} = E + E_{\text{н}} \cdot \Delta B, \quad (7.8)$$

Таблиця 7.2 - Основні економічні показники проєкту

Назва показників	Агрегат		Відхилення (+,-)
	МТЗ-80 + СУПН-8	МТЗ-80 + модернізована сівалка	
1. Балансова вартість сівалки, грн.	49000	57200	8200
2. Продуктивність, га/год.	2,40	2,65	0,25
3. Затрати праці, люд.год./га.	0,83	0,75	- 0,04
4. Прямі експлуатаційні витрати, грн./га	387,0	366,6	- 20,4
в тому числі:			
- оплата праці	64,9	58,6	- 6,3
- відрахування на реновацію	43,2	45,5	+ 2,3
- відрахування на ремонти і ТО	15,4	16,0	+ 0,6
- витрати на ПММ	263,5	246,5	- 17,0
5. Економічний ефект від додаткової продукції, грн/га		5700	
5. Річний економічний ефект, грн.	1030902		
6. Строк окупності витрат на модернізацію сівалки, років	0,01		

де E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень $E_n = 0,15$;

ΔB - витрати на модернізацію сівалки, грн. (див. табл. 7.1).

$$E_p = 3672 + 0,15 \cdot 8200 = 4902 \text{ грн.}$$

Крім того, впровадження розробок у виробництво дає можливість збільшити урожайність кукурудзи на 7 – 10%, що при урожайності 7,0 т/га становить 0,6 т/га. Якщо прийняти що закупівельна ціна кукурудзи становить 9500 грн/т, то додатковий економічний ефект становитиме:

$$E_d = 9500 \cdot 0,6 = 5700 \text{ грн/га.}$$

На площі 180 га економічний ефект від додаткової продукції становитиме

$$E_{др} = 5700 \cdot 180 = 1026000 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект від впровадження становитиме

$$E_z = E_p + E_{др} = 4902 + 1026000 = 1030902 \text{ грн.}$$

Визначимо термін окупності витрат на модернізацію сівалки:

$$T_{ок} = \Delta B / E_p, \quad (7.9)$$

де $T_{ок}$ – термін окупності.

$$T_{ок} = 8200 / 1030902 \approx 0,01 \text{ років.}$$

Результати розрахунку економічної ефективності модернізації сівалки СУПН-8 зведемо в табл. 7.2.

Результати розрахунків економічної ефективності модернізації сівалки СУПН-8А показують, що запровадження її у виробництво дасть змогу одержати річний економічний ефект в сумі 1030902 грн. на одну сівалку, а затрати на удосконалення окупляться протягом першого року експлуатації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Кукурудза відрізняється за своїми морфологічними характеристиками так як і насіння кукурудзи. Ці характеристики слід враховувати при розробці і удосконаленню робочих органів сівалки і, зокрема, висіваючого апарату.

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

3. Аналіз конструкцій існуючих висівних апаратів точного висіву свідчить про те, що одним з найбільш перспективних напрямків розвитку є розробка і впровадження універсальних пристроїв, які забезпечують підвищену рівномірність висіву.

4. Запропонований висівний апарат забезпечує висів насіння основних просапних культур. При цьому забезпечується більш рівномірний розподіл насіння по довжині рядка. В результаті розрахунків обґрунтовано геометричні та кінематичні параметри висівного і розроблена конструкція окремих вузлів і деталей.

5. Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані в господарстві. Економічний ефект від впровадження удосконаленої сівалки становить 1030902 грн., а затрати на її модернізацію окупаються протягом першого року експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В Україні обговорили стан і перспективи насінництва кукурудзи: НААН визначила пріоритети розвитку галузі// <https://www.growhow.in.ua/v-ukraini-obhovoryly-stan-i-perspektyvy-nasinnystva-kukurudzy-naan-vyznachyla-priorytety-rozvytku-haluzi/>.
2. Новіцький В. Кукурудза: уроки воєнного року. 17.01.2023. // <https://agrotimes.ua/opinion/kukurudza-uroky-voyennogo-roku/>.
3. Україна тримається на 7 місці за обсягами виробництва кукурудзи в світі // <https://superagronom.com/news/19645-ukrayina-trimayetsya-na-7-mistsiza-obsyagom-virobnitstva-kukurudzi-u-sviti>.
4. Савченко Н. Битва за врожай: як українським аграріям адаптуватися до умов війни? 17.04.2023 // <https://fmc.com.ua/articles/bitva-za-vrozhaj-yak-ukrayinskim-agrariyam-adaptuv/>.
5. Що відбувається з посівною кукурудзи в Україні та ЄС, і чи варто аграріям відмовлятися від цієї культури// <https://ukrseeds.org.ua/blog/shcho-vidbuvayetsya-z-posivnoyu-kukurudzy-v-ukrayini-ta-yes-i-chy-varto-agrariyam>.
6. Кукурудза – королева полів/ Навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.
7. Цехмейструк М.Г., Музафаров Н.М., Манько К.М. Аспекти вирощування кукурудзи/ Агробізнес сьогодні.- №8(279) квітень 2014.– с. 37-42.
8. Тимошенко Т. Кукурудза: як вирощувати успішно? // Агробізнес сьогодні. - №18 (241), вересень, 2012. – с. 37-39.
9. Шевчук Р., Кириєнко Г., Браценюк В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно/ Аграрний тиждень. Україна. – 22 червня 2015 р. с. 13-18.
10. Ларченко К., Гаврилюк В. Нові гібриди кукурудзи// Пропозиція. - № 1, 2005. – с. 68-70.

11. Митрофанов О., Альохін А., Демидов С. Вдосконалена технологія вирощування кукурудзи на Півдні України без застосування гербіцидів// Техніка АПК. - №10 (жовтень), 2007. – с. 26-29.
12. Небрат В.П. Аналізуємо цього річне с.-г. виробництво. - //Економіка АПК. - 2000. №11.-С. 10-13.
13. Козуб Г.Н. Кукурудза як високопродуктивна рослина. - //Економіка АПК. - 2000. №2. -С. 15-19.
14. Зінченко В.Н. Рослинництво. - К.: Урожай, 2001.
15. 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.
16. Сільськогосподарські машини /Д.Г.Войтюк, Л.В.Аніскевич, В.В.Іщенко та ін.; за ред. Д.Г.Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
17. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
18. Довідник з опору матеріалів / Пісаренко 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.
19. 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.
20. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
21. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.

22. 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.

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

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