

**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 дипломної роботи  
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології вирощування кукурудзи з  
обґрунтуванням параметрів і режиму роботи  
культиватора**

**Виконав:** студент факультету за спеціальністю  
208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Зазнобін Артем Андрійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кобець Анатолій Степанович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро, 2024

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

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин  
Освітній ступінь: "Магістр"  
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 ДИПЛОМНУ РОБОТУ 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)

## АНОТАЦІЯ

Зазнобін А.А. Удосконалення технології вирощування кукурудзи з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи культиватора/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 79 с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій вирощування кукурудзи і розроблено технологію вирощування цієї культури для умов і на замовлення ТОВ «Дубрава» Магдалинівської громади Дніпропетровської області. Запропоновано схему удосконалення конструкції культиватора.

Проведено розрахунки параметрів і розроблена конструкція культиватора та проведені розрахунки режиму роботи агрегату для міжрядного обробітку кукурудзи в господарстві. Визначено технологічні показники роботи агрегату.

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

Річний економічний ефект від застосування удосконалень на практиці становить 3532700 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року використання.

Ключові слова: кукурудза, технологія, міжрядний обробіток, культиватор, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

## З М І С Т

В С Т У П. ....	7
1 УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА. ....	10
1.1 Попередники. ....	10
1.2 Особливості удобрення кукурудзи. ....	10
1.3 Підбір гібридів. ....	12
1.4 Сівба кукурудзи. ....	13
1.5 Догляд за посівами. ....	15
1.6 Збирання урожаю. ....	16
2 ПРОЄКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО. ....	18
2.1 Біологічні особливості вирощування кукурудзи на зерно. ....	18
2.2 Програмування врожайності кукурудзи на зерно. ....	21
2.3 Складання технологічної карти на виробництво кукурудзи на зерно по інтенсивній технології. ....	25
2.4 Розрахунок потреби техніки, в робочій сили, технологічних матеріалів.	30
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ. ....	33
3.1 Обґрунтування розробки й основних вимог до робочих органів. ....	33
3.2 Розрахунок і обґрунтування параметрів робочого органу. ....	33
3.3 Тяговий розрахунок. ....	35
3.4 Розрахунок на міцність. ....	38
3.5 Розрахунок болтів на зріз. ....	40
4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ ОБРОБІТКУ ПОСІВІВ. ....	41
4.1 Характеристика умов роботи. ....	41
4.2 Агротехнічні вимоги до обробітку посівів. ....	41
4.3 Підбір і розрахунок складу агрегату. ....	41
4.4 Підготовка агрегату до роботи. ....	43

4.5 Підготовка поля. . . . .	44
4.6 Робота агрегату в полі. . . . .	46
4.7 Контроль якості роботи агрегату. . . . .	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ. . . . .	49
5.1 Організація робіт з охорони праці. . . . .	49
5.2 Виробничі небезпеки при вирощуванні кукурудзи. . . . .	50
5.3 Правила зберігання мінеральних добрив. . . . .	52
5.4 Заходи безпеки при транспортуванні і внесенні мінеральних добрив. . . . .	53
5.5 Вимоги правил безпеки при виконанні робіт з використанням пестицидів, мінеральних добрив. . . . .	58
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ. . . . .	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. . . . .	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. . . . .	68
ДОДАТКИ. . . . .	71

## ВСТУП

В Україні до початку повномасштабного вторгнення росії кукурудза була другою культурою за площею вирощування. 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 (живлення кукурудзи потребує внесення азотних добрив, які подорожчали на 50%), сушіння (зростання ціни на природний газ також має суттєвий вплив на тарифи) та інші фактори.

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%. В 2023 році очікувано зменшення площ посівів кукурудзи до 3,4 млн гектар [1, 2, 3]. У ситуації, що склалася, частина аграріїв перепрофілювалася на вирощування сої, соняшника та інших культур.

Експерти вважають, що не дивлячись на ці загрози, кукурудза, як і раніше, залишиться серед основних культур. Тому що, по-перше, Україна за багато років завоювала високий рівень експертності у вирощуванні цієї культури (техніка, технології, знання та досвід наших аграріїв), тож після розблокування більшої кількості портів аграрії швидко повернуть свої сильні позиції на міжнародному ринку. По-друге, у світі попит на кукурудзу тільки зростає. В Україні зростання цін уповільнюється тільки темпами експорту.

Кукурудза – основна кормова культура. Її виробництво в світі складає близько 500 млн. тон зерна, а головний її виробник – США. Ця країна збирає щорічно 215-235 млн. тон с площі 29-31 млн. га. Доля кукурудзяного зерна в концентрованих кормах складає 45-60%. При такому співвідношенні досягаються максимальні привіски продукції тваринництва, надоїв молока.

Крупними виробниками кукурудзи є і такі країни, як Мексика, Бразилія, Франція, Китай. Досить скромне місце в цьому переліку займає наша країна. Маючи родючі ґрунти, унікальний клімат, максимально, що вирощувала Україна – це було в середині 80-х рр ХХ століття – близько 9 млн. тон з площі 2,7 млн. га.

За урожайністю та кормовою цінністю кукурудза перевищує всі інші зернофуражні культури. Її зерно – незамінний компонент для виготовлення комбикормів, цінна сировина для харчової і ряду інших галузей промисловості. За вмістом кормових одиниць зерно кукурудзи переважає овес, ячмінь, жито. Кілограм його містить 1,34 кормової одиниці, 78 г перетравного протеїну [3]. Протеїн представлений неповноцінним зеїном і глютеліном, тому згодовувати зерно слід у суміші з високопротеїновими кормами. У зерні кукурудзи 65-70% вуглеводів, 9-12% білка, 4-8% рослинної олії (у зародку до 40%) і лише близько 2% клітковини. Містяться вітаміни А, В<sub>р</sub> В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, Е, С, незамінні амінокислоти, мінеральні солі і мікроелементи. Вміст білка невисокий, він дефіцитний за деякими незамінними амінокислотами, особливо за вмістом лізину і триптофану.

Із зерна кукурудзи під час переробки отримують високоякісні корми для тваринництва, крохмаль, патоку, олію, глюкозу, мальтозу, кукурудзяний екстракт (сировину для виробництва пеніциліну, інших ліків), кукурудзяний сироп, що використовується у виробництві кондитерських виробів та безалкогольних напоїв (він у 100 разів солодший за цукор), каротин та багато інших продуктів [4]. Із 100 кг зерна одержують 37-40 л спирту, що на 3-5 л більше, ніж із зерна інших культур. Із зародків зерна добувають цінну харчову олію, яка має лікувальні властивості (зменшує вміст холестерину в крові і запобігає захворюванню на атеросклероз). Із стрижнів качанів виготовляють фурфурол, лігнін, ксилозу, одержують целюлозу і папір. З 1 ц зерна можна одержати 56 кг крохмалю (або 60 кг фруктози чи 38 л спирту), 22,4 кг корму з вмістом протеїну 21%, 5,2 кг глютенів і борошна і 2,7 кг кукурудзяної олії.



У структурі кормів кукурудза посідає одне з перших місць у світі, і її частка продовжує збільшуватись за рахунок розширення посівів та підвищення врожайності. В Україні до війни кукурудза займала 4,5-5,0 млн. га, що становить майже чверть всіх кормових культур [5]. За площею посівів Україні немає рівних в Європі. Кукурудзу на зерно в останні роки сіють на площі 1,3-1,5 млн. га, а на силос і зелений корм на площі 3,2-3,4 млн. га. В Україні співвідношення площ кукурудзи на зерно та на силос і зелений корм становить 32 і 68 відсотків, тоді як в США – 90 і 10. Тому доцільно в межах площ, відведених під цю культуру, розширити її посіви на зерно, відповідно скоротивши посіви на силос.

В останній час увага до проблем посіву значно зростає, що пояснюється важливістю цієї операції для підвищення урожайності кукурудзи, переходом від швидкості 1,5 м/с на більш високі робочі швидкості – до 3,5 м/с, впровадження точного висіву насіння.

Удосконалення технології вирощування кукурудзи передбачає високопродуктивне використання машин при чіткому виконанні всієї агротехніки. Для цього необхідно правильно підібрати і скомплектувати агрегати, використовувати нові та модернізовані робочі органи, які забезпечили б надійну експлуатацію машини на високих робочих швидкостях, а також поєднували окремі операції. При цьому вирішальне значення має комплексна і взаємопов'язана механізація основних і допоміжних операцій.

Метою дипломної роботи є удосконалення технології вирощування кукурудзи і конструкції культиватора для міжрядного обробітку, що дозволить підвищити урожайність і зменшити затрати праці і собівартість продукції.

## 1 УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА

Збільшення валових зборів зерна кукурудзи можливо за рахунок отримання високих стійких урожаїв цієї культури на основі впровадження енергозберігаючої, екологічно безпечної, інтенсивної технології. Аналіз наукової літератури і передового досвіду дозволив рекомендувати удосконалену технологію вирощування кукурудзи для умов господарства.

### 1.1 Попередники

В умовах Степу основну дію попередників визначають за їхнім впливом на водний режим ґрунту. Як показали багаторічні дослідження [1], більш високі запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту залишають після себе озима пшениця після чорного і занятого пару, а також кукурудза. Значно менше її застається після соняшнику, цукрових буряків, сорго. Після цих попередників урожайність кукурудзи знижується на 4-8 ц/га.

Поліпшуючи водний режим ґрунту, попередники позитивно впливають на пригнічення бур'янів. Так, якщо озима пшениця висівається після пару, то внаслідок її доброї кущистості й щільно замкнутого стеблостою пізні ярі бур'яни (плоскуха звичайна, щиріця, мишій сизий), як правило, не проростають, а поодинокі екземпляри, що зійшли, слаборозвинені й утворюють дуже мало життєздатного насіння.

На родючих ґрунтах і при внесенні підвищених доз добрив кукурудзу можна вирощувати повторно на одному полі протягом двох і більше років.

### 1.2 Особливості удобрення кукурудзи

У комплексі заходів, спрямованих на підвищення врожайності та продуктивне використання вологи, велике значення мають системи застосування органічних та мінеральних добрив. Найбільші прирости врожаю зерна кукурудзи в умовах недостатнього зволоження забезпечує повне

мінеральне добриво в дозі  $N_{60-90}P_{60}K_{30-45}$ . Кожен кілограм внесених добрив сприяє прибавці врожаю зерна і зеленої маси на 20-30% вище порівняно з колосовими культурами. Для харчових підвидів кукурудзи рекомендується норми добрив зменшити до  $N_{30-60}P_{20-40}K_{20-40}$ .

Ефективним прийомом є внесення мінеральних добрив малими дозами у рядки при сівбі. Так, внесення в рядки 1 ц/га гранульованого суперфосфату забезпечує прибавку врожаю зерна до 5 ц/га.

Найбільш раціонально використовуються добрива, коли розраховують потребу поживних речовин з урахуванням родючості ґрунту конкретного поля, необхідної кількості елементів живлення для формування запланованого урожаю, коефіцієнтів використання елементів живлення з добрив та ґрунту.

Органічні добрива вносять, як правило, під зяблеву оранку. При внесенні навесні їх ефективність погіршується. Доведено, що при сонячній вітряній погоді з розкиданого і неприораного гною за першу добу може втрачатися до 20% азоту. Враховуючи післядію гною на врожай кукурудзи, його доцільно вносити під попередню культуру – озиму пшеницю. Це не тільки забезпечує кукурудзу необхідними елементами живлення, а й значною мірою зменшує забур'яненість полів, які йдуть під посів кукурудзи на зерно та харчові цілі, сприяє підвищенню врожайності на 4-5 ц/га.

Різні біотики гібридів відрізняються неоднаковою реакцією на добрива. Тому, добираючи гібриди однієї біологічної групи, слід віддавати перевагу тим, які при внесенні добрив забезпечують стабільно високі врожаї.

В останні роки більше уваги приділяється біологічному веденню сільського господарства – використанню біологічних засобів відтворення родючості ґрунту й отриманню екологічно чистої продукції рослинництва. Особлива роль у біологізації сучасних агротехнологій відводиться ґрунтовим мікроорганізмам, які потребують глибоких і детальних досліджень їх дії на рослини і ґрунт у посівах сільськогосподарських культур.

У технології біологічного землеробства широко застосовується оброблення насіння бактеріальними препаратами полі функціональної дії,

здатними позитивно впливати на фізіологічні процеси, що відбуваються у рослинах, і завдяки цьому, сприяти підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур. Це екологічно безпечні препарати комплексної дії, що стримують розвиток фітопатогенів, не забруднюють навколишнє середовище і безпечні для тварин та людини.

Бактерії, що заселяють коріння, утворюють своєрідний біологічний «чохол» і є трофічними посередниками між ґрунтом і рослиною. Саме мікроорганізми є відповідальними за перетворення низки складних сполук у прості, доступні для живлення рослин. Використання мікробних препаратів на основі корисних мікроорганізмів, які поліпшують кореневе живлення рослин, є одним із ефективних елементів агротехнологій.

Дослідженнями [6], проведеними в 2006-2009 роках, встановлена висока економічна ефективність застосування препарату Агробактерин (функціональною основою якого є фосфатмобілізівні бактерії *Agrobacterium radiobacter* 1333) при вирощуванні кукурудзи на зерно. Обробка насіння кукурудзи Агробактерином на фоні внесення під передпосівну культивуацію мінеральних добрив  $N_{20}P_{20}K_{20}$  забезпечила підвищення урожайності на 33,2%, при цьому собівартість продукції зменшилася на 9,4%, додатковий умовно чистий дохід склав 2420 грн./га.

### 1.3 Підбір гібридів

Серед чинників, що істотно обмежують негативний вплив посухи на продуктивність кукурудзи, важливе значення має вибір гібридів і структура їхнього складу.

Для сівби необхідно використовувати добре адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов гібриди кукурудзи. До Державного реєстру сортів рослин України внесено досить широкий асортимент ранньо- і середньостиглих гібридів, вибір яких сприяє зменшенню ризику збігу критичного періоду з підвищеним їх водоспоживанням в умовах повітряної та ґрунтової посухи.

Останнім часом значно розширився перелік сортів та гібридів харчового напрямку.

У господарстві бажано вирощувати кілька гібридів кукурудзи різних термінів дозрівання, що дозволить стабілізувати її врожайність за рахунок ефективного використання запасів вологи у ґрунті, опадів вегетаційного періоду та техніки. Не слід використовувати невідомі гібриди, особливо закордонної селекції, якщо вони не перевірені в наших умовах і, як правило, відносяться до групи середньопізніх та пізньостиглих.

Ґрунтово-кліматичні умови господарства сприятливі для вирощування ранніх, середньоранніх та середньостиглих гібридів і менш сприятливі до середньопізніх та пізньостиглих. У зв'язку з цим рекомендуємо наступне співвідношення площ кукурудзи на зерно за групами стиглості гібридів: ранньостиглих та середньоранніх – 30-40%; середньостиглих – 50-55%; середньопізніх і пізньостиглих – 10-15%. Враховуючи появу нових високопродуктивних гібридів середньоранньої групи та мінімальну потребу на досушування зерна при їх вирощуванні, використання гібридів цієї групи є найбільш рентабельним.

Серед харчових підвидів добре зарекомендували себе сорти і гібриди цукрової кукурудзи вітчизняної селекції: Апетитна 5, Спокуса, Венилія, Гламур, Конкурент, Кабанець. Придатними для використання в умовах господарства є гібриди розлусної кукурудзи: Гостинець, Перлина степу, Дніпровський 925, Дніпровський 929.

#### 1.4 Сівба кукурудзи

Щоб не пересушити ґрунт, наступні операції – внесення гербіциду та його загорання, передпосівну культивуацію, сівбу – слід проводити з найменшим розривом у часі. Норми внесення ґрунтового гербіциду при вирощуванні харчової кукурудзи зменшують на 25%. Ширина міжряддя повинна становити 70 см.

Протруєння насіння проводять фунгіцидами, дозволеними до використання в Україні.

Сівбу холодостійких гібридів (переважно крем'янистого підвиду) починають при настанні стійкої середньодобової температури ґрунту на глибині 10 см  $+8-10^{\circ}\text{C}$ . Менш холодостійкі гібриди та сорти харчової кукурудзи потребують температури понад  $+12^{\circ}\text{C}$ . Питання про календарні строки сівби вирішується в господарстві конкретно з урахуванням погодних, ґрунтових, агротехнічних умов, що склалися, а також типів гібридів. Найбільш оптимальним є період кінець квітня–перша декада травня. Цей агрозахід треба проводити у стислі строки протягом 5-7 днів.

Для формування конвеєру свіжих качанів цукрової кукурудзи висівають сорти та гібриди різних груп стиглості з третьої декади квітня до третьої декади травня, а за умов достатнього зволоження – до третьої декади червня з інтервалом 10-15 днів. Менш забур'янені поля, а також ті, де ґрунт більш легкий за грануло-метричним складом, засівають у першу чергу.

Глибину загортання насіння встановлюють залежно від стану зволоження верхнього шару ґрунту, температури, гранулометричного складу. При оптимальних умовах зволоження вона становить 5-6 см. При підсиханні верхнього шару ґрунту глибину слід збільшити до 6-8 см.

Необхідно враховувати, що при мілкому загортанні насіння у вологий ґрунт створюються кращі температурні умови для його проростання і значно більша частина поживних речовин ендосперму використовується для прискорення росту і розвитку сходів кукурудзи у ранньовесняний період.

Для підвищення польової схожості насіння та зниження його пліснявіння, ураженості кореневим і стебловим гнилям проводять коткування ґрунту, особливо при недостатній його зволоженості. Використовуючи сівалки, які одночасно ущільнюють ґрунт над насіниною, коткування посівів не проводять.

В умовах недостатнього і нестійкого зволоження для одержання високого врожаю важливо забезпечити оптимальну густоту рослин. Загущені

посіви, як правило, приречені на «водне голодування», особливо в посушливі роки. Вони дуже чутливі до впливу повітряної і ґрунтової посухи, при цьому різко зменшуються темпи лінійного приросту рослин, наростання площі листкової поверхні та інших біометричних показників. У таких посівах спостерігається раннє відмирання нижніх листків, порушуються процеси фотосинтезу та запліднення і, зрештою, їх скошуюють на зелений корм або силос.

Густота стояння рослин кукурудзи визначається ґрунтово-кліматичними умовами та морфологічними особливостями гібридів. За результатами досліджень, в умовах недостатнього зволоження найбільшої густоти вимагають ранньостиглі гібриди – 60-70, найменшої – середньостиглі та середньопізні гібриди (40-50 тис. шт./га). Оптимальна густота посівів харчових підвидів кукурудзи також коливається в межах 40-50 тис. шт./га. Фактична норма висіву інкрустованого насіння збільшується на 10-15%, а в інших випадках – на 20-25% по відношенню до оптимальної густоти рослин.

### 1.5 Догляд за посівами

При вирощуванні кукурудзи за інтенсивною технологією важливо поєднувати механічний обробіток ґрунту (боронування та розпушування міжрядь) з поверхневим внесенням гербіцидів вибіркової дії.

З метою максимального очищення поля від бур'янів проводять досходове і післясходове боронування середніми та легкими боронами. В умовах теплої весни обмежуються одноразовим досходовим боронуванням середніми боронами, яке проводять через 4-5 днів після сівби. Два досходових боронування проводять в умовах прохолодної весни, коли сходи не з'являються більш ніж 20-22 днів: перше – через 4-5 днів після сівби; друге – за 3-4 дні до появи сходів кукурудзи (коли проростки культури знаходяться за 3-4 см від поверхні ґрунту і недосяжні для зубів борін).

Боронування до і після появи сходів, коли бур'яни знаходяться у фазі проростків чи тонких ниточок, дозволяє знищити 93-95% ранніх і 45-65%

пізніх ярих бур'янів. Якщо бур'яни утворили два зелених листочки, то знищується лише 80-85%, а у фазі 4-х листочків – 61-65%. Боронування по сходах проводять упоперек рядків у денні години, коли рослини втрачають тургор і менше ламаються. Швидкість руху агрегату – 5-6 км/год.

При вирощуванні кукурудзи за інтенсивною малогербіцидною або безгербіцидною технологією, особливо харчового напрямку використання, за вегетаційний період проводять 2-3 міжрядних обробітки:

- перший – у фазу розвитку кукурудзи 3-4 листки на глибину 6-8 см;
- другий – 7-8 листків на глибину 6-8 см;
- третій – 10-12 листків на глибину 8-10 см. Останній обробіток

проводять із загортанням бур'янів у рядках.

Найбільш ефективний спосіб боротьби з бур'янами – внесення ефективних гербіцидів. Проте навіть на чистих посівах рекомендується провести один міжрядний обробіток на глибину 4-6 см у фазі 6-8 листків.

## 1.6 Збирання урожаю

Для збирання кукурудзи на зерно застосовують слідуєчі технології.

### 1. Збирання в качанах кукурудзозбиральними комбайнами.

З відривом качанів і їх до очисткою, а також подрібненням стебла. Виконується комбайном КСКУ-6 "Херсонєць 200", також агрегатом в складі прибавки КНО-4 і трактора ХТЗ-121.

2. Збирання з обмолотом качанів і подрібненням стебла переобладнаним зернозбиральними комбайнами фірми «Джон Дір» з відповідною приставкою або комбайном "Дон 1500" з приставкою КМД-6.

Збирання кукурудзи в качанах слід розпочинати при вологості зерна не більш ніж 40 % з обмолотом зерна - 30 %.

Доставлене з поля зерно очищують від домішок і висушують в зернових очищувально-сушильних установках, зберігають його в звичайних сховищах консервують без сушки. Качани приводять на тік, перебирають, видаляючи



недостиглі і ураженні хворобами, висушують до вологості 16 - 18 % і закладають на зберігання в сховища або консервують без сушки.

Агротехнічні вимоги:

– кукурудзу на зерно розпочинають збирати в фазі кінець воскової - стиглості — початок повної стиглості;

– повнота збирання зерна, при збиранні кукурудзи в качанах комбайнами - не менше ніж 97 %, в тому числі допускається наявність зерна в порівнянні листя стеблової маси до 2,5 %;

– повнота збору зерна при збиранні на зерно не в качанах - не менше 98 %, в тому числі в подрібненні листя стебловій масі - до 2,5 %;

– повнота збору листя стеблової маси - 95 %;

– зміст домішок листя стеблової маси при збиранні очищених качанів - до 1 %.

## 2 ПРОЄКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

### 2.1 Біологічні особливості вирощування кукурудзи на зерно

Кукурудза - однорічна, однодомна, роздільностатева, перехреснозапилна рослина родини злакових, підродина просоподібних. Як усі хліба другої групи, кукурудза теплолюбна культура. Мінімальна температура проростання насіння більшості гібридів і сортів 8-10С, а нормально розвинені і дружні сходи з'являються при температурі 10-12С. Кукурудза, висіяна в холодний і перезволожений ґрунт, проростає дуже повільно, сходи її часто бувають зріджені, бо набубнявіле насіння уражається грибними хворобами і втрачає польову схожість. Перспективними є виведені селекціонерами біотики кукурудзи, здатні проростати при температурі 5-6С. Сходи кукурудзи витримують температуру до мінус 3С, у фазі 2-3 листків - до мінус 3-5 С Кукурудза краще витримує весняні заморозки, ніж ранні осінні (мінус 2-3С), 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 середньо добовій температурі до 25 С. При більш низьких температурах (14-15С) ріст рослин затримується, а при зниженні їх до біологічного мінімуму (10С) припиняється. Високі температури (25-30С) кукурудза до цвітіння витримує добре, але якщо вони в період викидання волотей і з'явлення стовпчиків качанів перевищують 30-35С, 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 1800-2000С, середньо- і середньоранньостиглих 2300-2600 С, пізньостиглих 3000-3200С.

Одні вчені відносять кукурудзу до посухостійких рослин, інші - до вологолюбних. Кукурудза в ранні фази росту і 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 волозі 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 волозі. 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 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 подовжується. Особливості росту. Розділяють такі фенологічні фази росту кукурудзи: проростання насіння, сходи, утворення 3-го листка, кушення, вихід в трубку (11-13-й листок), викидання волотей, цвітіння, формування і досягання зерна молочної, воскової і повної стиглості [6].

## 2.2 Програмування врожайності кукурудзи на зерно

Програмування урожаю передбачає визначення рівня потенційно можливого урожаю по лімітую чому в даному регіоні ґрунтово-кліматичному фактору;

- складання технологічної карти заходів (агротехнічних, агрономічних) по забезпеченню програмованого (гарантованого) урожаю;
- корегувати технології в процесі вегетації в залежності від фактичних природно-кліматичних умов і розвитку рослин;
- контроль і обмін умов та результатів вирощування сільськогосподарської культури з метою накопичення для наступних уточнень нормативів і показників програмування урожаю.

В визначених умовах лімітуючими факторами для прогнозованого урожаю можуть бути використання фотосинтетично активної радіації (ФАР), вологозабезпеченості посівів, теплові ресурси визначаються по гідротермічному показнику (ГТП), або по значенню біокліматичного потенціалу (БКП). [7]

Розрахунок потенційного урожаю по приходу сонячної енергії (використання ФАР).

Потенційно можливу урожайність по ФАР визначають наступним чином

$$Y_c = \frac{Q \times k_Q}{100q} \quad (2.1)$$

де  $Y_c$  – урожайність абсолютно сухої біомаси, т/га;

$Q$  – кількість ФАР за період вегетації, кДж/га;

$q$  – питома кількість енергії, що акумулюється одиницею сухої органічної речовини (приймають  $q = 2 \cdot 10^6$  кДж/т) [7];

$K_Q$  – коефіцієнт використання (засвоєння) ФАР посівом, %;

$$Y_c = \frac{13.5 \times 10^9 \times 2.5}{100 \times 2 \times 10^6} = 16.8 \text{ т/га}$$

Для переходу від урожаю абсолютно сухої біомаси до урожаю зерна, або любого другого виду продукції рослинництва використовують співвідношення.

$$Y_3 = \frac{Q \cdot k_Q \cdot 100}{100 \cdot q \cdot (100 - \omega) \cdot \alpha} \quad (2.2)$$

де  $Y_3$  – урожайність зерна, або другої продукції при стандартній вологості, т/га;

$\omega$  – стандартна вологість основної продукції, %;

$\alpha$  – сума відносних частин основної та побічної продукції в загальному урожаї сухої біомаси.

$$Y_3 = \frac{13.5 \cdot 10^9 \cdot 2.5 \cdot 100}{100 \cdot (100 - 18) \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 25} = 7.8 \text{ т/га}$$

#### Розрахунок потенційного урожаю по вологозабезпеченості.

Потенційний урожай по вологозабезпеченості визначають наступним чином:

$$Y_c = \frac{10000 \cdot (W + P)}{k_W \cdot \alpha \cdot (100 - B)} \quad (2.3)$$

де  $Y_c$  – урожайність абсолютно сухої маси, т/га;

$\alpha$  – сума відношення основної і побічної продукції;

$W$  – ресурси продуктивної вологи, мм;

$P$  – сума опадів за період вегетації, мм;

$B$  – стандартна вологість основної продукції, %;

$K_W$  – коефіцієнт (питомий показник) водоспоживання, мм·га/т\$

$$Y_c = \frac{10000 \cdot (230 + 228)}{480 \cdot 3 \cdot (100 - 18)} = 4.62 \text{ т/га}$$

#### Розрахунок потенційного урожаю по тепловим ресурсам.

Визначення потенційного врожаю при обмеженій теплозабезпеченості проводять по гідротермічному показнику (ГТП), або по значенню біокліматичного потенціалу (БКП), які враховують у вологозабезпеченості.

Існує визначена залежність між приходом фотосинтезної активної радіації, фактичними ресурсами вологи і ресурсами енергії, що витрачаються на випаровування.

Виходячи з цього було встановлено наступні вирази для визначення гідротермічного показника в балах:

$$ГТП = 0,5 \cdot k_{увл} \cdot h \quad (2.4)$$

де  $K_{увл}$  – коефіцієнт зволоження, бали;

$h$  – число декад активної вегетації сільськогосподарської культури.

$$ГТП = 0,5 \cdot 0,57 \cdot 8,5 = 2,4$$

Значення  $K_{увл}$  залежить від співвідношення фактичних ресурсів вологи  $W$  і ресурсів енергії, що витрачається на випаровування. По сумі  $K_{увл}$  являє собою відношення максимальної продуктивності в умовах достатнього зволоження до продуктивності при даній наявності вологи. Розраховують  $K_{увл}$  за виразом:

$$k_{увл} = 0,25 \frac{W}{R} \quad (2.5)$$

де  $R$  – сума раціонального балансу за період вегетації, кДж/см;

0,25 – коефіцієнт, що враховує питому теплоту випаровування, кДж/см<sup>2</sup>.

$$k_{увл} = 0,25 \frac{230}{100} = 0,57$$

Потенційну урожайність сухої біологічної маси по ГТП рекомендується визначати за виразом:

$$Y_c = 2,2 \cdot ГТП - 1 \quad (2.6)$$

$$Y_c = 2,2 \cdot 2,4 - 1 = 4,28 \text{ т / га}$$

Розрахунок потенційного урожаю по тепловим ресурсам може бути визначено виходячи із значення біокліматичного потенціалу продуктивності землі (БКП), що визначається за виразом:

$$БКП = k_{увл} \frac{\sum \tau_{>10^\circ}}{1000} \quad (2.7)$$

де  $\sum \tau_{>10^\circ}$  – сума середньодобових активних температур повітря за вегетаційний період, що перевищують  $+10^\circ\text{C}$ ,  $^\circ\text{C}$ ;

1000 – сума температур вище  $+10^\circ\text{C}$ ,  $^\circ\text{C}$  [7];

$$БКП = 0.57 \frac{2700}{1000} = 1.54$$

Урожайність с/г культур по БКП визначаємо з виразу:

$$Y_c = \frac{k_{\Pi}}{k_{увл}} 10 \cdot БКП = 0,01 \cdot k_{\Pi} \cdot \sum \tau_{>10^\circ} \quad (2.8)$$

де  $K_{\Pi}$  – показник (коефіцієнт) продуктивності культури (урожай на 100С сума температур по емпіричним даним), т/га.

$$Y_c = \frac{0.15}{0.57} 10 \cdot 1.54 = 4.05 \text{ т/га}$$

Всі вищеописані методи визначення продуктивності, теоретично відображають суть програмування урожаю. З розрахунків видно, що найвірогіднішою урожайністю даної с/г культури, а саме кукурудзи, приблизно буде рівною  $Y = 4$  т/га.

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення мінеральних добрив по виносу поживних речовин, а саме азоту (N), фосфору (P), калію (K), здійснюється за формулою:

$$D_M = \frac{(100 \cdot B - \Pi \cdot K_{\Pi} - D_0 \cdot C_0 \cdot K_0)}{K_M \cdot C_M} \quad (2.9)$$

де  $B$  – внесення доз, або винесення елементів мінерального живлення з програмованим урожаєм, кг/га;

$$B_M = Y_0 \cdot C_0 + Y_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \quad (2.10)$$

$\Pi$  – вміст доступних поживних речовин в ґрунті, кг/га;

$K_{\Pi}$  – коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту, %;

$D_0$  – кількість внесених органічних добрив, т/га;

$C_M, C_0$  – вміст в мінеральних і органічних добривах, поживних речовин, кг/га;

$C_0, C_{\Pi}$  – винесення поживних речовин основною та побічною продукцією, кг/т [8];



$K_o, K_m$  – коефіцієнт використання поживних речовин в органічних та мінеральних добривах, % [8];

$U_o, U_{п}$  - урожайність відповідно основної і побічної продукції, т/га;

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення азоту (N):

$$B_N = 4 \cdot 40.7 + 10 \cdot 4.6 = 168.8 \text{ кг / га}$$

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення фосфору (P):

$$B_P = 4 \cdot 11.6 + 10 \cdot 2 = 66.4 \text{ кг / га}$$

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення калію (K):

$$B_K = 4 \cdot 24.4 + 10 \cdot 3.4 = 131.6 \text{ кг / га}$$

Необхідна кількість доз внесення мінеральних добрив буде наступною, з перерахунку на такі сучасні добрива як (аміачна селітра, подвійний суперфосфат та калійні солі змішані).

Розрахуємо необхідну кількість внесення аміачної селітри:

$$D_N = \frac{(100 \cdot 168.8 - 320 \cdot 0.26 - 40 \cdot 0.49 \cdot 0.35)}{71.34} = 6.95 \text{ т / га}$$

Розрахуємо необхідну кількість внесення подвійного суперфосфату:

$$D_P = \frac{(100 \cdot 66.4 - 450 \cdot 0.09 - 40 \cdot 0.27 \cdot 0.28)}{27.45} = 5.43 \text{ т / га}$$

Розрахуємо необхідну кількість внесення калійних солей змішаних:

$$D_K = \frac{(100 \cdot 131.6 - 375 \cdot 0.23 - 40 \cdot 0.39 \cdot 0.35)}{57.38} = 6.03 \text{ т / га}$$

### 2.3 Складання технологічної карти на виробництво кукурудзи на зерно по інтенсивній технології

Вихідними даними для дипломного проекту являється: перелік с/г культур для складання технологічних карт на вирощування та збирання; якісний склад МТП; планові технології вирощування с/г культур; дані про технічний стан техніки.

Технологічна карта розробляється на кожну культуру окремо, на всю площу посіву. Площа посіву с/г культури проставляється у відповідності з вихідними даними.

Урожайність продукції приймається з врахуванням прогресивної технології вирощування та збирання і береться з перспективних планів розвитку господарства.

Норми внесення органічних, мінеральних і рідких добрив в цілому і в тім числі під основний обробіток, при сівбі і догляді за рослинами, повинні вибиратися під запланований урожай з врахуванням наявності в ґрунті поживних речовин. [9].

Норма висіву приймається для зони Степу України.

Віддаль перевезення насіння, добрив, основної і побічної продукції приймається у відповідності з планом землекористування господарства.

В перелік с/г робіт (графа 2) технологічної норми слід включити всі операції, які необхідно використовувати для одержання кінцевої продукції. Сюди також включаються транспортні норми, навантажувально-розвантажувальні роботи і роботи попереднього року, починаючи з обробітку поля після збирання попередника і закінчуючи збиранням і заготівлею основної і побічної продукції.

В графі 3 проставляються основні агротехнічні вимоги (глибина обробітку, норми внесення добрив, гербіцидів та інші).

Обсяг робіт (графа 4) посівною площею, кратністю обробітку, для транспортних та навантажувальних робіт валовим виходом основної або побічної продукції, кількістю перевезених вантажів і віддаллю перевезень: [9]

$$Q_{\Pi} = k \cdot F \quad (2.11)$$

$$Q_{H} = q \cdot F \quad (2.12)$$

$$Q_{T} = Q_{H} \cdot S \quad (2.13)$$

де  $Q_{\Pi}$ ,  $Q_{H}$ ,  $Q_{T}$  – відповідно обсяг польових робіт в га, навантажувальних робіт в т, транспортних робіт в т. км;

$k$  – кратність обробітку ( $k = 1,2,3$ );

$F$  – посівна площа, га;

$q$  – норма висіву (внесення добрив);

$S$  – відстань перевезень, в км.

$$Q_{II} = 2 \cdot 540 = 1080 \text{га}$$

Календарні агротехнічні строки виконання с/г робіт (графа 5) проставляються у відповідності з типовими картами для зони розміщення відповідного господарства.

Кількість робочих днів (графа 6) за агротехнічний строк визначаються по формулі:

$$D_p = D_k \cdot \alpha \quad (2.14)$$

де  $D_p$ ,  $D_k$  – відповідно, кількість робочих і календарних днів за агротехнічний строк;

$\alpha$  – коефіцієнт використання календарного часу.

В графі 7 вказується тривалість робочого дня в годинах. Доцільно планувати роботу агрегатів на протязі світлового дня.

Кількість змін за робочий день (графа 8) підраховується по формулі:

$$K_{zm} = \frac{T_d}{T_{zm}} \quad (2.15)$$

де  $K_{zm}$  – коефіцієнт змінності;

$T_d$  – тривалість робочого дня, год;

$T_{zm}$  – тривалість зміни, год.

$$K_{zm} = \frac{14}{7} = 2$$

$T_{zm} = 7$  год,  $T = 6$  год - при виконанні робіт, шкідливих для здоров'я. В графах 9, 10, 11 і 12 заносяться марки машин, які входять в агрегат і їх кількість. При цьому необхідно використовувати парк машин, що рекомендовано для даної зони системою машин, які мають найвищу продуктивність, найменшу норму витрат палива і найменші прямі експлуатаційні витрати.

Кількість механізаторів і допоміжних робітників, обслуговуючих машинний агрегат визначається з технічних характеристик і заноситься в графи 13 і 14.

В графи 15,17 заноситься відповідно, змінну норму виробітку і норму витрати палива, які прийняті у господарстві, або взяті із типових норм. [9]

Виробіток агрегату за агротехнічний строк визначається по формулі: (графа 16)

$$W_{agr} = W_{зм}^н \cdot D_p \cdot k_{зм} \quad (2.16)$$

де  $W$  – норма виробітку агрегату за строк, га/зм, (н/зм; т·км/зм).

$$W_{agr} = 52,8 \cdot 4 \cdot 2 = 422,8 \text{га} / \text{зм}$$

Потреба машинних агрегатів для виконання даного обсягу робіт визначаються по формулі (графа 18, 19, 20).

$$n_a = \frac{Q}{D_p \cdot k_{зм} \cdot W} \quad (2.17)$$

де  $Q$  – обсяг робіт, га (т, т·км);

$k_{зм}$  – коефіцієнт змінності;

$D_p$  – кількість робочих днів;

$W$  – годинна продуктивність агрегату, га/год (т/год, т км/год).

$$n_a = \frac{590}{4 \cdot 2 \cdot 52,8} = 1$$

Потреба механізаторів і допоміжних робітників (графа 21, 22) визначається множенням граф 13, 14 на кількість агрегатів (графа 12).

Потреба в паливі визначається по формулі (графа 23)

$$G_i = q \cdot Q \quad (2.18)$$

де  $Q$  – загальна витрата палива, кг;

$q$  – норми витрати палива, кг/га ( $2,5 \cdot 2 = 5$  кг)

$$G_i = 5 \cdot 540 = 2700 \text{кг}$$

Затрати праці на одиницю роботи (графа 24) визначається по формулі:

$$h = \frac{(m_c + m_o)}{W_{зм}} T_{зм} \quad (2.19)$$

де  $h$  – затрати праці на одиницю роботи, год/га;

$m_c, m_d$  – відповідно кількість механізаторів і допоміжних працівників;

$T_{зм}$  - тривалість часу зміни, год;

$W_{зм}$  – змінні норми виробітку, га/зм.

$$h = \frac{(1+0)}{52.8} \cdot 7 = 0.13 \text{ год/га}$$

Затрати праці на весь обсяг робіт (графта 25) визначається по формулі:

$$H_i = h \cdot Q \cdot k_{зм} \quad (2.20)$$

$$H_i = 0,13 \cdot 540 \cdot 2 = 140,4 \text{ год}$$

Прямі експлуатаційні витрати на одиницю роботи (графта 25) беруться з довідкової літератури.

Кількість годин роботи тракторів (графта 27, 28, 29 і 30) визначаються по формулі:

$$T_i = \frac{Q \cdot T_{зм}}{W_{зм}} \quad (2.21)$$

$$T_i = \frac{1080 \cdot 7}{52,8} = 143 \text{ год}$$

Коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори вибирається із довідкової літератури [13] і заноситься в графу 30.

Обсяг робіт в умовних еталонних гектарах (графта 31) підраховується по виразу:

$$\Omega = \frac{Q \cdot T_{зм}}{W_{зм}} \lambda_{ум} \quad (2.22)$$

де  $\lambda_{ум}$  – коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори.

$$\Omega = \frac{1080 \cdot 7}{52,8} \cdot 1,65 = 235,9 \text{ ум.ет.га}$$

В графі 32 проставляється загальна сума прямих експлуатаційних витрат. В нижній частині технологічної норми проставляється загальна кількість палива, затрати праці, кількість годин, обсяг робіт в умовних еталонних гектарах експлуатаційні витрати.

Загальні прямі експлуатаційні витрати (графа 33) визначаються по формулі:

$$S_{екп} = S_{пр} \cdot \Omega \quad (2.23)$$

$$S_{екп} = 54,76 \cdot 235,9 = 12917,88 \text{ грн}$$

В нижній частині технологічної карти проставляємо сумарні значення кількості палива, затрат праці, кількості годин по маркам тракторів, обсягу робіт в умовних еталонних гектарах, прямих експлуатаційних витрат. Приклад технологічної карти наведено див. аркуш 2 графічної частини, або додаток 1 пояснювальної записки.

#### 2.4 Розрахунок потреби техніки, в робочій сили, технологічних матеріалів

Для визначення складу машинно-тракторного парку необхідно побудувати графік завантаження тракторів, комбайнів, транспорту, сільськогосподарських машин, потреби в робочій силі.

Орієнтовна потреба тракторів даної марки визначається по обсягу робіт в годинах і середньому нормативному річному завантаженню трактора:

$$n_i = \frac{\sum_{i=1}^k T_i}{T_{ін}} \quad (2.24)$$

де  $n_i$  – кількість тракторів даної марки, шт;

$\sum_{i=1}^k T_i$  – загальне завантаження тракторів даної марки по технологічній карті, год;

$T_{ін}$  – нормативне річне завантаження трактора даної марки, год. [10, 13]

$$n_{T-150K} = \frac{1155}{1300} = 0,88 \approx 1$$

Графік завантаження будується на основі технологічних норм для кожного трактора окремо. Для цього по осі абсцис відкладаються календарні строки виконання робіт, а на осі ординат – тривалість роботи на протязі доби.

Аналогічно необхідно побудувати графіки потреби механізаторів і допоміжних працівників. Графік завантаження сільськогосподарських машин будується в виді лінійного графіка (див. аркуш 3 графічної частини).

Таблиця 2.1 - Комплекс обладнання для виробництва кукурудзи на зерно

Техніка та матеріали	Марка	Кількість, шт., т.
Трактори	Т-150	3
	ДТ-75М	4
	МТЗ-80	6
	Т-70С	2
	ЮМЗ-6	8
Комбайни	ДОН-1500	2
	Claas	2
Автомобілі	ЗіЛ-130	8
	ГАЗ-53	2
	САЗ-3507	8
С - г. машини: луцильники	ЛДГ-15	3
плуги	ПН-5-35	2
Агрегат передпосівного обробітку ґрунту	АПО-4,2	4
Культиватори	КРН-4,2	4
	КПС-4	6
Борони	ЗБЗТС-1,0	48
	БДТ-7	3
	БЗСС-1,0	24
Котки	ЗККШ-6А	10
Зчіпки	СП-16	3
	СГ-21	2
Приставка	КМД-6	2
Сівалка	СУПН-12	2
Причепи	2ПТС-4-887	7
	ММЗ-554	8
Навантажувачі: насіння	УЗСА-40	2
Мінеральних добрив	ПЭ-0,8Б	4
Гноївкорозкидачі	РЖ-1,8	5
Змішувач мінеральних добрив	СЗУ-20	1
Подрібнювач мінеральних добрив	АИР-20	2
Розкидач мінеральних добрив	КСА-3	3
Вирівнювачі борозен	ВП-8	3
Снігоутримувачі	СВШ-7	3

Приготувачі гербіцидів	АПР "Темп"	1
Оприскувачі	ОПШ-15	6
Навантажувачі соломи	ПФ-0,5	1
Укривачі траншей	БН-100	6
Очищувачі качанів	ПП-10	13
Технологічні матеріали		
Посівний матеріал	Піонер-39-78	24,3
Мінеральні добрива	Аміачна	3,753
	Суперфосф	2,932
	Калійні	3,256
Органічні добрива	перегній	21600
Гербіциди	Агелон	2,43
Паливо-мастильні	Диз. паливо	47,44
Потреба робочої сили	Механізаторів	21
	Допоміжн.	5

Розрахуємо потребу мінеральних і органічних добрив, а також гербіцидів за формулою:

$$M = D_m \cdot F \quad (2.25)$$

де  $D_m$  – доза внесення мінеральних добрив чи органічних добрив, або також гербіцидів, кг/га;

$F$  – площа посіву кукурудзи на зерно, га.

$$M = 6.59 \cdot 540 = 3753 \text{ кг}$$

Результати розрахунку потреби техніки, робочої сили та технологічних матеріалів заносимо в таблицю 2.1.



### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ

#### 3.1 Обґрунтування розробки й основних вимог до робочих органів

В даний час у господарствах щорічно під кукурудзу відводять близько 2-2,5 млн. га земель.

У період вирощування кукурудзи виробляється ряд агротехнічних заходів, одним з них є глибоке розпушування ґрунту з одночасним підживленням рідкими добривами.

Промисловість випускає культиватор – рослинопідживлювач КРН-5,6, але робочий орган для внесення рідких добрив не цілком відповідає вимогам по внесенню аміачної води в міжряддя кукурудзи.

Конструкція серійної розпушувальної лапи, у порівнянні з проєктованою, має ряд недоліків.

Тому для ефективного внесення рідких добрив у ґрунт і з метою охорони навколишнього середовища, а також підвищення агрофізичних властивостей ґрунтів розробляється новий робочий орган для розпушування міжрядь:

Основні вимоги, яким він повинен відповідати:

- глибина заробки добрив до 20 см.;
- низький питомий опір при роботі на максимальній глибині обробки розпушування ґрунту;
- необхідна якість при проході робочого органу.

#### 3.2 Розрахунок і обґрунтування параметрів робочого органу

Конструкція робочого органу показана на рис. 3.1. Кожен елемент конструкції має раціональну з погляду обробітку ґрунту форму.

З огляду на особливості ґрунту з таблиці приймаємо кут внутрішнього і зовнішнього тертя. Для нашого випадку  $\varphi_1 = 22^\circ$  - кут зовнішнього тертя.

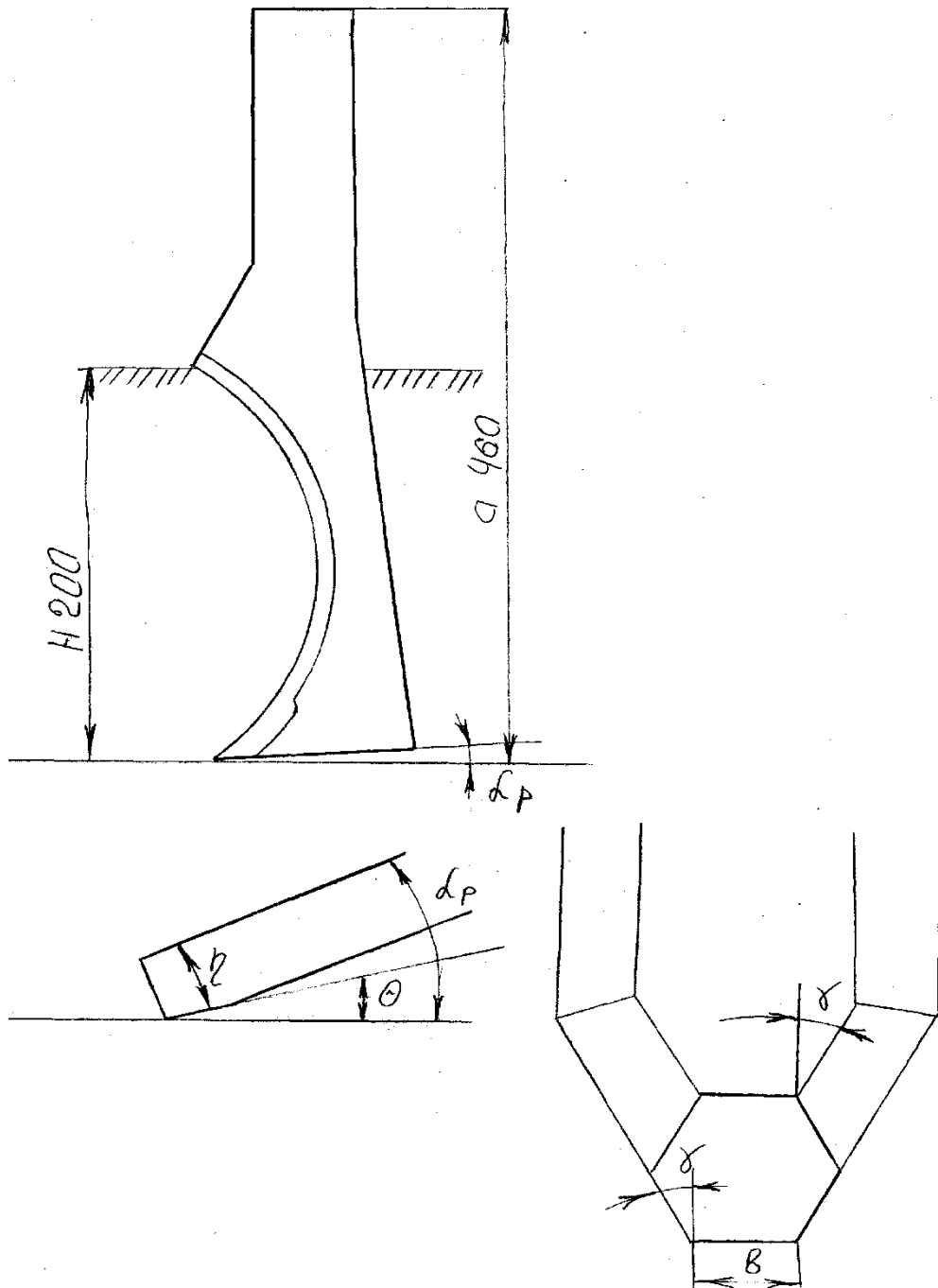


Рисунок 3.1 - Конструкція робочого органу

$\varphi_2 = 70^\circ$  - кут внутрішнього тертя.

Основні розміри і кути в робочому органі:

$\alpha_p$  - кут різання ґрунту долотом

$$\alpha_p \geq 45 - \frac{\varphi_2}{2} = 45 - \frac{30}{2} = 30^\circ.$$

$Q$  – потиличний кут;  $Q = 10^\circ$ .

$$\gamma = \alpha_p - Q = 70^\circ - 10^\circ = 20^\circ$$

$\gamma$  – кут зрушення,  $\gamma \geq \varphi_1, \gamma = 70^\circ$ ;

$b$  – ширина крихти долота, що ріже,  $b = 70$  мм;

$a$  – глибина обробки,  $a = 200$  мм;

$h$  – висота падіння шару з крила,  $h \geq 14$  мм.

### 3.3 Тяговий розрахунок

Для визначення сил, які викликають опір пересувного органу використовуємо формулу:

$$P_p = K_p \cdot B \cdot a \quad (3.1)$$

де  $K_p$  – коефіцієнт різання ґрунту,

$B$  – ширина долота,

$a$  – глибина обробки.

Опір робочого органу складається з опору різання ґрунту долотом.

Коефіцієнт різання визначаємо по формулі:

$$K_p = \frac{C}{B} \operatorname{ctg} \varphi_2 \left( B + \frac{a}{\cos \varphi_2} \right) + 0,33 \cdot a^3 \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \cdot \gamma \frac{1}{\sin \alpha_p} (1 + \operatorname{tg} \varphi_1); \quad (4.2)$$

де  $C = 2000$  Па – питомий опір ґрунту,

$B = 70$  мм – ширина долота,

$\varphi_2 = 70^\circ$  – кут внутрішнього тертя,

$a = 200$  мм – глибина обробки,

$\gamma = 1600$  н/м<sup>3</sup> – питома маса ґрунту,

$\alpha_p = 70^\circ$  – кут різання ґрунту долотом,

$\varphi_1 = 22^\circ$  – кут зовнішнього тертя,

$$K_p = \frac{2000}{0,3} \operatorname{ctg} 30 \left( 0,3 + \frac{0,2}{\cos 30} \right) + 0,33 \cdot 0,2^3 \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{30}{2} \right) \cdot 1600 \frac{1}{\sin 30} (1 + \operatorname{tg} 22) =$$

$$= 23026 + 1156 = 24,1 \text{ кН}$$

$$P_p = K_p \cdot B \cdot a = 24,1 \cdot 0,03 \cdot 0,2 = 0,14 \text{ кН}$$

Сила опору від руху ґрунту нагору по долоту:

$$P_{\text{вв}} = N \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \alpha_p ; \quad (3.3)$$

де  $B = 0,03$  м;  $a = 0,02$  м;  $\varphi_2 = 70^\circ$ ;  $\gamma = 1600$  Н/м<sup>3</sup>,

Тоді  $N = 0,5 \cdot 0,03 \cdot 0,02^2 \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{70}{2} \right) \cdot 1600 = 81$  Н

$$N = 0,5 \cdot B \cdot a^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \gamma ; \quad (3.4)$$

де  $N$  – сила нормального тиску

$$\varphi_1 = 22^\circ, \alpha_p = 70^\circ$$

$$P_{\text{вв}} = N \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \cos \alpha_p = g_1 \cdot \operatorname{tg} 22 \cdot \cos 30 = 0,015 \text{ кН.}$$

Різання нахиленими стояками.

Так як в нас нахилені стояки розташовані під кутом, то при визначенні опору різання будемо враховувати і коефіцієнт ковзання.

Тоді формула прийме вид:

$$P_p = K_p \cdot a \cdot v(1-i); \quad (3.5)$$

де  $K_p = 24,1$  кН;  $a = 0,2$  м;  $v = 0,16$  м – ширина проєкції нахиленої стійки на горизонталь,  $i = 0,2$  – коефіцієнт ковзання;

тоді

$$P_p = 24,1 \cdot 0,02 \cdot 0,16(1-0,2) = 0,3 \text{ кН.}$$

Визначаємо опір тертя похилених стояків:

$$P_{TP} = N \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot 0,5 \cdot b \cdot \cos \varphi \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi_1; \quad (3.6)$$

де  $v = 0,06$  м – ширина стояка,

$\varphi = 25^\circ$  – кут нахилу,

$H = 0,165$  м – проєкція стояка на вертикаль,

$$\varphi_2 = 70; \gamma = 1600 \text{ Н/м}^3; \varphi_1 = 22^\circ$$

Тоді:

$$P_{TP} = 0,5 \cdot 0,016 \cdot \cos 25^\circ \cdot 0,165 \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{30}{2} \right) \cdot 1600 \cdot \operatorname{tg} 22 = 0,012 \text{ кН.}$$

Визначаємо опір у бортових прорізах:

$$P_{\bar{o}} = m_{\bar{o}ok}^H \cdot a + m_{\bar{o}ok}^v \cdot a^2; \quad (3.7)$$

де  $m_{\bar{o}ok}^H = 0,5$  кПа – коефіцієнт, який характеризує силу бічного опору,

$m_{\bar{o}ok}^v = 9$  кПа – коефіцієнт, який характеризує опір ґрунту в залежності від швидкості:

$a$  – глибина обробки.

Тоді:

$$P_{\delta} = 0,5 \cdot 0,02 + 9 \cdot 0,02^2 = 0,13 \text{ кН.}$$

Визначаємо загальний тяговий опір одного робочого органу:

$$\begin{aligned} P &= P_p + P_{\text{вс}} + 2 \cdot P_{pH} + 2P_{mp}^H + 2P_{\delta} = \\ &= 0,14 + 0,015 + 2 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,012 + 2 \cdot 0,13 = 1,039 \text{ кН.} \end{aligned}$$

Для всього культиватора без врахування бритв і ротаційних робочих органів тяговий опір буде дорівнювати:

$$P = P_1 \cdot 12 = 1,039 \cdot 12 = 12,46 \text{ кН.}$$

З цього числа видно, що трактор МТЗ-80, який має тягове зусилля 20 кН успішно може агрегатувати удосконалений культиватор.

### 3.4 Розрахунок на міцність

Небезпечним місцем з погляду умови міцності є місце кріплення стояка глибокорозпушувальної лапи в місці кріплення в проекції секційної рамки.

Тому необхідно перевірити стійку на згин. Для цього складаємо епюру згинаючого моменту в спрощеному вигляді (рис. 3.2).

У точці А прикладена сила опору різання долотом  $P_p=0,3 \text{ кН}$ , у точці В прикладені сили опору різання бічної стійки, а також сила опору в бічних прорізах. Тоді епюра згинаючих моментів буде мати вигляд, як показано на рис. 3.2.

Максимальний згинаючий момент буде в точці С, що і є небезпечним перерізом.

$$M_{max} = P_{p\gamma} \cdot l + P_{pH} \cdot l_1; \quad (3.8)$$

де  $P_{p\gamma} = 0,3 \text{ кН}$ ,

$l = 0,46 \text{ м}$  – довжина стояка,

$l_1 = 0,38 \text{ м}$  – довжина закріпленого стояка.

$$P_{pH} = 0,6 + 2 \cdot 0,13 = 0,86 \text{ кН}$$

$$M_{max} = 0,6 \cdot 0,46 + 0,86 \cdot 0,38 = 0,6 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Але тому що в нас секція кріпиться до основної рами в трьох місцях, а розроблений орган тільки в одному місці, то згинаючий момент буде складати:

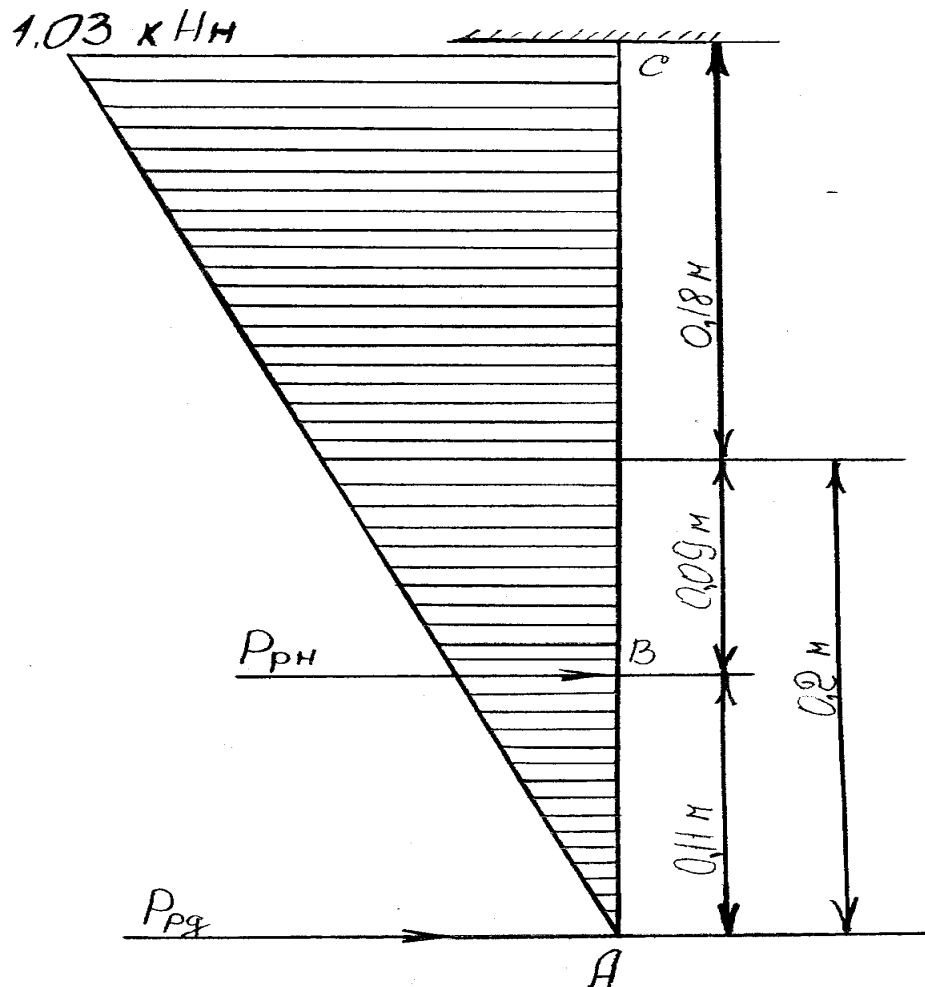


Рисунок 3.2 - Епюра згинаючого моменту

$$M_{изб} = 0,6 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Визначаємо допустиму згинаючу напругу по формулі:

$$\sigma = 6 \left( \frac{M_{изз}}{W} \right) = 6 \cdot \left( \frac{0,6}{0,02 \cdot 0,05^2} \right) = 79 \text{ МПа}$$

Для сталі Ст3  $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$ . З цього випливає, що в стояку є запас міцності.

### 3.5 Розрахунок болтів на зріз

У розроблювальній розпушувальній лапі два болти М10 працюють, при спрямованій симетрично долоту силі різання ґрунту, на зріз.

Виходячи, з умови міцності болтів на зріз знаходимо:

$$\tau = \frac{P}{F} = \frac{P}{n \frac{nd^2}{4}} \leq [\tau] ; \quad (3.9)$$

де  $P$  – зовнішні сили (навантаження);

$d$  – діаметр болтів;

$n$  – кількість болтів;

$$\tau = \frac{1039}{2 \cdot \frac{3,14 \cdot 10}{4}} = 66 \text{ Н/мм}^2$$

Межа міцності для сталі Ст3 на розтяг і зріз  $400 \text{ Н/мм}^2$

$$[\varphi_C] = 400 \text{ Н/мм}^2$$

$$66 < 400$$

Умови міцності на зріз дотримується, болт має запас міцності 70%.



## 4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ ОБРОБІТКУ ПОСІВІВ

### 4.1 Характеристика умов роботи

Площа поля	200 га;
Довжина гону	1000 м;
Тип ґрунту	чорнозем типовий південний, важкосуглинистий;
Питомий опір	65...71 кПа;
Нахил місцевості, град.	2;
Рельєф поля	рівний.

### 4.2 Агротехнічні вимоги до обробітку посівів

Міжрядний обробіток посівів при появленні 5-7 листків проводять на глибину 10-12 см з одночасним знищенням бур'янів в рядках прополочними борінками і внесенням необхідної кількості мінеральних добрив для підкормки рослин. Ширина захисної зони при обробці рослин повинна бути 13 см, відхилення більше 2-3 см не допускаються. В захисних зонах, оброблених прополочними борінками, повинно бути знищено не менше 65-70% однорічних бур'янів, а шляхом загортання ґрунтом з застосуванням загортачів – не менше 90%.

### 4.3 Підбір і розрахунок складу агрегату

Для агрегування вдосконаленого культиватора КРН-5,6А використовуємо трактор МТЗ – 80. Оптимальною агротехнічною швидкістю руху при обробці посівів кукурудзи є  $V_p = 6 - 8$  км/год. Приймаємо робочу швидкість руху  $V_p = 8$  км/год. Така швидкість руху агрегату буде забезпечена

на 4 передачі трактора МТЗ-80 ( $V_T=8,9$  км/год, при коефіцієнті буксування  $\delta = 0,22$ ). Сила тяги трактора на обраній передачі становить  $P_T = 14$  кН [13].

Ширина захвату агрегату  $B_p = 5,6$  м, кількість машин в агрегаті – 1.

Визначаємо повний тяговий опір агрегату на обраній передачі:

$$R_a = B_p \cdot \kappa + G_u \frac{i}{100}, \quad (4.1)$$

де:  $R_a$  – повний тяговий опір агрегату, кН;

$\kappa$  – питомий тяговий опір агрегату, кН;

$$k = k_0 \left[ 1 + (V_p - V_0) \cdot \frac{\Delta_0}{100} \right], \quad (4.2)$$

де:  $k_0$  – питомий тяговий опір культиватора при швидкості руху

$$V_0 = 5 \text{ км/год};$$

$V_p$  – робоча швидкість руху на обраній передачі, км/год;

$\Delta_0$  – темп зростання питомого тягового опору культиватора залежно від швидкості руху агрегату, %.

$G_m$  – вага культиватора, кН;

$i$  – нахил поля,  $^\circ$ .

Питомий тяговий опір агрегату з врахуванням умов роботи складе:

$$k = k_0 \left[ 1 + (V_p - V_0) \cdot \frac{\Delta_0}{100} \right] = 1,5 \left[ 1 + (8 - 5) \cdot \frac{3}{100} \right] = 1,65 \text{ кН / м}$$

Повний тяговий опір агрегату на обробці посівів складе:

$$R_a = B_p \cdot \kappa + G_u \frac{i}{100} = 5,6 \cdot 1,65 + 11,3 \frac{2}{100} = 9,5 \text{ кН}$$

Ступінь завантаження трактора за тяговим зусиллям на вибраній передачі:

$$\xi_{\delta} = \frac{R_a}{D_{\delta} - G \frac{z}{100}} = \frac{9,5}{14 - 11,3 \frac{2}{100}} = 0,69$$

Фактичний ступінь завантаження трактора по тяговому зусиллю близький до рекомендованого  $[\xi]=0,8...0,9$ , тому можна стверджувати, що тягове зусилля трактора використовується оптимально.

Перевірку ступеня завантаження трактора за тяговою потужністю та за ступенем завантаження двигуна за потужністю не проводимо у зв'язку з тим що фактична робоча швидкість дуже близька до номінальної.

#### 4.4 Підготовка агрегату до роботи

При проведенні підготовки агрегату до роботи виконують операції підготовки трактора. При цьому встановлюють колію передніх і задніх коліс рівною 1400 мм. Тиск у шинах передніх коліс встановлюють 0,14 МПа, задніх – 0,17 МПа.

Культиватор, навішений на трактор, встановлюють на площадці для регулювання в робоче положення так, щоб опорні колеса торкалися поверхні площадки.

Змінюючи довжину регульованих розкосів та центральної тяги забезпечують:

- паралельність бруса культиватора відносно регульовального майданчика;
- паралельність бруса культиватора осі заднього моста трактора.

Розміщують гряділі робочих секцій по ширині захвату. Для цього попередньо на поверхню площадки наносять лінії рядків, починаючи розмітку від середини бруса. Гряділі закріплюють на брусі так, щоб вони стояли точно

посередині між лініями рядків.

На кожній гряділі кріплять робочі органи в відповідності до запланованого обробітку міжрядь.

#### 4.5 Підготовка поля

Для виконання міжрядного обробітку кукурудзи обираємо човниковий спосіб руху, у зв'язку з чим поле на загінки не розбивається. Вид повороту – безпетльовий.

Радіус повороту агрегату на поворотній смузі залежить від стану ґрунту і збільшується з підвищенням швидкості руху:

$$R = K_R \cdot R_0, \quad (4.3)$$

де:  $K_R$  – коефіцієнт, який враховує збільшення радіусу повороту із збільшенням швидкості руху;

$R_0$  - радіус повороту при швидкості руху  $V_{\pi} = 5$  км/год.

Для навісного односекційного агрегату приймаємо  $R_0 = 1,1V_k$  [13]. Отже

$$R_0 = 1,1 \times 5,6 = 6,16 \text{ м.}$$

Приймаємо швидкість руху на поворотах  $V_{\pi} = 7$  км/год, тоді  $K_R = 1,08$  [13], і радіус повороту складе

$$R = 6,16 \times 1,08 = 6,65 \text{ м.}$$

Визначаємо ширину поворотної смуги для безпетльових поворотів:

$$E = 1,5 R + e \quad (4.4)$$

$e$  – довжина виїзду агрегату, м.

Довжина виїзду агрегату  $e$  залежить від кінематичної довжини агрегату  $\ell_k$  і становить для агрегатів з начіпними машинами  $e = 0,1\ell_k$ .

Кінематична довжина агрегату визначається за залежністю:

$$\ell_k = \ell_T + \ell_M, \quad (4.5)$$

де:  $\ell_T$  – кінематична довжина трактора,  $\ell_T = 1,2$  м;

$\ell_M$  – кінематична довжина сівалки,  $\ell_M = 1,8$  м [13].

Отже,

$$\ell_k = 1,2 + 1,8 = 3 \text{ м.}$$

$$E = 1,5 \times 6,65 + 0,1 \times 3 = 10,3 \text{ м}$$

Приймаємо  $E = 11,2$  м (два проходи агрегату).

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів  $\varphi$ :

$$\varphi = \frac{\sum L_P}{\sum L_P + \sum L_X} \quad (4.6)$$

де:  $L_P$  – довжина робочого ходу;

$$L_P = L - 2E = 1000 - 2 \times 11,2 = 977,6 \text{ м}$$

$$\sum L_P = \Pi \times L_P$$

$\Pi$  – кількість робочих ходів

$$\dot{I} = \frac{F}{B \times L}, \quad (4.7)$$

де:  $F$  – площа поля  $200 \text{ га} \times 10^4 \text{ м}^2$ .

$$\dot{I} = \frac{200 \times 10^4}{5,6 \times 977,6} = 365$$

$$\sum L_P = 365 \times 977,6 = 3,57 \times 10^5 \text{ } i$$

$L_x$ - довжина холостого ходу.

$$L_x = 7 \times R + 2A, \quad (4.8)$$

$$L_x = 7 \times 6,65 + 2 \times 11,2 = 68,95 \text{ } i$$

$$\sum L_x = \dot{I} \times L_x = 365 \times 68,95 \text{ } i = 2,5 \times 10^4 \text{ } i$$

З врахуванням усіх даних маємо:

$$\varphi = \frac{3,57 \times 10^5}{3,57 \times 10^5 + 2,5 \times 10^4} = 0,93$$

Остаточно приймаємо: спосіб руху - човниковий, поворот – безпетльовий.

#### 4.6 Робота агрегату в полі

На першому проході через 20-30 м зупиняють агрегат і перевіряють якість роботи, звертаючи увагу на ступінь знищення бур'янів в міжряддях і захисних зонах рядків, на ширину захисної зони, глибину обробітку, якість внесення рідких добрив і ін.

Продуктивність агрегату за зміну визначаємо з формули:

$$W_{зм} = 0,1 \times B_p \times V_p \times T_{зм} \times \tau \quad (4.9)$$

$B_p=5,6$  м;  $V_p = 8$  км/год;  $T_{зм} = 420$  хв. (7 годин).

$$\tau = \frac{T_p}{T_{см}} \text{ - коефіцієнт використання часу зміни}$$

$T_p$  – час основної роботи, год.

$$T_p = \frac{T_{зз} - T_{пз} - T_{то} - T_{ф} - T_{пер} - T_{тех}}{60(1 + \tau_{пов})} \quad (5.10)$$

$T_{пз}$  – тривалість підготовчо-заклучних робіт = 4 хв.

$T_{то}$  - час на проведення технічного обслуговування = 24 хв.

$T_{ф}$  – тривалість фізіологічних потреб = 40 хвл.

$T_{пер}$  - час на переїзди = 26 хв.

$T_{тех}$  – час технологічного обслуговування сівалки = 20 хв.

$\tau_{пов}$  - коефіцієнт поворотів.

$$\tau_{пов} = \frac{V_{п} \times t_{пов}}{3,6 \times L}$$

$V_{п}$  – швидкість на повороті, 7 км/год.

$t_{пов}$  – тривалість повороту, 1 хвл = 60 сек.

З врахуванням цього:

$$\tau_{пов} = \frac{7 \times 60}{3,6 \times 1000} = 0,12$$

$$T_p = \frac{420 - 4 - 24 - 40 - 26 - 20}{60(1 + 0,12)} = 4,6 \text{ год}$$

$$\tau = \frac{T_p}{T_{н}} = \frac{4,6}{7} = 0,65$$

$$W_{зм} = 0,1 \times 5,6 \times 8 \times 7 \times 0,65 = 20,1 \text{ га}$$

Розрахунок витрат палива на 1 га проводимо по залежності:

$$g = \frac{G_p \times T_p + G_{пов} \times T_{пов} + G_{пер} \times T_{пер} + G_o \times T_o}{W_{зм}} \quad (4.11.)$$

$G_p$ ,  $G_{пов}$ ,  $G_{пер}$ ,  $G_0$  – витрата палива відповідно під час роботи, на поворотах, на переїздах і зупинках із працюючим двигуном, кг/га

$$T_{пов} = T_p \times \tau_{пов} \quad (4.12)$$

$$T_{пов} = 4,5 \times 0,12 = 0,405 \text{ год.}$$

$$T_o = T_{пз} + T_{\phi} = 4 + 44 = 44 \text{ хв} = 0,73 \text{ год.}$$

$$G_p = 9 \text{ кг/год}; G_{пов} = 5 \text{ кг/год}; G_{пер} = 5 \text{ кг/год}; G_0 = 1,4 \text{ кг/год.}$$

$$g = \frac{9 \times 4,5 + 5 \times 0,405 + 0,42 \times 5 + 0,73 \times 1,4}{20,1} = 3,65 \text{ кг/га}$$

#### 4.7 Контроль якості роботи агрегату

При першому проході агрегату перевіряють відхилення глибини обробітку від заданої (допускається  $\pm 1$  см). Перевіряється шляхом заміру лінійкою по ширині захвату культиватора за кожною секцією, вирівнявши перед цим поверхню ґрунту.

Знищення бур'янів в міжрядді повинно становити не менше 98%. Перевіряється візуально шляхом огляду поля по діагоналі.

Пошкодження і зрізання рослин кукурудзи допускається до 2%. Для цього підраховується кількість пошкоджених і зрізаних рослин по діагоналі поля і визначається відсоток пошкоджень.

Гребнистість поверхні поля в міжряддях визначається шляхом замірів лінійкою висоти гребнів по ширині захвату культиватора. Висота гребнів повинна бути не більше 3 см.

Огріхи визначаються візуально по діагоналі поля і при роботі культиватора не допускаються.



## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Організація робіт з охорони праці

Організація роботи з охорони праці щодо технічного обслуговування машинно-тракторного парку у господарствах і на підприємствах покладається на головного інженера, на пунктах технічного обслуговування на безпосередніх керівників цих підрозділів.

Особи, відповідальні за дотримання правил техніки безпеки і охорони праці (інженери з експлуатації, механіки, бригадири, майстри й інші керівники), зобов'язані:

- не допускати перевірку тракторів, комбайнів і самохідних машин, що знаходяться в русі;
- не допускати до роботи на пересувних засобах технічного обслуговування, металообробних верстатах, до електрогазозварювальних, ковальських і інших робіт осіб, що не мають відповідних чи посвідчень інших документів;
- стежити за справним станом пересувних засобів технічного обслуговування й устаткування, що знаходиться на стаціонарному пункті технічного обслуговування, а також за наявністю і справністю всіх передбачених правилами техніки безпеки запобіжних пристроїв, огорожень і індивідуальних засобів захисту, що забезпечують безпечні умови праці на відповідній ділянці роботи;
- вимагати дотримання штатними працівниками і особами, що працюють за трудовою угодою, правил та інструкцій з техніки безпеки, строго стежити за дотриманням безпечних методів праці і використанням усіх наявних запобіжних і захисних засобів;
- визначати маршрути проходження пересувних засобів технічного обслуговування до місця роботи.

Усі працівники, що влаштовуються на роботу, повинні пройти вступний інструктаж, інструктаж на робочому місці, а потім через кожні шістьох місяців роботи періодичний інструктаж. Робітники, зайняті на особливо небезпечних і шкідливих роботах (електро-газозварювальні, ковальські, зарядка акумуляторів і ін.), періодичний інструктаж проходять через три місяці.

Важливим у зниженні виробничого травматизму є пропаганда безпечних методів ведення робіт, тому керівництво пункту технічного обслуговування зобов'язано організувати куточок з техніки безпеки.

Куточок з техніки безпеки організується у спеціальному приміщенні чи безпосередньо в основному відділенні майстерні пункту технічного обслуговування. Ділянку куточка доцільно відокремити декоративною стінкою зі склоблоків висотою приблизно 2,6 м. Куточок повинен відповідати вимогам естетики. Його необхідно забезпечити аптечкою для надання першої медичної допомоги, столом і стільцями. Тут же повинні бути виставлені зразки захисних окулярів, світлофільтрів, респіраторів та інших індивідуальних засобів захисту. Варто також представити для порівняння справний і несправний інструмент. Тематика ілюстрацій і експозиції стендів повинні відбивати безпечні прийоми праці при технічному обслуговуванні і ремонті сільськогосподарської техніки, а також спеціальні види робіт, виконувані на пункті технічного обслуговування.

## 5.2 Виробничі небезпеки при вирощуванні кукурудзи

При вирощуванні кукурудзи за інтенсивною технологією використовується велика кількість сільськогосподарських машин, застосовуються добрива, гербіциди, пестициди.

Усе це пов'язано із створенням для працюючих безпосередньо у виробничій зоні шкідливих умов і небезпечних ситуацій.

Забруднення повітря пилом під час обробки ґрунту і внесення ними добрив, виділення отруйних речовин при внесенні пестицидів, відсутність захисних огорожень на обертових і пересувних частинах машини і

Таблиця 5.1 - Основні виробничі небезпеки при механізованому процесі вирощування кукурудзи

Найменування технічного процесу, склад агрегату	Небезпечні умови	Небезпечні дії	Небезпечні ситуації	Можливі наслідки	Заходи для усуненню небезпеки
1	2	3	4	5	6
Дискування, Т-150, ЛДГ-15	Залипання дисків, забивання секцій	Очищення руками ножів	Стикання рук з лезом ножа	Травма	Забезпечити чистиками. Навчання кадрів. Інструктаж
Транспортування добрив	Маневрування при поворотах	Перевищення швидкості	Перекидання	Травма	Навчання кадрів, інструктаж. Контроль за ВМ
Оранка, Т-150+ПЯ-3-35	Плуг не фіксується	Тракторист змінює леміш	Падіння плуга	Травма	Розробити пристосування для фіксації плуга
Посів, МТЗ-80+СУПН-8	На середині поля закінчується насіння в насінній шухляді	Робітник засипає насіння на ходу агрегату	Падіння робітника	Травма	Підвищити рівень навчання кадрів. Вказати місце завантаження сівалки. Контроль за роботою
Обробка посівів від шкідників, ЮМЗ-6+ПОМ-630	Відсутність засобів захисту	Виробниче управління обприскувача	Отруєння організму	Захворювання	Забезпечити весь обслуговуючий персонал засобами захисту і спецодягу
Збирання кукурудзи	Поломка робочих органів	Робиться ремонт при працюючому двигуні	Зіткнення з деталями, що рухаються	Травма	Проводити інструктаж перед початком роботи. Контроль за виконанням робіт

механізмів, робота на схилах із крутістю 8-9°, відпочинок механізаторів під машинами і в інших невстановлених місцях - такий неповний підрахунок можливих факторів і ситуацій, що створюють виробничі небезпеки.

Аналіз причин виробничого травматизму при роботі машинно-тракторних агрегатів показує, що травмування працюючих механізаторів відбувається в основному, через незадовільний технічний стан тракторів і агрегатуємих з ними машин, усунення несправностей чи очищення робочих органів при працюючому двигуні чи на ходу трактора, неузгоджених чи необережних діях працюючих на агрегаті, відсутності чи несправності засобів захисту, невідповідного робочого одягу для роботи на сільськогосподарських машинах наведені в таблиці 5.1.

### 5.3 Правила зберігання мінеральних добрив

5.1. Склади мінеральних добрив повинні бути побудовані за проектами, розробленими в відповідності з діючими нормами проектування.

5.2. На території складів мінеральних добрив категорично забороняється зберігання мінеральних кормів, фуражу і т. ін.

5.3. Сипучі мінеральні добрива постачаються на склади в затареному вигляді (паперові, поліетиленові мішки) і в розсипному виді.

5.4. При отриманні добрив на склади і відпусканні користувачу повинні видаватися сертифікати або паспорти з відділу технічного контролю заводу-виробника. Разом з технічною характеристикою продукції в сертифікатах повинні міститися правила безпеки при перевезенні, зберіганні і застосуванні мінеральних добрив, правила очищення і дегазації транспортних засобів, тари і машин, рекомендації по використанню засобів індивідуального захисту і спецодягу і інші рекомендації по безпеці роботи.

При закупці закордонних мінеральних добрив організація, яка закупає ці добрива, повинна забезпечити переклад сертифікатів і інструкцій для користувачів.

5.5. Забороняється прийом на склади і видача зі складів мінеральних добрив в тарі і агрегатному стані, які не відповідають вимогам ГОСТ і технічним умовам.

5.6. На складах необхідно обладнати достатню кількість стелажів для складування затарених мінеральних добрив.

5.7. На місцях зберігання аміаку, підготовки розчинів, перекачування і заправки автоцистерн повинні бути встановлені водопровідні крани.

5.8. Під час навантажувально-розвантажувальних робіт, пов'язаних з інтенсивним фізичним навантаженням, при роботі в протигазах, також при роботі в зимовий період на відкритому повітрі і в неопалюваних приміщеннях складу, робочим надаються перерви для відпочинку і зігрівання згідно існуючому положенню.

5.9. Перед початком робіт повинно бути проведено наскрізне провітрювання всіх приміщень

#### 5.4 Заходи безпеки при транспортуванні і внесенні мінеральних добрив

5.10. Транспортні засоби, які використовуються для перевезення мінеральних добрив, повинні мати кузови і ємності без можливості розсипання і розливання мінеральних добрив. При транспортуванні незатарених сипучих мінеральних добрив кузова автомашин і причепів повинні закриватися брезентом для запобігання пилоутворення.

5.11. Забороняється перевезення людей, харчових продуктів, питної води і предметів домашнього вжитку разом з мінеральними добривами.

5.12. Перевезення рідких мінеральних добрив (аміачної води і ін.) повинна проводитися в цистернах заводського виготовлення. Насоси, штуцери, крани і інші деталі, які взаємодіють з аміаком, повинні бути з матеріалу, стійкого до агресивної дії аміаку.

5.13. Запірні пристрої (вентилі, крани) на цистернах слід відкривати повільно, без ривків і ударів металевими предметами. Для запобігання

заклинення клапанів вентилів забороняється тримати їх в відкритому положенні.

5.14. Не рекомендується закривати вентиля з обох кінців шлангів і трубопроводів, в яких знаходиться водний аміак, так як це може привести до їх розриву і витоку аміаку.

5.15. Зовнішні поверхні цистерн і інших ємностей для перевезення і зберігання рідких мінеральних добрив повинні мати смуги і надписи, що відрізняються на загальному фоні поверхні.

5.16. Забороняється проводити роботи в нічний час, які зв'язані з транспортуванням, виготовленням розчинів і внесенням в ґрунт рідкого аміаку.

5.17. Після роботи по перевезенню мінеральних добрив кузова транспортних засобів повинні бути очищені від залишків добрив і промиті під тиском зі шлангу. Ємності, трубопроводи, крани і ін. Промиваються гарячою водою або паром і залишаються відкритими до повного висихання.

5.18. Завантаження мінеральних добрив в транспортні засоби і машини повинне проводитися, як правило, механізованим способом.

5.19. При ручній заправці агрегату тара, яка застосовується для завантаження бункерів і інших ємностей, не повинна вмщати більше 10 кг мінеральних добрив.

5.20. При механізованому завантаженні мінеральних добрив в бункери літаків маса мішків з робочими сумішами не повинна перевищувати 20 кг.

5.21. Кришки бункерів, банок тукових сівалок, насінневих ящиків і т.п. повинні щільно закриватися і фіксуватися в закритому і відкритому положенні.

5.22. Роботи по приготуванню, розведенню і змішуванню рідких мінеральних добрив дозволяється проводити тільки з використанням спеціальної апаратури і індивідуальних засобів захисту.

5.23. Внесення рідких мінеральних добрив в ґрунт повинно виконуватися тільки за допомогою спеціальних машин, які знаходяться в справному технічному стані.

5.24. Перед початком роботи по внесенню рідких мінеральних добрив ємності, трубопроводи, шланги, крани, форсунки, насоси і інші деталі машин повинні бути ретельно очищені, промиті і перевірені на герметичність чистою водою.

5.25. Всі операції по заправці машин рідкими мінеральними добривами повинні проводитися по закритій герметичній системі трубопроводів.

5.26. При внесенні мінеральних добрив в ґрунт слід використовувати трактори зі справними кабінами і машини, які відповідають вимогам “Санітарних правил по будові тракторів, самохідних шасі, сільськогосподарських машин, навісних і причіпних знарядь”.

5.27. При забрудненні трубопроводів, кранів, форсунок, наконечників і т.п. очистка їх дозволяється лише при повній зупинці агрегату. Очищення трубопроводів, форсунок і іншої арматури слід проводити спеціальними чистиками і ручними насосами. Категорично забороняється продування ротом комунікацій, форсунок, кранів і ін.

5.28. При одночасному застосуванні мінеральних добрив з отрутохімікатами слід дотримуватись правил, які передбачені в “Санітарних правилах по зберіганню, транспортуванню і застосуванню пестицидів”.

5.29. Тара з-під сипучих мінеральних добрив повинна бути очищена від залишків і повернена на склад. Миття тари повинно виконуватися на спеціальних площадках для миття.

5.30. Тара, яка знаходиться в обігу на складі, може використовуватися лише для зберігання і перевезення мінеральних добрив.

5.31. Паперова тара з-під мінеральних добрив, яка стала непридатною для подальшого використання, повинна знищуватися (спалюватися) на спеціальних площадках.

5.32. Тара скляна і металева з-під мінеральних добрив в господарстві повинна збиратися в спеціально відведене місце, потім, після попереднього механічного очищення, збиратися для відвезення на заводи-постачальники.

5.33. Після закінчення робіт всі площадки, машини (банки, ящики, тукопроводи і т.п.), знаряддя повинні бути звільнені від залишків мінеральних добрив, очищені і промиті водою під тиском з шлангів.

5.34. На машинах для внесення в ґрунт мінеральних рідких добрив цистерни, баки, трубопроводи, крани і т. п., повинні промиватися гарячою водою або паром. Очищення і миття машин і знарядь повинно проводитися на площадках для миття.

5.35. Машини і знаряддя, які використовуються для робіт з мінеральними добривами, повинні зберігатися в спеціально відведених місцях.

5.36. Залишки добрив повинні бути прибрані з полів і повернені на склад.

5.37. Після закінчення робіт з мінеральними добривами спецодяг і індивідуальні засоби захисту повинні бути очищені, промиті і передані на склад.

5.38. При всіх видах робіт з мінеральними добривами не повинні допускатися порушення виробничого процесу, необхідно суворо дотримуватись всіх правил безпеки і гігієни праці.

5.39. При роботі з мінеральними добривами працівники повинні забезпечуватися спецодягом і індивідуальними захисними засобами згідно існуючих нормативів.

З особами, які постійно працюють з мінеральними добривами, а також при отриманні нових видів добрив і нової техніки, повинен проводитись ввідний інструктаж з профілактики професійних отруювань і захворювань і наданні долікарської допомоги.

5.40. Особи, які працюють з мінеральними добривами, повинні регулярно проходити медичний огляд.



5.41. На складах, площадках і інших місцях, де масово працюють з добривами, на видних місцях повинні бути вивішені інструкції і правила з безпеки робіт і наданні першої допомоги при нещасних випадках.

5.42. На складах і інших місцях масових робіт з мінеральними добривами повинні бути встановлені умивальники з милом, бачки для питної води і аптечки з набором необхідних медикаментів.

5.43. При експлуатації удосконаленої машини РУМ-5 категорично забороняється:

- перевозити людей в кузові машини;
- присутність людей в зоні працюючої машини (25 м);
- працювати без засобів індивідуального захисту;
- працювати з несправною гальмівною системою і світловою сигналізацією;
- працювати без пристосування для рівномірного розвантажування кузова;
- проводити обслуговування і ремонт машини з працюючим двигуном трактора;
- проводити поворот трактора відносно машини більше  $60^{\circ}$ ;
- працювати без страхового ланцюга;
- експлуатувати машину при  $1000 \text{ хв}^{-1}$  ВВП трактора.

При експлуатації удосконаленого розкидача мінеральних добрив необхідно пам'ятати, що:

- зчіпка машини проводиться тільки з гідрокрюком трактора;
- попадання каменю, валунів і інших сторонніх предметів в кузов машини приводить до передчасного виходу її з строю;
- перед зрушенням з місця необхідно впевнитися в відсутності людей біля машини;
- робота без пристосування для рівномірного розвантаження кузова машини може привести до аварії;
- завантаження кузова необхідно починати з передньої його частини;

- поворот трактора відносно машини більше 60° може привести до злому карданного вала;
- заміна коліс, регулювання підшипників, гальма слід проводити при встановлених під балансири запобіжних підставках (козлах) і клинах під колесами;
- всі захисні кожухи і щитки повинні бути встановлені на місці.

### 5.5 Вимоги правил безпеки при виконанні робіт з використанням пестицидів, мінеральних добрив

Застосування хімічних речовин приносить великий ефект при вирощуванні кукурудзи. Однак їхня отруйність створює небезпеку для людини і тварин.

Виконання робіт з використанням пестицидів, мінеральних добрив і консервантів проводиться під керівництвом агронома чи фахівця з захисту рослин з дотриманням вимог державного і галузевого стандарту, інструкції з техніки безпеки під час збереження, транспортування і застосування пестицидів у сільському господарстві.

Не допускаються до роботи зі шкідливими речовинами робітники молодше 18 років, чоловіки старше 55 років, жінки старше 50 років, вагітні жінки і матері, що годують, а також робітники, які не пройшли навчання при роботі зі шкідливими речовинами, не пройшли медичний огляд на допуск. Кожен робітник повинний практично вміти користатися індивідуальними засобами захисту і надавати першу допомогу потерпілим від шкідливого впливу до прибуття лікаря.

Тривалість роботи з добривами, гербіцидами, пестицидами не перевищує 6 годин, а при роботі із сильнодіючими препаратами – 4 години.

Перед проведенням хімічного обробітку навколишнє населення не менш чим за 2 дні оповіщається про місце, термін обробітку і про застосований препарат.

Транспорт для перевезення пестицидів і рідких мінеральних добрив

відповідає вимогам правил перевезення автомобільним транспортом мінеральних добрив, а також готування розчину, змішування і внесення в ґрунт.

Роботи з внесення в ґрунт пестицидів механізовані і виконуються тільки за допомогою спеціальних машин і устаткування (ОП-2000, ОПВ-2000, ПОМ-630, АПЖ-12, АЦА-12, МЖТ-6 і ін.)

Перед внесенням гербіцидів перевіряють роботу обпилювачів і обприскувачів використовуючи замість отрут інертні порошки і воду.

Заправлення обприскувача проводять тільки закритим способом через герметичні шланги, відгвинчувати з'єднання і наконечники для прочищення необхідно тільки при відсутності тиску в системі.

Напрямки і спосіб руху розкидача при їхній груповій роботі вибирають таким, щоб потік добрива, що викидається, не попадав у кабіни тракторів. Механізовані роботи на ділянках оброблених пестицидами, незалежно від термінів їхнього застосування, допускаються при наявності закритих кабін на тракторах і мобільних тракторних агрегатах.

При проведенні хімічних робіт приймаються всі необхідні заходи для запобігання забруднення атмосферного повітря, води, ґрунту і продуктів харчування понад рівні гранично припустимих концентратів.

## 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Доцільність впровадження нововведень підтверджується економічною ефективністю. Новизна повинна не тільки не уступати базовому варіантові, а й перевищувати по певним показникам. На реалізацію нововведення потрібні певні затрати, або можливе більш повне і правильне використання машин і енергетичних засобів, що використовуються в базовому варіанті.

В економічних розрахунках, пов'язаних з ефективністю використання машин при виконанні механізованих робіт застосовують, головним чином, прямі і приведені експлуатаційні витрати і розрахунок затрат праці. Всі складові експлуатаційних витрат розділяють на три групи: витрати, що залежать від балансової вартості, встановлених нормативів відрахувань і строку служби машини; витрати пов'язані з оплатою праці; витрати, що залежать від обсягу фактичного наробітку й втрати паливно-мастильних матеріалів. Відношення прямих експлуатаційних витрат до одиниці виробітку (продуктивності) називають питомими.

Економічну оцінку ефективності впровадження удосконаленої технології вирощування кукурудзи і внесених в конструкцію культиватора змін дамо при умові використання його на операції міжрядного обробітку кукурудзи. При розрахунках економічної ефективності за базову машину приймаємо серійний культиватор КРН-5,6.

Вихідні дані для розрахунку зводимо в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	Базовий культиватор	Удосконалений культиватор
Маса, кг	1050	1136
Ширина захвату, м	5,6	5,6
Робоча швидкість, км/год.	До 8	До 10
Агрегатується з трактором	МТЗ-80/82	МТЗ-80/82

Основним техніко-економічним показником роботи агрегату є продуктивність, яка визначається за формулою [21]:

$$W = 0,1 B_p \cdot V \cdot \tau, \quad (6.1)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату, м;

$V$  - робоча швидкість, км/год.;

$\tau$  - коефіцієнт використання змінного часу,  $\tau = 0,5-0,95$ .

Приймаємо для розрахунків  $\tau = 0,8$ . Тоді продуктивність серійної машини буде становити:

$$W_c = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7 \cdot 0,8 = 3,14 \text{ га/год.}$$

А продуктивність агрегату з удосконаленим робочим органом буде становити

$$W_H = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 9 \cdot 0,8 = 4,03 \text{ га/год.}$$

Енергоємність операції визначається за формулою:

$$F = \frac{N}{W}, \quad (6.2)$$

де  $N$  – потужність двигуна трактора,  $N_{\text{МТЗ-80}} = 58,9$  кВт.

Енергоємність операції, яку виконує серійний агрегат, становить:

$$F_c = \frac{58,9}{3,14} = 18,76 \text{ кВтгод./га.}$$

Енергоємність операції, яку виконує удосконалений агрегат, становить:

$$F_H = \frac{58,9}{4,03} = 14,62 \text{ кВтгод./га.}$$

Матеріалоємність операції визначається за формулою:

$$M = \frac{M_M}{W}, \quad (6.3)$$

де  $M_M$  – маса машини, кг.

Для серійної машини матеріалоємність становить:

$$M_c = \frac{1050}{3,14} = 334,39 \text{ кг} \cdot \text{год./га}$$

Для удосконаленого культиватора матеріалоємність становить:

$$M_H = \frac{1136}{4,03} = 281,89 \text{ кг} \cdot \text{год./га.}$$

Затрати праці на обробці міжрядь визначаємо за формулою:

$$H = \frac{K}{W}, \quad (6.4)$$

де  $K$  – кількість обслуговуючого персоналу агрегату;

$W$  – продуктивність агрегату за годину.

Затрати праці на культивуванні серійним агрегатом становлять:

$$H_c = \frac{1}{3,14} = 0,32 \text{ люд.год./га}$$

Затрати праці на обробіток міжрядь агрегатом з удосконаленим культиватором:

$$H_n = \frac{1}{4,03} = 0,25 \text{ люд.год./га}$$

Зниження затрат праці при роботі удосконаленого культиватора становлять:

$$H_3 = H_c - H_n = 0,32 - 0,25 = 0,07 \text{ люд.год./га}$$

Прямі експлуатаційні затрати при проведенні обробітку ґрунту визначаються по формулі:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{пмм}}, \quad (6.5)$$

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

$C_a$  – амортизаційні відрахування, грн./га;

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

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

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

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{3M}}, \quad (6.6)$$

де  $C_T$  – оплата праці за тарифною сіткою;

$W_{3M}$  – продуктивність агрегату за зміну.

Для механізатора, який працює на базовому агрегаті оплата праці з врахуванням останнього підвищення мінімальної заробітної плати до 8000

грн. становить 348 грн. за зміну [29]. А за 1 га обробленої площі оплата праці буде становити:

$$C_{O.B}^1 = \frac{348}{21,98} = 15,8 \text{ грн./га.}$$

Крім того, в господарстві проводиться доплата: 50 % - за складність робіт (становить 7,9 грн./га), 12% - за інтенсивність робіт (становить 1,9 грн./га). І тоді оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{об}^н = 15,8 + 7,9 + 1,9 = 25,6 \text{ грн./га.}$$

На цю суму механізатору нараховується 20 % за класність (становить 5,1 грн./га) і 51 % соціального страхування і ін. (становить 13,1 грн./га). І тоді вся оплата праці з нарахуваннями механізатору, який працює на базовому агрегаті, становить:

$$C_{об} = 25,6 + 5,1 + 13,1 = 43,8 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на тракторі МТЗ-80 і удосконаленому культиваторі, оплата праці буде становити:

$$C_{O.H}^1 = \frac{348}{28,21} = 12,3 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно нараховуються всі необхідні доплати: 50 % за складність робіт (6,2 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (1,5 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{он}^н = 12,3 + 6,2 + 1,5 = 20,0 \text{ грн./га.}$$

На цю суму нараховується 20% за класність (4,0 грн./га) і 51 % соціального страхування (10,2 грн./га) і оплата праці з усіма нарахуваннями для механізатора, який працює на новому агрегаті, буде становити

$$C_{он} = 20,0 + 4,0 + 10,2 = 34,2 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм відрахувань на знаряддя за формулою:

$$C_a = \frac{S \cdot \alpha}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}}, \quad (6.7)$$

де  $S$  – балансова ціна машини, грн.;

$D$  – кількість днів роботи за рік;

$K$  – коефіцієнт змінності.

За нормативами [26] річна норма відрахувань для всіх культиваторів загального і спеціального призначення становить 12 %. Тоді нарахування на амортизацію для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{55000 \cdot 12,5}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 21,98} = 5,08 \text{ грн./га.}$$

Для удосконаленого культиватора амортизаційні відрахування будуть становити:

$$C_{ан} = \frac{61500 \cdot 12,5}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 28,21} = 5,06 \text{ грн./га.}$$

Так як норма відрахувань на ремонт і технічне обслуговування така ж сама, як і для амортизаційних відрахувань, то приймаємо ці ж самі значення для відповідних машин.

Затрати на паливо і мастильні матеріали визначаються за формулою:

$$C_{пмм} = C_{п} \cdot g_{га}, \quad (6.8)$$

де  $C_{п}$  – комплексна ціна 1 кг палива, грн./кг;

$g_{га}$  – витрати палива на 1 га.

$$g_{га} = \frac{G \cdot K}{W} \quad (6.9)$$

$G$  – витрати палива за годину [21] –  $G_{МТЗ-80} = 15,2$  кг/год.

$K$  – поправочний коефіцієнт, який враховує неповне завантаження двигуна при холостих поворотах і переїздах, під час зупинок трактора з працюючим двигуном –  $K = 0,92$  [21].

Комплексна ціна палива і мастильних матеріалів залежить від ситуації на ринку, постачальника і інших причин. Приймаємо її  $C_{п} = 56,80$  грн./кг.

$$g_{габ} = \frac{15,2 \cdot 0,92}{3,14} = 4,45 \text{ кг/га;}$$

$$g_{ган} = \frac{15,2 \cdot 0,92}{4,03} = 3,47 \text{ кг/га.}$$

Затрати на паливо і мастильні матеріали для базового агрегату будуть становити:



$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 56,8 \cdot 4,45 = 252,8 \text{ грн./га.}$$

Аналогічні затрати на роботу нового агрегату будуть складати:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 56,8 \cdot 3,47 = 197,1 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі затрати на обробку серійним культиватором будуть становити:

$$C_{\text{с}} = 43,8 + 5,08 + 5,08 + 252,8 = 306,8 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі затрати на обробіток ґрунту удосконаленим культиватором будуть становити:

$$C_{\text{н}} = 34,2 + 5,06 + 5,06 + 197,1 = 241,4 \text{ грн./га.}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні удосконаленого культиватора будуть становити:

$$E = C_{\text{с}} - C_{\text{н}} = 306,8 - 241,4 = 65,4 \text{ грн./га.}$$

Таблиця 6.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Назва показників	Серійний агрегат	Новий агрегат
1. Продуктивність агрегату, га/год.	3,14	3,58
2. Питомі витрати палива, кг/га	4,45	3,91
3. Енергоємність, кВт · год./га	18,76	16,45
4. Матеріалоємність, кг · год./га	334,39	317,32
5. Затрати праці, люд.год./га	0,32	0,30
6. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	283,28	248,97
в т.ч.: оплата праці з нарахуваннями	35,62	31,24
амортизаційні відрахування	1,90	1,73
затрати на ремонт і ТО	1,90	1,73
затрати на ПММ	243,86	214,27
7. Зниження прямих затрат, грн./га	--	34,31
8. Економічний ефект від додаткової продукції, грн./га	--	3680
8. Річний економічний ефект, грн.	--	3532700
9. Строк окупності затрат, років	--	0,0009

При впровадженні розробки у виробництво урожайність кукурудзи збільшиться на 10%, що становить при урожайності 80 ц/га 8 ц додаткового зерна. При ринковій вартості насіння кукурудзи 8750 грн./т економічний ефект від додаткової продукції становить:

$$E_d = 0,8 \times 8750 = 7000 \text{ грн./га.}$$

Сумарний питомий економічний ефект становить:

$$E_c = E + E_d = 65,4 + 7000 = 7065,4 \text{ грн./га.}$$

Річний економічний ефект за умови впровадження розробки на площі 500 га буде становити

$$E_p = 7065,4 \times 500 = 3532700 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники представлені в таблиці 6.2.

Строк окупності затрат на удосконалення культиватора визначається за формулою:

$$z_o = \frac{S}{E_p} \quad (6.10)$$

$$z_o = \frac{6500}{3532700} = 0,01 \text{ роки.}$$

Проведені розрахунки показують ефективність розробки і впровадження удосконаленого культиватора на вирощуванні кукурудзи.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Для досягнення кращих економічних показників в господарствах слід впроваджувати нові технології і машини для вирощування сільськогосподарських культур, в т. ч. і для кукурудзи.

2. На підставі вивчення нових технологій вирощування та збирання кукурудзи нами запропонована удосконалена технологія вирощування кукурудзи з використанням удосконаленого культиватора для міжрядного обробітку.

3. Проведені розрахунки і визначено основні конструктивні і технологічні параметри удосконаленого культиватора в агрегаті з трактором. Проведені розрахунки використані для проектування окремих вузлів і деталей.

4. Розроблені заходи з охорони праці дозволять підвищити рівень безпеки праці при вирощуванні кукурудзи в господарстві.

5. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що використання розробок в господарстві дозволяє одержати річний економічний ефект в сумі 3532700 грн. Затрати на розробки 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. Кукурудза 2022: Сушити, залишити в полі чи спалити в теплогенераторі? 5 жовтня 2022//<https://latifundist.com/spetsproekt/984-kukurudza-2022-sushiti-zalishiti-v-poli-chi-spaliti-v-teplogeneratori>.
3. Несмачна М. Круте піке кукурудзи 2023: ставки на олійні та обсяги виробництва. - 5 травня 2023//<https://superagronom.com/articles/649-krute-pike-kukurudzi-2023-stavki-na-oliyni-ta-obsyagi-virobnitstva>.
4. Кукурудза – королева полів/ Навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.
5. Цехмейструк М.Г., Музафаров Н.М., Манько К.М. Аспекти вирощування кукурудзи/ Агробізнес сьогодні.- №8(279) квітень 2014.–с.37-42.
6. Тимошенко Т. Кукурудза: як вирощувати успішно? // Агробізнес сьогодні. - №18 (241), вересень, 2012. – с. 37-39.
7. Цехмейструк М.Г., Музафаров Н.М., Манько К.М. Аспекти вирощування кукурудзи/ Агробізнес сьогодні.- №8(279) квітень 2014.–с.37-42.
8. Шевчук Р., Кириєнко Г., Браценюк В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно/ Аграрний тиждень. Україна. – 22 червня 2015 р. с. 13-18.
9. Моїсєєва М. Увагу „цариці полів” // Пропозиція. – №1, 2006.– с. 56-61.
10. Ларченко К., Гаврилук 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. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. -К.: Урожай, 1993.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. Практикум з використання машин у рослинництві/ В.Ю.Ільченко та ін.; Дніпропетр. держ. агр. ун-т.- 2002.

23. Машиновикористання та екологія докiлля: Пiдручник/ Головчук А.Ф., Лiмонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.

24. Землеробська механiка. Т.2. Теоретичнi основи сiльськогосподарської механiки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь i iн.- Днiпро, «Свiдлер А.Л.», 2022. – 712 с.

25. Правила охорони працi у сiльськогосподарському виробництвi// Затвердженi наказом Мiнiстерства соцiальної полiтики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Мiнiстерствi юстицiї України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

26. Вiнiченко I.I, Сiтковська А.О. Методичнi рекомендацiї з економiчного обґрунтування дипломних робiт для студентiв факультету механiзацiї сiльського господарства// Днiпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.