

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

ЛОМАНОВ ЄВГЕН МИКОЛАЙОВИЧ

Допускається до захисту:

В. о. завідувача кафедри ремонту машин,
експлуатації енергетичних засобів та
охорони праці
канд. техн. наук, доцент

_____ Анатолій ПОЛЯКОВ
«_____» _____ 2023 р.

ПРОЕКТ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

Спеціальність 208 Агроінженерія

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Керівник:

Курлов В.І., асистент кафедри
ремонт машин, експлуатації
енергетичних засобів та
охорони праці _____

Науковий консультант:

Фесенко Г.В., доцент кафедри
ремонт машин, експлуатації
енергетичних засобів та охорони
праці кандидат техн. наук, доцент _____

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Кафедра	Ремонту машин, ЕЕЗ та охорони праці
Ступінь освіти	Бакалавр
Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність	208 «Агроінженерія»
Освітня програма	208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри ремонту машин,
експлуатації енергетичних засобів та
охорони праці
канд. техн. наук, доцент

_____ Анатолій ПОЛЯКОВ
«_____» _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

Ломанову Євгену Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: «Проект механізації технологічного процесу вирощування кукурудзи»

Керівник роботи _____ Курлов Вячеслав Ігорович, асистент

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

1. Затверджено наказом від «_____» _____ 2023_ року № _____
2. Строк подання здобувачем роботи _____
3. Вихідні дані до роботи: Технологічні процеси при вирощуванні кукурудзи. . Технічне забезпечення технологічного процесу внесення мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи.
4. Зміст розрахунково пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз технології вирощування та збирання кукурудзи. 2.Операційна технологія. 3. Конструктивна частина. 4 Заходи з охорони праці під час роботи на машинах для внесення мінеральних добрив. 5. Економічне обґрунтування технологічної карти збирання кукурудзи.

5. Перелік графічного матеріалу:

1.Існуюча технологічна карта вирощування кукурудзи

2.Аналіз технологічного процесу

3.Графоаналітичний метод визначення кращого агрегату.

4. 5. Креслення конструктивної частини.

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 кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний (оглядовий)		
2.	Технологічний		
3.	Охорона праці		
4.	Економічний		
5.	Демонстраційна частина		

Здобувач

(підпис)

Ломанов Є.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Курлов В.І.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ	6
1. Аналіз технологічних операцій при вирощуванні кукурудзи на силос	8
1.1 Рекомендовані районовані сорти і гібриди кукурудзи на силос.....	8
1.2 Програмування врожаю	10
1.3 Комплекс агрозаходів і їх показники по вирощуванню кукурудзи на силос.....	13
1.4 Вибір складу агрегатів для виконання операцій.....	15
1.5 Контроль і оцінка якості робіт.....	19
1.6 Визначення показників технологічної карти	20
1.7 Перспективи розвитку машин для підготовки і внесення добрив.....	21
2. Операційна технологія	24
2.1 Застосування добрив і оптимізація агрофону живлення	24
2.2 Обґрунтування вихідних даних до внесення добрив	25
2.3 Обґрунтування технологічної системи операції	26
2.4 Вибір і обґрунтування складу і режимів роботи агрегату	28
2.5 Технологічна наладка агрегату до роботи	46
2.6 Організація роботи агрегатів на полі	46
2.6 Безвідмовність та надійність технічного комплексу	47
2.7 Показники і контроль якості операції	53
3 Конструкторська частина	56
3.1 Обґрунтування вихідних даних до удосконалення конструкторської частини.....	56
3.2 Будова і робочий процес	56
3.3 Розрахунки розвантажувальної пластини на міцність	57
4 Заходи з охорони праці під час роботи на машинах для внесення мінеральних добрив	61
5 Економічне обґрунтування технологічного процесу	65
Висновок	69
Список використаних джерел	70

ВСТУП

Актуальним завданням сільського господарства є гарантоване забезпечення нашої країни продовольством за умови збереження і підвищення родючості ґрунтів, зменшення енергоспоживання, охорони навколишнього середовища. Вирішення його сприятиме впровадження новітніх технологій і машин, зокрема комплексної механізації рослинництва на базі науково обґрунтованої системи машин.

Оснащення сільськогосподарських підприємств сучасною високопродуктивною і надійною технікою - одна з основних умов подальшого індустріального розвитку сільського господарства, росту продуктивності праці, підвищення врожайності сільськогосподарських культур, скороченню трудових, матеріальних і грошових витрат на виробництво продукції рослинництва і тваринництва.

Один центнер свіжої зеленої маси кукурудзи відповідає 16 кормовим одиницям, а один центнер силосу – 0,2-0,4 кормової одиниці. Силос, виготовлений із кукурудзи, становить основну частину зимового раціону великої рогатої худоби.

Для того щоб отримати високі врожаї кукурудзи на силос та виготовити якісні корми для худоби, аграрії ретельно підбирають гібриди кукурудзи та суворо дотримуються вимог їхньої технології вирощування.

Для виробництва кукурудзи на силос першочергове значення має високоефективне використання машинно-тракторного парку. Ця умова забезпечується встановленням раціональних технологічних, технічних і організаційних систем та іншими заходами по реалізації споживацьких властивостей сільськогосподарських машин, які гарантують високу якість виконання робіт у задані агротехнічні строки з найбільшою економічною ефективністю.

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС

1.1 Рекомендовані районовані сорти і гібриди кукурудзи на силос

У кормовому конвеєрі кукурудза на силос, як і багаторічні трави, посідає провідне місце. У структурі польової кормової площі її посіви становлять 16 — 24 % (на Поліссі менше, в Лісостепу і Степу — більше). Кукурудзяний силос поряд з сіном і сінажем становить основу зимового раціону худоби. Принциповою відмінністю вирощування кукурудзи на силос від вирощування її в зеленому конвеєрі є набагато менша густота стеблостою (55 — 60 до 100 — 120 тис. рослин на 1 га). Висівають її з міжряддями 45 — 60 — 70 см, що дає змогу мати качани. Збирають кукурудзу на силос у фазі молочно-воскової і воскової стиглості, тоді як на зелений корм — до фази молочної стиглості.

Кукурудзу на силос так само, як і на зелений корм і зерно, вирощують тільки за високого фону живлення, який визначають відповідно до запланованого врожаю і з урахуванням родючості ґрунту. У міру загущення й удобрення посіву врожайність зеленої маси збільшується, проте при цьому може зменшуватися вихід качанів — найціннішої частини силосної маси (табл. 76). Тому густота посівів при вирощуванні кукурудзи на силос має бути такою, щоб можна було одержувати високі врожаї качанів. Якщо вихід їх зменшується, це означає, що посіви занадто загущені.

Таблиця 1.1 – Оптимальна густота посівів кукурудзи на силос, тис. шт./га.

Гібриди	Лісостепові райони	Степові райони
Середньоранні		
Дніпровський 203МВ	47	45
Дніпровський 247МВ	47	45
Середньостиглі		
Дніпровський 320 АМВ	45	42
Харківський силосний 1 ТВ	45	42

Розміщення по попередниках кукурудзи на силос.

Кращі попередники для кукурудзи – озимі, під які вносили повну дозу добрив, зернобобові культури, цукровий буряк, картопля. Різниця в урожаєх кукурудзи після різних попередників, як правило, пов'язана з різним ступенем удобрення попередньої культури.

В районах з недостатньою зволоженістю ґрунту не рекомендується висівати кукурудзу після культур, які висушують ґрунти на значну глибину, особливо після цукрового буряку, соняшника, суданки.

На родючих ґрунтах, добре окультурених полях і при внесенні добрив кукурудзу можна вирощувати повторно на протязі декількох років.

Агрокліматична характеристика зон вирощування озимої пшениці.

Ґрунтовий покрив зон вирощування озимої пшениці різноманітний.

В лісостеповій зоні розповсюджені опідзолені ґрунти та чорноземи. Потужні чорноземи мають високий вміст гумусу (3...6% і більше). В них містяться великі валові запаси поживних речовин. Ці ґрунти характеризуються сприятливими фізико-хімічними властивостями, малоокислою або нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 5,5...7,6). Зерниста структура ґрунту при нормальній вологості забезпечує хороший водно-повітряний режим.

Опідзолені ґрунти представлені чорноземами опідзоленими, темно-сірими і світло-сірими опідзоленими ґрунтами різного механічного складу. Опідзолені ґрунти мають схильність до запливання, утворення кірки, але в достатній мірі мають капілярність і здатність до збереження вологи. На таких ґрунтах при забезпеченні сівозміни органічними і мінеральними добривами можна вирощувати не менш високі урожаї озимої пшениці ніж на потужних чорноземах.

В степових зонах України переважають чорноземи південні, чорноземи звичайні, мало і середньо солонцюваті та каштанові ґрунти. Вони мають

схильність до високої мобільності родючості, але мають погані агрофізичні властивості.

Відомо, що кожен центнер врожаю зерна кукурудзи потребує певної кількості доступних елементів живлення у ґрунті, застосування ґрунтових гербіцидів дозволяє суттєво підвищити ефективність системи удобрення та раціоналізувати використання запасів вологи тощо. Ми використовуємо ці знання на практиці й досягаємо високих результатів.

Проте інша частина викликів пов'язана із впливом нерегульованих факторів, наприклад, ґрунтово-кліматичних умов. Їх вплив спрогнозувати точно і надовго неможливо. Все, що залишається, — це зуміти пристосуватись і правильно використати комплекс ґрунтово-кліматичних умов, підібравши для вирощування найпридатніші гібриди. За даними Університету Лінкольна, несприятливі ґрунтово-кліматичні умови по-різному впливають на реалізацію потенціалу продуктивності гібридів кукурудзи.

1.2 Програмування врожаю

Бонітет ґрунтів для вирощування кукурудзи на силос – $B_{гр}=34$ балів

Молочно-воскової стиглості кукурудза набуває за 80...85 днів з 1 травня і включно по останню декаду липня.

Кількість фотосинтетичної активної радіації (ФАР) за вегетаційний період визначаємо за допомогою даних.

$$Q_{ФАР}=(21,36+29,35+30,58+31,42+26,81 \cdot 1/3) \times 10^8=120 \times 10^8 \text{кДж/га} \quad (1.1)$$

При доброму стані посівів приймаємо коефіцієнт використання ФАР рослинами – $k_{ФАР} = 3\%$.

Стандартна вологість зеленої маси кукурудзи - $\omega_{пр} = 75\%$.

При вирощуванні кукурудзи на силос немає необхідності розділяти урожай на основну і другорядну продукцію.

Розраховуємо потенційно можливий урожай зеленої маси кукурудзи при стандартній вологості, обумовлений фотосинтетичною активною радіацією, по формулі 1.2.

$$Y_{\Phi AP} = \frac{Q_{\Phi AP} \cdot k_{\Phi AP}}{q_{\Phi AP} \cdot (100 - \omega_{np})(1 + \delta_c)} \quad (1.2)$$

де $Q_{\Phi AP}$ - загальна кількість ФАР за вегетаційний період, кДж/га

$q_{\Phi AP}$ - калорійність одиниці сухої органічної речовини

сільськогосподарської продукції, кДж/т ($q_{\Phi AP} = 16,76 \cdot 10^6$ кДж/т);

ω_{np} - стандартна вологість продукції, %.

δ_c – коефіцієнт, який оцінює долю другорядної частини продукції в загальній масі урожаю с.-г. культури.

$k_{\Phi AP}$ - коефіцієнт використання ФАР культурою, який залежить від багатьох факторів (сорт, погодні умови, агротехніка і т. ін.), %.

Довідка: основна умова збільшення органічної речовини, яка створюється рослинами – це підвищення коефіцієнту використання ФАР (з 0,5 до 3,0 % і більше).

$k_{\Phi AP}$ для різних культур змінюється в широких межах:

посіви в поганому стані 0,5...1,5%;

посіви в середньому стані 1,5...3,0%;

посіви в доброму стані 3,5...5,0%;

посіви у відмінному стані 4,0...6,0%

$$Y_{\Phi AP} = \frac{120 \times 10^8 \cdot 3}{16,76 \times 10^6 (100 - 75)} = 86 \text{ т/га}$$

Для врахування впливу метеорологічних факторів визначаємо запаси продуктивної вологи. Продуктивна волога включає в себе сумарну кількість опадів за вегетаційний період і запас корисної вологи в кореневмісному шарі ґрунту.

Сумарну кількість опадів за вегетаційний період визначаємо за допомогою даних :

$$W_{оп}=48+64+76+64\cdot 1/3=258 \text{ мм. вод. ст.}$$

Запаси корисної вологи в кореневмісному шарі визначаємо за даними з урахуванням типу ґрунтів. Для чорноземів типових в метровому шарі ґрунту вміст корисної вологи дорівнює приблизно $W_k=42,1$ мм. вод. ст. Коефіцієнт продуктивного використання вологи рослинами на рівнинній місцевості дорівнює - $k_{\omega}=0,7$. Коефіцієнт вологозбереження для умов господарства приймаємо - $k_{вл}=0,7$. Коефіцієнт вологоспоживання визначаємо по таблиці 3.5 і для умов господарства він має значення - $q_{\omega}=450 \text{ м}^3/\text{т}$.

Розраховуємо потенційно можливий урожай зеленої маси кукурудзи при стандартній вологості по забезпеченню вологою за формулою 1.4.

$$Y_{\omega} = \frac{10^4 \cdot (W_k + W_{он}) \cdot k_{\omega} \cdot k_{вл}}{q_{\omega} \cdot (100 - \omega_{np}) (1 + \delta_c)} \quad (1.3)$$

де W_k – запас корисної вологи в кореневмісному шарі ґрунту, мм
 $W_{он}$ - осереднена сумарна кількість опадів за вегетаційний період, мм;
 k_{ω} - коефіцієнт продуктивного використання води рослинами (на рівнинній місцевості $k_{\omega}=0,7\ldots 0,8$; на схилах - $k_{\omega}=0,6\ldots 0,7$);
 $k_{вл}$ - коефіцієнт вологозбереження ($k_{вл}=0,7\ldots 1,0$);
 q_{ω} - коефіцієнт вологоспоживання, $\text{м}^3/\text{т}$.

$$Y_{\omega} = \frac{(42,1 + 258) \times 10^4 \cdot 0,7 \cdot 0,7}{450 \cdot (100 - 75)} = 130,7 \text{ т/га}$$

Мінімальний кліматично забезпечений урожай по ресурсам тепла ($U_{\Phi AP}$) і по ресурсам вологи визначаємо порівнянням розрахованих величин U_{ω} і $U_{\Phi AP}$. Менша із них і буде мінімальним кліматично забезпеченим урожаєм $U_{\kappa 3} = 86$ т/га.

Дійсно можливий урожай з урахуванням рівня родючості ґрунтів (бонітету) конкретного господарства визначається по формулі 1.3. Коефіцієнт придатності ґрунтів для вирощування цукрового буряку можна прийняти рівним – $K_B = 0,34$.

Мінімальний за декілька років урожай на недостатньо окультурених полях без застосування добрив має величину – $U_{\min} = 250$ ц/га.

$$U_{DM} = U_{\min} + (U_{\kappa 3} - U_{\min}) \cdot K_B \quad (1.4)$$

де U_{\min} – осереднена багаторічна урожайність на полях з найгіршим бонітетом, т/га (із агроекономічної характеристики господарства);

$U_{\kappa 3}$ – кліматично забезпечений урожай (менший із розрахованих $U_{\Phi AP}$ і U_{ω}), т/га;

K_B – коефіцієнт, який характеризує ступінь придатності конкретних ґрунтів для вирощування сільськогосподарських культур ($K_B < 1$)

$$U_{DM} = 25 + (86 - 25) \cdot 0,34 = 457,4 \text{ ц/га.}$$

1.3 Комплекс агрозаходів і їх показники по вирощуванню кукурудзи на силос

Для розрахунку складу МТП або складання плану його використання необхідно знати не тільки вид і обсяг механізованих робіт, але і агротехнічно-оптимальні терміни їх проведення. Початок проведення весняних польових робіт — рихлення зябу — визначається датою настання

м'якопластичного стану ґрунту. Початок посіву (посадки) сільськогосподарських культур — датою настання відповідної температури ґрунту. Якщо ж температура ґрунту, оптимальна для посіву культури, настає раніше, ніж м'якопластичний стан ґрунту (із-за більш швидкого визрівання ґрунту за температурою, чим за вмістом вологи), то початок посіву буде визначатися датою закінчення робіт по ранньовесняній підготовці ґрунту — її рихлення і вирівнювання. В цьому випадку тривалість посіву, по можливості, може бути скороченою по відношенню до оптимальної.

В процесі розвитку рослин — від початку проростання до повного визрівання маються періоди (як загальні для всіх рослин, так і властиві тільки деяким із них), що іменуються етапами і фазами розвитку рослин. Наприклад, загальна для всіх рослин фаза "Проростання" — це тривалість періоду "посів-сходи", який вимірюється кількістю днів, що пройшли від посіву до появи 75% сходів. Маються фази "появи першого листка" ("першої пари листочків")... "поява 5-го листочка", "цвітіння", "змикання рослин в рядах", "змикання міжрядь", фази "молочна стиглість", "воскова стиглість", та інші фази. Послідовність настання і тривалість розвитку цих фаз визначається, за умови рівності інших факторів, біологічними властивостями рослин. Через це інтервал можливих значень тривалості фаз розвитку рослин заданого виду і сорту має закономірний характер, а, отже, його середнє значення, як найбільш ймовірне, можливо використовувати при плануванні термінів польових механізованих робіт. Цьому сприяє і регламентований характер зв'язків між біологічними процесами і технологічними операціями в землеробстві, у відповідності із якими в певні періоди (фази, етапи) розвитку рослин є потреба в зовсім визначених впливах на ґрунт або рослину, і навпаки. Так, наприклад, підживлення посівів озимої пшениці азотними добривами повинно проводитися в період найвищої потреби рослини в азоті, збирання врожаю — необхідно розпочинати не раніше настання фази воскової стиглості і т.д.. Характер

зв'язків, який розглядається, існує і поміж окремими технологічними операціями, що виконуються послідовно. Дати проведення наступних лущень визначаються тривалістю проростання бур'янів, яка коливається в межах від двох до трьох тижнів. З метою зберігання вологи в ґрунті передпосівна культивуація та прикочування повинні проводитися одночасно із посівом. Отже, якщо відома дата посіву культури, якщо відома закономірність розвитку рослин (тривалість фаз, етапів розвитку), то можна прогнозувати (планувати) оптимальні агротехнічні терміни проведення польових механізованих робіт. Додаваючи до цих дат, як до точок відліку, кількість днів від посіву або початку вегетації до настання або закінчення того або іншого періоду (тієї чи іншої фази) розвитку рослин, одержимо календарний період, в агротехнічному сенсі сприятливий проведенню технологічної операції по вирощуванню заданої культури в період її розвитку, що розглядається.

Силосні культури, серед яких найбільш поширена кукурудза, збирають в основному косарками-подрібнювачами, силосозбиральними комбайнами. Для технологічної характеристики силосної культури визначають облікові ділянки по діагоналі поля для суцільних, посівів розміром 1 м^2 , для просапних культур шириною 2 рядки довжиною 5м. На кожній обліковій ділянці вимірюють висоту 10-15 рослин, їх кут полягання. Потім всі рослини зрізують на рівні передбаченого умовами збирання врожаю, зважують, визначають вологість, біологічну врожайність. Збирають силосні культури в період найбільшого вмісту в рослинах поживних речовин, коли вологість рослин становить 65-75%. При цьому стебла подрібнюють на шматочки довжиною 2-3 см. Якщо вологість сягає 76-80%, то подрібнення здійснюють з довжиною шматочків 4-5см, а при вологості більше 80% - до 10-12см. Кукурудзу силосують, коли зерно досягає фази молочно-воскової та воскової зрілості. При цьому має значення своєчасне і ретельне ущільнення силосної маси в силососховищах.

Повноту збирання зеленої (листово-стеблевої) маси визначають в процесах до біологічної врожайності, для чого на обліковій ділянці визначають вагу зібраної зеленої маси, вагу втрати у вигляді зрізаних і не зрізаних стебел, у вигляді подрібненої маси на поверхні ґрунту та вагу втрат за рахунок підвищеного зрізування, що визначається вимірюванням фактичної висоти стерні за мінусом необхідної густоти. За отриманими даними визначають втрати по видам в процентах та повноту збирання врожаю, віднімаючи втрати від 100%.

Для визначення якості подрібнення стебел відбирають 0,5-кг подрібненої маси, з якої визначають фракції довжиною до 2-3 см, 4-5см, 10-12см та більше 12см. Фракції зважують і визначають в процентах їх співвідношення.

1.4 Вибір складу агрегатів для виконання операцій

Увесь обсяг механізованих робіт запланованих для проведення на полях заданої сівозміни, складається з множини простих та складних циклів, визначаючи для кожного з них склад комплексу відповідних машин та план їх використання визначаємо потребу в технічних засобах.

Цикл - це окрема по часу виконання та призначенню частина загального процесу вирощування культури, яка складається із робіт одного виду простий цикл; або групи взаємопов'язаних операцій (складний цикл).

Прості цикли складаються з однієї технологічної операції, наприклад: снігозатримання, боронування зябу боронування посіву, рихлення міжряддя, лущення стерні та ін. Складні цикли складаються з ґрунтів взаємопов'язаних агровимогами операцій. При цьому одна з них є основною. головною операцією циклу а решта - складають операції, що забезпечують якісне виконання основної та утворюють з нею потокову технологічну лінію, а також

навантажувально-транспортні операції, без яких зовсім неможливе виконання основної операції. Наприклад, в циклі сівба кукурудзи на силос, сівба - головною операцією, навантаження насіння, добрив та гербіцидів в транспортні - Засоби доставки їх у поле та заправка ними агрегатів - є допоміжними навантажувально-транспортними операціями, а передпосівна культивування та коткування ґрунту - операціями, що взаємопов'язані з основними агровимогами до проведення їх в єдиній потоковій технологічній лінії з регламентованим розривом у часі їх проведення по відношенню до основної операції циклу. При виборі агрегатів для виконання будь-якої операції запланованого циклу робіт враховано основне призначення машин та можливість виконання ними агровимог до технології та якості проведення операції.

Якщо для виконання операції може бути використаний тільки один варіант складу агрегатів то перевагу віддаємо тому з них який:

- має більшу продуктивність при рівній якості виконання робіт:
- повніше задовольняє агровимоги до виконання операції при рівній продуктивності.
- більш універсальний при рівних інших показниках.

З метою зменшення ущільнення ґрунту, у всіх випадках, де це можливо, перевагу віддаємо більш широкозахватним агрегатам, а також агрегатам комбінованим, що суміщають виконання декількох операцій одночасно. З цією ж метою проектуємо використання на ранньовесняних роботах тільки гусеничних тракторів або колісних з подвоєними шинами.

Таблиця 1.2 – короткі технічні характеристики кормозбиральних комбайнів фірми «*John Deere*» Самохідні

Параметри	Моделі			
	6950	6850	6750	6650

Потужність двигуна, кВт/к.с.	396/540	353/480	290/395	228/310
Маса, кг	10015	9685	9570	9920
Діаметр барабана, мм	610	610	610	610
Ширина вхідного отвору, мм	683	683	683	683
Кількість ножів	48 або 56	48 або 56	48 або 56	48 або 56
Кількість обертів барабана, об/хв	1150	1000	1000	1000
Довжина порізу, мм	4,5-63	4,5-63	4,5-63	4,5-63
Причепні				
Параметри	Моделі			
	3950	3970		
Діаметр різального апарата, мм	457	457		
Ширина, мм	475	577		
Число ножів	36	48		
Площа вхідного отвору, см ²	697	852		
Довжина порізу	6-13	6-13		
Потужність трактора, кВт/к.с	112/150	142/200		
Швидкість вала відбору потужності, об/хв	1000	1000		
Маса, кг	1681	1829		

Таблиця 1.3 – технічні характеристики ротаційних, косарок фірми «Kverneland»

Начіпні						
Показники	Моделі					
	3024	3028	2524	2528	327 P	328 P
Робоча ширина, м	2,4	2,8	2,4	2,8	2,8	3,2
Кількість дисків, шт.	6	7	6	7	7	–
Висота зрізу, мм	35-60	35-60	35-60	35-60	–	–
Частота обертання різальних дисків, хв ¹	3000	3000	3000	3000	600/900	900
Потужність ВВП, кВт/к.с.	50/70	55/75	33/45	37/50	50/70	60/80
Ширина валка, м	1,0 1,3	1,3-1,7	1,3-1,8	1,7-2,2	1,3	1,3

Маса, кг	880	900	650	700	885	1075
----------	-----	-----	-----	-----	-----	------

Таблиця 1.4 – Коротка технічна характеристика подрібнювальних апаратів кормозбиральних комбайнів

Показники	Значення показників						
	«Джон Дір» 5468	«Нью Хол-лавд» 1880	«Ягуар»	«Маммут»	«Мара л» 150	кск-100А	К-Г-6 «Полісся-250»
1	2	3	4	5	6	7	8
Тип барабана	Барабанний із прямими ножами	Барабанний із спеціальними ножами	Барабанний із прямими секційними ножами		Барабанний із прямими ножами		Дисковий ротор із прямими ножами
Ширина барабана, мм	600	580	750	680	600	660	-
Діаметр барабана, мм	635	600	630	630	800	750	1100
Частота обертів барабана, хв ¹	920	1200	1100	900	910	1030	1000
Кількість ножів на барабані, шт.	9	9	24	40/48	6/12	6/12	6/12
Колова швидкість ножів барабана, м/с	20,4	37,4	36,0	29,5	37,8	40,2	Від 15, 7 до 57
Кількість порізів на хвилину	8280	10800	26400	36000 43200	5460 10929	6180 12360	6000 12000
Кількість ступенів регулювання довжини різки без зміни кількості ножів, шт.	8	6	6	3	3	5	3
Привод подрібнювального апарата	Механічний, зворотні оберти від гідромотора		Механічні, зворотні оберти від гідромотора		Механічний		
Тип заточувального пристрою	Механічний з ручною подачею		Електрогідравлічний з автоматичною подачею		Гідравлічний	Механічний з ручною подачею	
Наявність пристрою для поліпшення умов транспортування маси	2-шнековий конвеєр, пневмотранспорт	Лопасті на барабані	Вентилятор-кидач		Немає		Лопасті на подрібнювальному дискові

Таблиця 1.5– норма виробітку і витрати палива

Назва показника	значення
1	2
Тривалість одного циклу збиральних робіт, год	0,0208
Час на організаційно-технологічне обслуговування, год	1
Час на холості повороти агрегату в межах одного циклу збиральних робіт, год	0,0008
Тривалість чистої (корисної) роботи агрегату, год	4,92
Час на холості повороти агрегату протягом зміни, год	0,2
Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи, год	0,7
Витрати пального на одиницю виробітку самохідного агрегату, кг/га:	17
Прямі витрати енергії палива, кВт·год/га	196,7

1.5 Контроль і оцінка якості робіт

Для технологічної характеристики силосної культури визначають облікові ділянки по діагоналі поля для суцільних, посівів розміром 1м², для просапних культур шириною 2 рядки довжиною 5м.

На кожній обліковій ділянці вимірюють висоту 10-15 рослин, їх кут полягання. Потім всі рослини зрізують на рівні передбаченого умовами збирання врожаю, зважують, визначають вологість, біологічну врожайність

Збирають силосні культури в період найбільшого вмісту в рослинах поживних речовин, коли вологість рослин становить 65-75%. При цьому стебла

подрібнюють на шматочки довжиною 2-3 см. Якщо вологість сягає 76-80%, то подрібнення здійснюють з довжиною шматочків 4-5 см, а при вологості більше 80% - до 10-12 см. Кукурудзу силосують, коли зерно досягає фази молочно-воскової та воскової зрілості. При цьому має значення своєчасне і ретельне ущільнення силосної маси в силососховищах.

Для визначення якості подрібнення стебел відбирають 0,5-1 кг подрібненої маси, з якої визначають фракції довжиною до 2-3 см, 4-5 см, 10-12 см та більше 12 см. Фракції зважують і визначають в процентах їх співвідношення.

1.6 Визначення показників технологічної карти

Складання технологічної карти починаємо з набору операцій, необхідних для оброблення і збирання кукурудзи на силос. Ці операції записуємо послідовно в календарному порядку, починаючи з 1 січня.

Витрати праці на одиницю виконаної роботи визначають по формулі:

$$Z_{n.za} = \frac{m}{W_{зм}} \text{ люд} \cdot \text{год} / \text{га}. \quad (1.1)$$

де

$W_{зм}$ – норма виробітку агрегату, га/зм.

m – кількість механізаторів і інших робітників, що обслуговують агрегат, люд.

$$Z_{n.za} = \frac{1}{37,8} = 0,03 \text{ люд} \cdot \text{год} / \text{га}.$$

Визначаємо потребу в пальному по формулі:

$$M_{\Gamma} = \Gamma \cdot U, \text{ кг.} \quad (1.2)$$

де

Γ – витрата пального на даній операції, кг/га;

U – фізичний обсяг роботи, га; т...

$$M_{\Gamma} = 2,1 \cdot 120 = 252 \text{ кг}$$

Визначаємо потребу в агрегатах

Кількість агрегатів, яка необхідна для виконання операції визначаємо за формулою:

$$n_a = \frac{U}{W_{\Gamma 3} \cdot T_{p.d.} \cdot D_p} \quad (1.3)$$

де

U – обсяг робіт в одиницях виміру роботи;

$W_{\Gamma 3}$ – виробіток агрегату за одну годину змінного часу, га/год, т/год;

$T_{p.d.}$ – запланована тривалість роботи агрегату на протязі доби, год;

D_p – запланована тривалість виконання операції в робочих днях.

$$n_a = \frac{120}{5,4 \cdot 10 \cdot 5} = 1 \text{ агр.}$$

Для всіх інших операцій розрахунки проводимо аналогічно.

2 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ

2.1 Застосування добрив і оптимізація агрофону живлення

Сучасне застосування системи добрив засноване на врахуванні ґрунтово-кліматичних умов та біологічних потреб рослин. Зокрема, дослідження із застосування мінеральних добрив на кукурудзі охоплюють вплив їх на ріст та розвиток рослин, способи внесення добрив, дози та співвідношення поживних речовин та сортову реакцію.

Ефективність добрив визначається складним комплексом умов: кліматичними та погодними умовами, рівнем родючості ґрунту, біологічними особливостями сільськогосподарських культур, їх сортів чи гібридів, агротехнікою, способами, строками, кількістю та якістю внесених добрив. Останнє має вирішальне значення. Погодні умови впливають як на кількість доступних поживних речовин у ґрунті, так і безпосередньо на дію добрив на рослини.

Зменшення запасів продуктивної вологи в ґрунті за період вегетації зернових культур на 10 мм знижує ефективність добрив у середньому на 0,01–0,02 т/га.

Кукурудза вимагає підвищеного мінерального живлення, що пов'язано передусім із довгим вегетаційним періодом та властивістю рослини засвоювати поживні речовини до самого завершення дозрівання зерна. На формування урожаю 5,0–6,0 т/га кукурудза виносить з ґрунту у середньому 130–150 кг азоту, 50–60 кг фосфору та 130 кг калію.

Дози мінеральних добрив розраховують балансовим методом під запланований урожай із урахуванням фактичної родючості ґрунту та встановлених нормативів споживання поживних речовин на формування 1 т зерна: азоту - 25 кг, фосфору - 12 кг, калію - 25 кг.

Кращий строк внесення мінеральних добрив - восени під основний обробіток ґрунту. У цей спосіб добрива більш рівномірно розповсюджуються по профілю орного шару ґрунту. Але перенесення частини добрив (25–33 %) з основного удобрення у припосівне і в підживлення не знижує продуктивності кукурудзи. Особливо це стосується зон достатнього зволоження, де осіннє внесення азотних добрив супроводжується вимиванням їх опадами в більш глибокі горизонти ґрунту.

Відмінність впливу мінеральних добрив і гною на запаси гумусу в ґрунті зумовлена переважно неоднаковою кількістю та якістю органічної речовини, що заорюється; при застосуванні мінеральних добрив це органічна речовина кореневих і пожнивних залишків, створюваних додатковим врожаєм, а у випадку застосування гною до них приєднується і органічна речовина самого гною. В порівнянні з ґрунтом неудобрених ділянок і гній, і мінеральні добрива, збагачують ґрунт поживними речовинами. Найбільш суттєве підвищення родючості чорнозему створюється при систематичному сумісному внесенню в сівозміні гною та мінеральних добрив. Покращення умов живлення рослин під впливом добрив сприяло збільшенню продуктивності сівозміни.

2.2 Обґрунтування вихідних даних до внесення добрив

Система добрив в господарстві – комплекс агротехнічних і організаційних заходів, пов'язаних із застосуванням добрив для підвищення врожайності вирощуваних культур і родючості ґрунтів. Вона включає такі ланки:

- накопичення, придбання, зберігання і облік добрив,
- раціональний розподіл добрив по місцях використання,
- підготування, транспортування і внесення добрив,
- контроль за дією добрив і розрахунок агрономічної та економічної ефективності.

Основні завдання системи внесення добрив такі:

- систематично одержувати планову врожайність при достатній якості продукції всіх сільськогосподарських культур, сівозміни в конкретних природнокліматичних зонах;
- визначити потребу в хімічних меліорантах, органічних, мінеральних та інших добрив на перспективу 10...15 років;
- продуктивно і ефективно використовувати засоби механізації з підготовки і внесенню добрив;
- систематично підвищувати ефективну родючість ґрунту;
- для збереження навколишнього середовища планувати оптимальні дози добрив, визначити кращі строки їх внесення;
- у конкретних умовах великі норми добрив необхідно вносити у кілька прийомів;
- покращити організацію і керування сільськогосподарським виробництвом.

Слід зазначити, що на вирощування 100 кг зерна необхідно приблизно 4кг азоту, 2,5кг фосфору, 5кг калію, 2кг кальцію. Тому коли в ґрунт не вносити добрива він втрачає родючість. Отже добрива необхідно вносити обґрунтовано, відповідно до агротехнічного аналізу ґрунтів і потреби в них культури , яка вирощується.

2.3 Обґрунтування технологічної системи операції

Вихідні дані:

Технологічний процес – Внесення мінеральних добрив

1. Пояснюємо призначення операції і коротко описуємо способи або технологію її виконання. Приводимо найменування ланок технічного комплексу, які використовуються [1,3,4].

1. Ланка навантаження добрив

2. Ланка перевезення добрив
3. Ланка розкидання добрив
4. Ланка заробляння добрив

2.Описуємо призначення кожної ланки технічного комплексу і порядок їх взаємодії.[1,3,4]

1. Ланка 1 ЮМЗ-6 + ПЭ-0,8 – навантажує мінеральні добрива в ланку 2.
2. Ланка 2 ЮМЗ-6 + 2-ПТС-4 – перевозе мінеральні добрива для розкидання.
3. Ланка 3 ЮМЗ-6 + 1-РМГ-4 – розкидає мінеральні добрива на полі.
4. Ланка 4 Т-150К + ПЛН-5-35 та ДТ-75 + ПЛН-4-35 –заробляє мінеральні добрива в ґрунт, зразу після розкидання, тобто ланка 4 йде після ланки 3.

Приводимо склад кожної ланки технічного комплексу. [1,3,4]

Ланка 1 Трактор ЮМЗ-6 та навантажувач ПЭ-0,8

Ланка 2 Трактор ЮМЗ-6 та причіп 2-ПТС-4

Ланка 3 Трактор ЮМЗ-6 та розкидач 1-РМГ-4

Ланка 4 Трактор Т-150К та навантажувач плуг ПЛН-5-35, трактор ДТ-75 та навантажувач плуг ПЛН-4-35.

Складаємо структурну схему технічного комплексу.

Технічний комплекс машин для виконання технологічної операції, є набір ланок, які мають змогу виконувати її при послідовному, паралельному, або послідовно-паралельному з'єднанні. Кожна ланка виконує визначену долю технологічного процесу, в складі якої є набір спеціальних машин, які також можуть бути зібрані у послідовні, паралельні, або паралельно-послідовні схеми.

2.4 Вибір і обґрунтування складу і режимів роботи агрегату

Виконуємо вибір раціонального складу МТА за результатами багатокритеріального аналізу методом Парето і методом відстані до цілі.

Задача вибору раціонального складу МТА є багатоваріантною. Із числа можливих варіантів складу МТА потрібно сформувати вихідну множину альтернативних варіантів, які, в свою чергу, оцінюються відповідною множиною критеріїв. При обґрунтуванні множини критеріїв важливо уникати наявності в одному наборі величин із тісними функціональними чи кореляційними зв'язками, тобто – взаємозалежних критеріїв. Багатокритеріальну оцінку варіантів доцільно здійснювати по методу Парето. Суть методу полягає у виявленні варіантів, які домінують над іншими за прийнятими критеріями.

Вибираємо кращий агрегат із запропонованих.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики агрегатів

Агрегат	Потужність двигуна, кВт	Маса технічного засобу, кг		Продуктивність за годину основного часу, га / год.	Питомі витрати палива, гр/кВт год.
		Трактор	СГМ		
1. МТЗ–80 + РМГ–Б	58,9	3150	1430	8–14	252
2. Т–150К + МУ–8Б	121,3	7600	3200	6–25	252
3. МТЗ–80 + СТ – 1,0	58,9	3150	2500	13,1–19	252

Для порівняння параметрів приведених агрегатів розраховуємо значення критеріїв:

Продуктивність технічного засобу, га / год:

$$W_{\text{с.з.м}} = W_0 \cdot \tau_{\text{з.м}} \quad (2.1)$$

де W_0 – продуктивність за годину основного часу, га/год.

$\tau_{зм}$ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau_{зм} = 0,48$.

$$1. \quad W_{\text{з.з.м}} = 14 \cdot 0,48 = 6,72 \text{ га/год}$$

$$2. \quad W_{\text{з.з.м}} = 25 \cdot 0,48 = 12 \text{ га/год}$$

$$3. \quad W_{\text{з.з.м}} = 19 \cdot 0,48 = 9,1 \text{ га/год}$$

Витрати палива на один гектар при номінальному завантаженні двигуна, кг/га:

$$g_{\text{за}} = \frac{10^{-3} N_{\text{ен}} \cdot g_{\text{ен}}}{W_{\text{з.з.м}}} \quad (2.2)$$

де $N_{\text{ен}}$ – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт.

$g_{\text{ен}}$ – питомі витрати палива двигуна, г/кВт год.

$$1. \quad g_{\text{за}} = \frac{10^{-3} \cdot 58,9 \cdot 252}{6,7} = 2,21 \text{ кг/га}$$

$$2. \quad g_{\text{за}} = \frac{10^{-3} \cdot 121,3 \cdot 252}{12} = 2,55 \text{ кг/га}$$

$$3. \quad g_{\text{за}} = \frac{10^{-3} \cdot 58,9 \cdot 252}{9,1} = 1,64 \text{ кг/га}$$

Затрати сукупної не поновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_{\text{нн}} = \alpha_n g_{\text{за}} + \sum_m \alpha_{\text{мі}} g_{\text{мі}} + \frac{\alpha_{\text{тр}} M_{\text{тр}} + \sum_n \alpha_{\text{пр}} M_{\text{пр}} + \sum_k \alpha_p M_p + \sum_j \alpha_i N_i}{W_{\text{з.з.м}}} \quad (2.3)$$

де α_n – енергетичні еквіваленти витраченого палива, МДж/кг; $\alpha_n = 52,8$

$g_{\text{га}}$ – витрати палива на одиницю роботи, кг/га

$\alpha_{\text{мі}}$ – енергетичні еквіваленти технологічних матеріалів, МДж/одиницю виміру;

$$\alpha_{\text{мі}} = 51,5$$

$g_{\text{мі}}$ – витрати технологічних матеріалів, кг/одиницю роботи;

$\alpha_{\text{тр}}$, $\alpha_{\text{пр}}$, $\alpha_{\text{рм}}$ – енергетичні еквіваленти години роботи трактора, причепів,

робочих машин, МДж/кг · год;

$$\alpha_{\text{тр}} = 0,0243$$

$$\alpha_{\text{рм}} = 0,0710$$

$M_{\text{тр}}$, $M_{\text{пр}}$, $M_{\text{р}}$ – маса трактора, причепів, робочих машин, кг;

α_i – енергетичний еквівалент години праці персоналу, МДж/люд·год; $\alpha_i = 60,8$

N_i – кількість працюючих i -тої категорії, люд. . $N_i = 1$

$$E_{m_1} = 52,8 \cdot 2,21 + 51,5 \cdot 2000 + \frac{0,0243 \cdot 3150 + 0,0710 \cdot 1430 + 60,8 \cdot 1}{6,7} = 103152,2 \text{ МДж/га}$$

$$E_{m_2} = 52,8 \cdot 2,5 + 51,5 \cdot 2000 + \frac{0,0243 \cdot 7600 + 0,0710 \cdot 3200 + 60,8 \cdot 1}{12} = 103174,03 \text{ МДж/га}$$

$$E_{m_3} = 52,8 \cdot 1,64 + 51,5 \cdot 2000 + \frac{0,0243 \cdot 3150 + 0,0710 \cdot 2500 + 60,8 \cdot 1}{9,1} = 103401,44 \text{ МДж/га}$$

Собівартість години роботи технічного засобу, грн./год:

$$C_{\text{ТЗ}} = A + K + Z_{\text{б}} + П + C_{\text{т}} + Z_{\text{п}} + B_{\text{п}} + B_{\text{м}} + B_{\text{то}}, \quad (2.4)$$

Де A – амортизаційні відрахування, грн./год;

K – витрати на погашення кредиту, грн./год;

$Z_{\text{б}}$ – витрати на зберігання технічних засобів, грн./год;

$П$ – податок на технічні енергетичні засоби, грн./год;

$C_{\text{т}}$ – страхові внески, грн./год;

$Z_{\text{п}}$ – витрати на оплату праці персоналу, грн./год;

$B_{\text{п}}$ – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год;

$B_{\text{м}}$ – вартість технологічних матеріалів, грн./год;

$B_{\text{то}}$ – вартість технічного обслуговування, грн./год.

Амортизаційні відрахування , грн./год

$$A = \frac{(U_{\text{н}} - U_{\text{к}})}{T_{\text{р}} \cdot T_{\text{з}}} \quad (2.5)$$

де Π_n – вартість нового технічного засобу, грн.

Π_k – вартість технічного засобу в кінці експлуатації, грн.

$$\Pi_k = \Pi_{mb} \cdot M_{tz} \quad (2.6)$$

де Π_{mb} – вартість металобрухту, грн/кг ($\Pi_{mb}=0,15\dots0,20$);

M_{tz} – маса технічного засобу, кг

$$\Pi_{k_{m1}} = 0,15 \cdot 3150 = 472,5 \text{ грн}$$

$$\Pi_{k_{m1}} = 0,15 \cdot 1430 = 214,5 \text{ грн}$$

$$\Pi_{k_{m2}} = 0,15 \cdot 7600 = 1140 \text{ грн}$$

$$\Pi_{k_{m2}} = 0,15 \cdot 3200 = 480 \text{ грн}$$

$$\Pi_{k_{m3}} = 0,15 \cdot 3150 = 472,5 \text{ грн}$$

$$\Pi_{k_{m3}} = 0,15 \cdot 2500 = 375 \text{ грн}$$

T_p – строк служби технічного засобу, роки; $T_p = 8$ років.

T_z – нормативне завантаження технічного засобу на протязі року, год.

$$T_z = 1600 \text{ год}$$

$$A_{T1} = \frac{67691 - 472,5}{8 \cdot 1600} = 5,2 \text{ грн/год}$$

$$A_{T2} = \frac{147422,47 - 1140}{8 \cdot 1600} = 11,43 \text{ грн/год}$$

$$A_{T3} = \frac{67691 - 472,5}{8 \cdot 1600} = 5,2 \text{ грн/год}$$

$$A_{m1} = \frac{17589 - 214,5}{8 \cdot 210} = 10,3 \text{ грн/год}$$

$$A_{m2} = \frac{34692,97 - 480}{8 \cdot 210} = 20,4 \text{ грн/год}$$

$$A_{m3} = \frac{29315 - 375}{8 \cdot 210} = 17,23 \text{ грн/год}$$

Витрати на погашення кредиту, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини)

$$K = \frac{(\Pi_n - \Pi_k)k}{2T_p \cdot T_z} \quad (2.7)$$

k – доля відрахувань на погашення кредиту ($k = 0,27 \dots 0,30$)

$$K_{m1} = \frac{(67697 + 472,5) \cdot 0,3}{2 \cdot 8 \cdot 1600} = 0,8$$

$$K_{m2} = \frac{(147422,5 + 1140) \cdot 0,3}{2 \cdot 8 \cdot 1600} = 1,74$$

$$K_{m3} = \frac{(67697 + 472,5) \cdot 0,3}{2 \cdot 8 \cdot 1600} = 0,8$$

$$K_{M1} = \frac{(17589 + 214,5) \cdot 0,3}{2 \cdot 8 \cdot 210} = 1,59$$

$$K_{M2} = \frac{(34692,97 + 480) \cdot 0,3}{2 \cdot 8 \cdot 210} = 3,14$$

$$K_{M3} = \frac{(29315 + 375) \cdot 0,3}{2 \cdot 8 \cdot 210} = 2,65$$

Витрати на зберігання технічних засобів, грн./год. (визначаються окремо для трактора і робочої машини)

$$Z_{\phi} = \frac{(C_n - C_k) a}{T_p \cdot T_z} \quad (2.8)$$

де a – доля вартості технічних засобів, яка витрачається на організацію зберігання ($a = 0,01$).

$$Z_{\phi_{T1}} = \frac{67691 \cdot 0,01}{8 \cdot 1600} = 0,053 \text{ грн./год}$$

$$Z_{\phi_{T2}} = \frac{147422,5 \cdot 0,01}{8 \cdot 1600} = 0,115 \text{ грн./год}$$

$$Z_{\phi_{T3}} = \frac{67691 \cdot 0,01}{8 \cdot 1600} = 0,053 \text{ грн./год}$$

$$Z_{\phi_{M1}} = \frac{17589 \cdot 0,01}{8 \cdot 210} = 0,1 \text{ грн./год}$$

$$Z_{\phi_{M2}} = \frac{34692,97 \cdot 0,01}{8 \cdot 210} = 0,21 \text{ грн./год}$$

$$Z_{\phi_{M3}} = \frac{29315 \cdot 0,01}{8 \cdot 210} = 0,17 \text{ грн./год}$$

Податок на технічні засоби, грн./год.:

$$П = \frac{П_p}{T_3} \quad (2.9)$$

де $П_p$ – річний податок, грн.

(трактори Т-150 - 200 грн.; МТЗ – 120 грн.; ДТ-75 – 158 грн.)

$$П_1 = \frac{120}{1600} = 0,075 \text{ грн/год}$$

$$П_2 = \frac{200}{1600} = 0,125 \text{ грн/год}$$

$$П_3 = \frac{120}{1600} = 0,075 \text{ грн/год}$$

Витрати на оплату праці персоналу, грн./год.:

$$З_n = \sum_i^N C_{zi} \quad (2.10)$$

де $C_{гi}$ – годинна тарифна ставка механізаторів і обслуговуючого персоналу

($C_{г}=0,8...1,0$ грн/год).

$$З_{п} = 1 \text{ грн/год}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год.:

$$В_{п} = (1,1...1,15) Ц_{п} \cdot g_{га} \cdot \gamma_{п} \cdot W_{г.зм}, \quad (2.11)$$

Де $Ц_{п}$ – ціна палива, грн./л ($Ц_{п}=18$);

$\gamma_{п}$ – питомий об'єм палива, л/кг (для дизельного - $\gamma_{п}=1,2$)

$$B_{n1} = 1,15 \cdot 18 \cdot 2,21 \cdot 1,2 \cdot 6,72 = 369 \text{ грн/год}$$

$$B_{n2} = 1,15 \cdot 18 \cdot 2,55 \cdot 1,2 \cdot 12 = 760,1 \text{ грн/год}$$

$$B_{n3} = 1,15 \cdot 18 \cdot 1,64 \cdot 1,2 \cdot 9,1 = 370 \text{ грн/год}$$

Вартість технічного обслуговування, грн./год.

(визначається окремо для трактора і робочої машини)

$$В_{ТО} = \frac{Ц_{н} \cdot \alpha_{ТО}}{T_p \cdot T_3} \quad (2.12)$$

де $\alpha_{ТО}$ – норма річних відрахувань на технічне обслуговування в долях

одиниці. $\alpha_{\text{ТО}} = 6\%$ (Т-150)

$$B_{\text{ТО1}} = \frac{67691 \cdot 0,08}{8 \cdot 1600} = 0,42 \text{ грн/год}$$

$$B_{\text{ТО2}} = \frac{147422,5 \cdot 0,06}{8 \cdot 1600} = 0,7 \text{ грн/год}$$

$$B_{\text{ТО3}} = \frac{67691 \cdot 0,08}{8 \cdot 1600} = 0,42 \text{ грн/год}$$

$$B_{\text{ТО1}} = \frac{17589 \cdot 0,128}{8 \cdot 210} = 1,34 \text{ грн/год}$$

$$B_{\text{ТО2}} = \frac{34693 \cdot 0,12}{8 \cdot 210} = 2,48 \text{ грн/год}$$

$$B_{\text{ТО3}} = \frac{29315 \cdot 0,128}{8 \cdot 210} = 2,1 \text{ грн/год}$$

Числові значення, які одержані при розрахунку формул (5...12) підставити в залежність (4) і визначити собівартість години роботи технічного засобу.

$$C_{\text{ТЗ1}} = 5,2 + 10,3 + 0,8 + 1,59 + 0,153 + 0,075 + 1 + 36,9 + 0,42 + 1,34 = 57,8$$

$$C_{\text{ТЗ}} = 11,43 + 20,4 + 1,74 + 3,14 + 0,115 + 0,21 + 0,125 + 1 + 76,01 + 0,7 + 2,48 = 117,35$$

$$C_{\text{ТЗ}} = 5,2 + 17,23 + 0,8 + 2,65 + 0,053 + 0,17 + 0,075 + 1 + 37 + 0,42 + 2,1 = 66,7$$

Для вияву домінуючого варіанту необхідно порівняти чисельні значення розрахованих критеріїв. Кращий варіант складу МТА повинен мати найкращі (для нашого випадку - найменші) значення критеріїв.

В останню колонку таблиці 2.3 заносимо значення площі багатокутників кожного варіанту, що відповідають значенням критеріїв.

$$P_j = \frac{1}{2} W_{\text{г.з.м}j} \cdot g_{\text{з.а}j} + \frac{1}{2} g_{\text{з.а}j} \cdot E_{nj} + \frac{1}{2} E_{nj} \cdot C_{\text{мз}j} + \frac{1}{2} C_{\text{мз}j} \cdot W_{\text{г.з.м}j} \quad (2.13)$$

$$\Pi_1 = \frac{1}{2} \cdot 6,72 \cdot 2,21 + \frac{1}{2} \cdot 2,21 \cdot 103152,2 + \frac{1}{2} \cdot 103152,2 \cdot 57,8 + \frac{1}{2} \cdot 57,8 \cdot 6,72 = 3095283,4$$

$$\Pi_2 = \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot 2,55 + \frac{1}{2} \cdot 2,55 \cdot 103174,03 + \frac{1}{2} \cdot 103174,03 \cdot 117,35 + \frac{1}{2} \cdot 117,35 \cdot 12 = 6186002,5$$

$$\Pi_3 = \frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 1,64 + \frac{1}{2} \cdot 1,64 \cdot 103401,4 + \frac{1}{2} \cdot 103401,4 \cdot 66,7 + \frac{1}{2} \cdot 66,7 \cdot 9,1 = 3533782,8$$

Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту по формулі 12.
В останню колонку таблиці 3 заносимо узагальнений критерій відстані до цілі
(μ), який розраховується для кожного j-го варіанту

$$\mu_j = \frac{\Pi_j}{\Pi_o} \quad (2.14)$$

Порівнюючи значення μ_j різних варіантів технічних засобів з ідеальним значенням μ_o знаходимо остаточно кращий варіант, який має найменшу відстань до цілі.

Організація внесення добрив кузовними розкидачами

Вихідні дані:

1. Технологічна схема внесення – прямоточна

2. Конфігурація і розміри поля

Площа $F = 120$ га; довжина $L = 1300$ м; ширина $C = 923$ м

3. Кут ухилу місцевості α , 2 град

4. Норма внесення добрив H_d , 3 т/га

6. Відстань перевезення добрив: $S_{пер}$, 3 км

1. Агротехнічні вимоги :

Використання мінеральних добрив важливе засіб підвищення врожайності с/г культур .

Технологічний процес поверхневого внесення мінеральних добрив з складів (вагонів) в транспортні засоби, перевезення їх до місця розкидання та внесення добрив в ґрунт.

Основний спосіб внесення добрив по поверхні поля та заробка його в ґрунт до посіву.

Огріхи між суміжними проходами не допускаються.

Обґрунтовуємо оптимальний склад агрегату і режим його роботи для прямооточного внесення мінеральних добрив.

Вибираємо по технічним характеристикам [2, 3] марку трактора і робочої машини.

Трактор МТЗ – 80, робоча машина 1 – РМГ – 4Б

Обґрунтування робочої швидкості виконуємо в такій послідовності:

– Встановлюємо інтервал агротехнічно-допустимих робочих швидкостей, в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію [3, табл. 2.14]; $V_{lim} = 5-10 \text{ км/год}$

– Із тягової характеристики трактора [3, табл. 2.11], в режимі експлуатації $N_t = N_{t.max}$, з урахуванням агрофону вибираємо всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агротехнічно-допустимих швидкостей.

Таблиця 2.4 – Тягові параметри трактора

передача параметри	4	5	6	8p	
V_p , км/год	7,05	8,75	10,6	11,6	
$P_{т.н}$, кН	14,7	13,3	11,0	9,9	
$N_{т.max}$, кВт	28,8	32,0	32,3	31,9	

– З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ($N_{т.max}$). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля ($P_{т.н}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку.

$$V_p = 11,6 \text{ км/год} \quad P_{т.н} = 9,9 \text{ кН}$$

Розрахувати сумарний (приведений) тяговий опір тягово-привідного

агрегату, кН:

$$R_{T-np} = R_m + P_{np} \quad (2.15)$$

де R_m - тяговий опір робочої машини, величина якого залежить як від конструкції робочих органів, так і від особливостей конструкції самої машини, кН:

$$R_m = (G_m + Q_v)(f_m \pm \sin \alpha) \quad (2.16)$$

де G_m - вага розкидача, кН [3, табл. 4.6]; $G_m = 15,6$ кН
 f_m - коефіцієнт опору кочення розкидача [3, табл. 4.3]; $f_m = 0,07$
 Q_v - вага вантажу, кН;

$$Q_v = V_k \cdot \gamma_{gr} \cdot g \cdot \alpha_{np} \quad (2.17)$$

де V_k - ємкість кузова, м³ [3, табл. 4.6]; $V_k = 3,5$ м³
 γ_{gr} - об'ємна маса добрив, т/м³ [3, табл. 4.20]; $\gamma_{gr} = 0,94$
 g - прискорення сили земного тяжіння ($g = 9,8$ м/с²);
 α_{np} - коефіцієнт використання об'єму кузова ($\alpha_{np} = 1$ - для причепів з основними бортами; $\alpha_{np} = 0,8$ - для причепів з надставними бортами).

$$Q_v = 3,5 \cdot 0,94 \cdot 9,81 \cdot 1 = 32,3 \text{ кН}$$

$$\text{Підйом } R_m = (15,6 + 32,3) \cdot (0,07 + \sin 2^\circ) = 5,02 \text{ кН}$$

$$\text{Спуск } R_m = (15,6 + 32,3) \cdot (0,07 - \sin 2^\circ) = 1,68 \text{ кН}$$

Додаткове зусилля (P_{np}), яке виникає в результаті передачі потужності на привід робочих органів від ВВП трактора, кН:

$$P_{np} = \frac{3,6 N_{ВВП} \eta_{TP}}{V_p \eta_{ВВП}} \quad (2.18)$$

де $N_{ВВП}$ - потужність, яка передається на привід робочих органів від ВВП трактора, кВт [3, табл. 4.8]; $N_{ВВП} = 7$ кВт
 $\eta_{ВВП}$ - ККД приводу ВВП ($\eta_{ВВП} = 0,94 \dots 0,96$) [3];

$\eta_{\text{тр}}$ - ККД трансмісії трактора (колісний - $\eta_{\text{тр}} = 0,9$; гусеничний - $\eta_{\text{тр}} = 0,86$) [3]

$$P_{np} = \frac{3,6 \cdot 7 \cdot 0,86}{10,6 \cdot 0,95} = 2,15 \text{ кН}$$

Підйом $R_{T-np} = 5,02 + 2,15 = 7,17 \text{ кН}$

Спуск $R_{T-np} = 1,68 + 2,15 = 3,83 \text{ кН}$

Оцінка правильності вибору робочої швидкості агрегату виконуємо при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля трактора.

$$\xi_p = \frac{R_{T-np}}{P_{Tn} \pm G_{mp} \sin \alpha}, \quad (2.19)$$

(знак “—” в формулі використовується для випадку руху на підйом).

$$\text{Підйом } \xi_p = \frac{7,17}{9,9 - 31,5 \cdot \sin 2^\circ} = 0,81$$

$$\text{Спуск } \xi_p = \frac{3,83}{7,4 + 31,5 \cdot \sin 2^\circ} = 0,45$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля може мати значення 0,8...0,96. В тому випадку, коли значення коефіцієнта (ξ_p) перевищують допустимі, то розрахунки виконують знову на нижчій робочій передачі руху трактора.

Прийнята швидкість повинна з находитись в діапазоні агротехнічно-допустимих швидкостей. [3, табл. 2.14] $V_p = 5-10 \text{ км/год}$

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі трактора МТЗ-80 , робочої машини 1-РМГ-4Б , який виконує технологічну операцію на 8р передачі, $V_p = 11,6 \text{ км/год}$ (рух на підйом) і на 7 передачі, $V_p = 13,5$ (рух на спуск).

Виконуємо розрахунки, пов'язані із підготовкою поля.

Приводимо схему поля, розбити її на загони, позначаємо поворотні смуги, транспортні магістралі під'їзду (від'їзду) агрегатів та показуємо прийнятий

спосіб їх руху. [4, с. 108...155]

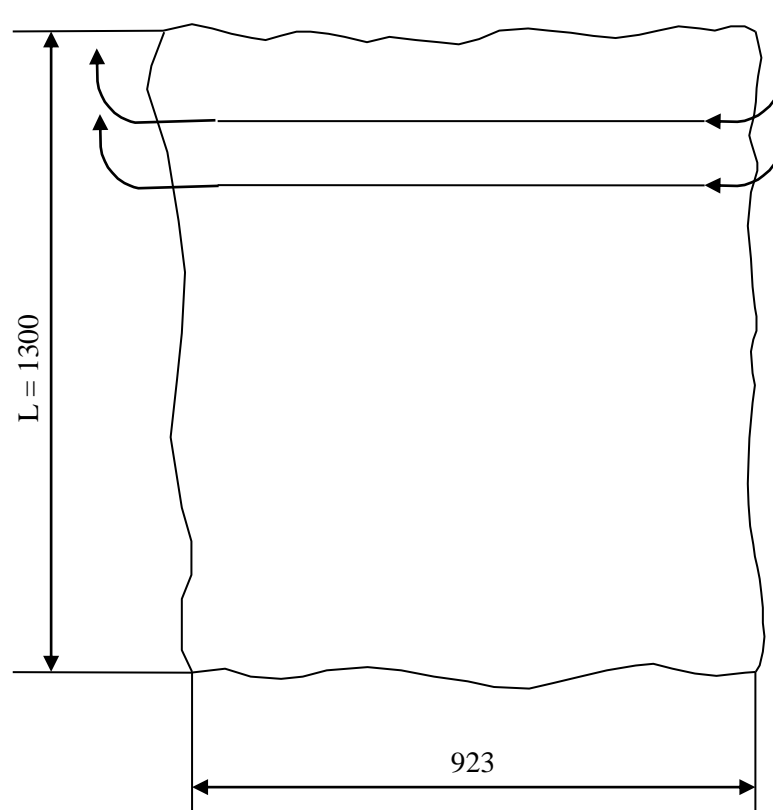


Рисунок 3.2 – Розмір поля і схема руху розкидача

Виконуємо розрахунки по визначенню параметрів технологічного циклу внесення мінеральних добрив.

При прямоочній схемі виконання роботи по внесенню добрив тривалість циклу роботи розкидача (t_u) визначаємо по формулі:

$$t_u = t_{зав} + 2t_{пер} + t_p + t_{нов} \quad (2.19)$$

де $t_{зав}$ — час на завантаження розкидача, год ($t_{зав} = 0,1$ год);

$t_{пер}$ — час на переїзди, як завантаженого розкидача від складу до поля, так і розвантаженого — в зворотному напрямку, год.

$$t_{пер} = \frac{S_{пер}}{V_{р.пр}} + \frac{S_{пер}}{V_{х.пр}} \quad (2.20)$$

де $V_{p.np}$ і $V_{x.np}$ – швидкість руху розкидача з вантажем і без нього, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{p.np}=8...10$ км/год, $V_{x.np}= 15...20$ км/год);

$$t_{nep} = \frac{3}{10} + \frac{3}{20} = 0,45 год$$

t_p - тривалість чистої роботи агрегату за цикл, год:

$$t_p = \frac{M_D}{0,1 B_p V_p H_D} \quad (2.21)$$

M_D — маса добрив, що міститься в кузові машини, т.

$$M_D = Q_s \cdot \frac{1}{g} \quad (2.22)$$

$$M_D = 32,3 \cdot \frac{1}{9,8} = 3,3 т$$

$$t_p = \frac{3,3}{0,1 \cdot 12 \cdot 11,6 \cdot 3} = 0,08 год$$

$t_{пов}$ — час на повороти на протязі одного циклу, год.

$$t_{пов} = \frac{l_n \cdot n_{np}}{V_n \cdot 10^3} \quad (2.23)$$

де V_n – швидкість на повороті, км/год ; $V_n = 5$ км/год

l_n – довжина петлі повороту, м;

$$l_n = \gamma_n \cdot R_n \quad (2.24)$$

де γ_n – коефіцієнт пропорційності [3, рис.5.2, табл.5.6] $\gamma_n = 1,7$

R_n - радіус повороту, м; $R_n \approx B_p$

B_p – ширина внесення добрив, м [3, табл. 4.6] $B_p = 12$ м

$R_n = 12$ м

$$l_n = 1,7 \cdot 12 = 20,4 м$$

де n_{np} - кількість проходів агрегату від заправки до заправки

$$n_{np} = \frac{l_p}{L} \quad (2.25)$$

де L – середнє значення довжини гону, м;

l_p – довжина шляху розкидача від заправки до заправки, м

$$l_p = \frac{M_{\text{д}} \cdot 10^4}{B_p \cdot H_{\text{д}}} \quad (2.26)$$

$$l_p = \frac{3,3 \cdot 10^4}{12 \cdot 3} = 917 \text{ м}$$

$$n_{np} = \frac{917}{923} \approx 1$$

$$t_{нов} = \frac{20,4 \cdot 1}{5 \cdot 10^3} = 0,0041 \text{ год}$$

$$t_{\text{ц}} = 0,1 + 2 \cdot 0,45 + 0,08 + 0,0041 = 1,0841 \text{ год}$$

Кількість циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - (T_{\text{обсц}} + T_{\text{пз}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{вон}})}{t_{\text{ц}}} \quad (2.27)$$

Виконати розрахунки режиму роботи агрегату із визначенням складових елементів часу зміни.

$$T_{\text{зм}} = T_p + T_{\text{нов}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пз}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{вон}} \quad (2.28)$$

де $T_{\text{зм}}$ — тривалість зміни ($T_{\text{зм}} = 7$), год;

T_p - тривалість чистої (корисної) роботи за зміну, год;

$T_{\text{нов}}$ - час на холості повороти агрегату протягом зміни, год

$T_{\text{вон}}$ — час на відпочинок та особисті потреби ($T_{\text{вон}} = 0,048 T_{\text{зм}}$), год;

$T_{\text{пз}}$ — підготовчо-заклучний час ($T_{\text{пз}} = 0,08 T_{\text{зм}}$), год;

$T_{\text{пер}}$ – час на переїзди з ділянки на ділянку протягом зміни ($T_{\text{пер}} = 0,02 T_{\text{зм}}$), год;

$T_{\text{обс}}$ — час на організаційно-технологічне обслуговування (технологічне регулювання в процесі роботи, усунення несправностей, підтягування

кріплення, очищення робочих органів, перевірку якості роботи і т.ін.),
год;

$T_{обс} = 0,75$ год.

$$n_u = \frac{7 - (0,08 \cdot 7 + 0,02 \cdot 7 + 0,048 \cdot 7 + 0,75)}{1,08} = 4,8$$

Час на холості повороти агрегату протягом зміни, год:

$$T_{ноб} = t_{ноб} \cdot n_u \quad (2.29)$$

$$T_{ноб} = 0,04 \cdot 4,8 = 0,192 \text{ год}$$

T_p – тривалість чистої (корисної) роботи за зміну, год;

$$T_p = t_p \cdot n_u \quad (2.30)$$

$$T_p = 0,08 \cdot 4,8 = 0,384 \text{ год}$$

Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (2.31)$$

$$\tau = \frac{0,384}{7} = 0,05$$

Розрахувати продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

$$W_{зз} = 0,1 B_p V_p \tau, \quad (2.32)$$

$$W_{зз} = 0,1 \cdot 12 \cdot 11,6 \cdot 0,05 = 0,72 \text{ га / год}$$

Визначити виробіток агрегату за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{зз} \cdot T_{зм}, \quad (2.33)$$

$$W_{зм} = 0,7 \cdot 7 = 4,9 \text{ га / зм}$$

Виконати розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат.

Розрахувати витрати пального на одиницю виробітку тягово-привідного агрегату, кг/га:

$$g_{za} = \frac{G_{np} T_p + G_{nx} T_{nov} + G_{zyn} T_{zyn}}{T_{zm} W_{z3}}, \quad (2.34)$$

де G_{np} , G_{nx} , G_{zyn} — витрати палива відповідно при робочому ході, на поворотах, зупинках, кг/год [3, табл. 6.1];

$$G_{np} = 15 \text{ кг/год} \quad G_{nx} = 7 \text{ кг/год} \quad G_{zyn} = 1,4 \text{ кг/год}$$

T_{zyn} — час, затрачений на зупинки, год.

$$T_{zyn} = T_{обс} = 0,75 \text{ год}$$

$$g_{za} = \frac{15 \cdot 0,384 + 7 \cdot 0,192 + 1,4 \cdot 0,75}{7 \cdot 0,7} = 1,7 \text{ кг/га}$$

Розрахувати витрати праці на одиницю виконаної роботи, люд·год/га:

$$z_{n.za} = \frac{m}{W_{z3}}, \quad (2.35)$$

де m — кількість працівників, що обслуговують агрегат; $m = 1$

$$z_{n.za} = \frac{1}{0,7} = 1,4$$

4.1 Розрахувати прямі витрати енергії палива, Дж/га

$$A_n = H_n g_{za} \quad (2.36)$$

де H_n — питома теплота згорання палива, Дж/кг: (дизельне паливо — $4,166 \cdot 10^7$; бензин — $4,38 \cdot 10^7$).

$$A_n = 4,166 \cdot 10^7 \cdot 1,7 = 7,1 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

Для забезпечення системної цілісності комплексу машин для внесення добрив і максимального завантаження всіх його ланок необхідно виконати умову поточності технологічного процесу:

$$W_{zp} n_p H_D = W_{zn} n_n = W_{z3n} n_{3n} \quad (2.38)$$

де W_{zp}, W_{zn}, W_{z3n} — продуктивність агрегатів, відповідно, для внесення добрив, навантаження і заробки у ґрунт;

n_p, n_n, n_{3n} — відповідно, кількість агрегатів для внесення добрив, навантаження і заробки у ґрунт.

Кількість агрегатів для внесення добрив в задані строки.

$$n_p = \frac{F}{W_{zp} T_{zm} K_{zm} D_p} \quad (2.39)$$

де F — площа ділянки, на яку вносяться добрива, га;

K_{zm} — коефіцієнт змінності;

D_p — кількість робочих днів.

$$n_p = \frac{120}{0,7 \cdot 7 \cdot 0,9 \cdot 5} = 5,4 \approx 6 шт$$

Продуктивність навантажувача, т/год:

$$W_{z.n} = W_{он} \cdot \tau_{zm} \quad (2.40)$$

де $W_{он}$ — продуктивність за годину основного часу, т/год [2]; $W_{он} = 22$

τ_{zm} — коефіцієнт використання часу зміни [3 табл. 5.2].

$$\tau_{zm} = 0,5$$

$$W_{z.n} = 22 \cdot 0,5 = 11$$

Кількість навантажувачів:

$$n_n = \frac{W_{zp} \cdot n_p \cdot H_D}{W_{zn}} \quad (2.41)$$

$$n_n = \frac{0,7 \cdot 6 \cdot 3}{11} = 1,1 \approx 1 шт$$

Кількість агрегатів для заробки добрив у ґрунт (n_{3n}).

$$n_{3n} = \frac{W_{zp} \cdot n_p}{W_{z3n}} \quad (2.42)$$

$$n_{3n} = \frac{0,7 \cdot 6}{0,8} = 6 шт$$

Висновки: Для виконання операції по внесенню добрив використовуємо агрегат в складі: трактора МТЗ-80 і розкидача 1-РМГ-4Б (6шт), один навантажувач МТЗ-80+ПС-0,8, 6шт агрегатів для заробки добрив в ґрунт.

2.4 Технологічна наладка агрегату до роботи

Підготовка агрегатів для розкидання добрив полягає в підготовці тракторів, попередньому регулюванню розкидачів, а також раціональному комплектуванню агрегатів.

Для агрегування трактора з причепом-розкидачем 1-РМГ-4Б колію трактора встановлюємо на 1800 мм, на мастильному баці встановлюють дренажний трубопровід.

Для зачеплення черв'яка з венцем тарілок зазор не повинен перевищувати 3-4 мм. Його регулюють, переміщенням скоби кріплення висівних тарілок.

Відрегулювати розкидач на потрібну норму розкидання мінеральних добрив, згідно з технологічною картою.

2.5 Організація роботи агрегатів на полі

Робота агрегатів на загінці виконується в послідовності з прийнятими способами руху.

Агрегат необхідно вести прямолінійно з перекриванням попереднього проходу і збереженням постійного інтервалу між суміжними проходами.

В процесі роботи з розкидачами 1-РМГ-4 необхідно зберігати середні оберти двигуна і максимальну швидкість на цих обертах. Транспортер вмикають в роботу тільки при русі агрегату вперед. В залежності від довжини гону і величини запасу робочого ходу агрегатів між заправками існує декілька варіантів роботи агрегатів: човниковим способом. Коли довжина гону невелика,

рух агрегатів виконується човниковим способом. Якщо довжина поля приблизно дорівнює запасу робочого ходу агрегату то заправлять агрегат можуть з двох сторін поля; або агрегат рухається човниковим способом, але доходить лише наполовину поля і вертається назад для заправки.

На полі яке має неправильну геометричну форму роботу виконують різними способами і видами руху в залежності від конкретних розмірів ділянок.

В цьому дипломному проекті приймаємо спосіб руху агрегату „з перекриванням”.

2.6 Безвідмовність та надійність технічного комплексу

Вихідні дані:

Технологічна операція, найменування ланок, склад ланок (з пункту 2.2)

Тривалість виконання технологічної операції $D_p = 2$ днів.

Коефіцієнт змінності $K_{зм} = 2$

Згідно із структурною схемою технічного комплексу складаємо таблицю, в якій приводимо марочний і кількісний склад машин, які входять в агрегати і ланки, (колонки 1, 2, 3), а також підготовляємо колонки для показників безвідмовності, які надалі будимо розраховувати.

Визначити показники безвідмовності всіх складових технічного комплексу (тракторів, зчіпок, робочих машин, агрегатів і ланок).

Інтенсивність відмов при роботі тракторів, зчіпок, робочих машин, самохідних агрегатів, год⁻¹

$$\lambda_m = \frac{I}{T_o} \quad (2.43)$$

Розраховані значення λ_m всіх складових технічного комплексу заносимо в

колонку 5 табл. 2.5.

Нормативний час тривалості виконання технологічної операції, год.

$$t_n = T_{zm} D_p K_{zm} \quad (2.44)$$

$$t_n = 7 \cdot 2 \cdot 28 \text{ год}$$

Імовірність безвідмовної роботи тракторів, зчіпок, робочих машин, самохідних агрегатів.

$$P_m = \text{Exp}(-\lambda_m \cdot t_n) \quad (2.45)$$

виконаємо заміну виразу $(-\lambda_m t_n)$ на $(-x)$ тоді залежність (2.3) матиме вид:

$$P_m = e^{-x} \quad (2.46)$$

Чисельні значення імовірності P_m визначаємо по таблиці 2 додатку і заносимо в колонку 6 табл.2.5

Імовірність безвідмовної роботи агрегатів

$$P_a = P_{mp} \cdot P_{zc} \cdot P_{m1} \dots P_{mi} \quad (2.47)$$

де $P_{mp}; P_{zc}; P_m$ – імовірність безвідмовної роботи трактора, зчіпки, робочої машини (із колонки 6 табл.2.5);

i – кількість різнотипних машин в агрегаті.

Розраховані значення імовірності P_a заносимо в колонку 7 табл.2.5.

Імовірність безвідмовної роботи ланки:

- ланка складається із агрегатів з однотипними машинами, які паралельно виконують технологічну операцію

$$P_l = P_a \quad (2.48)$$

- ланка складається із агрегатів з різнотипними машинами, які послідовно виконують технологічну операцію

$$P_{.li} = \prod_{i=1}^n P_{ai} \quad (2.49)$$

Результати розрахунків по залежностях заносимо в колонку 8 табл.2.5.

Визначити середній час безвідмовної роботи ланки, год

$$T_{.li} = \frac{t_n}{|\ln(P_{.li})|} \quad (2.50)$$

де $\ln(P_{.li})$ – логарифм $P_{.li}$ при основі e це показник степені x , тобто:

$$T_{.li} = \frac{t_n}{x} \quad (2.51)$$

Чисельні значення степені x визначаємо по таблиці 2 додатку

По розрахованій величині часу $T_{.li}$ можна зробити висновок про достатність середнього часу безвідмовної роботи ланки для виконання заданого обсягу роботи.

Коли $T_{.li} < t_n$, то ланка заданий обсяг роботи за $T_{.li}$ годин не виконає. В такому випадку необхідно проаналізувати розраховані значення імовірності безвідмовної роботи (колонка 6) всіх машин і виявити показники безвідмовності, які не задовольняють виконання технологічного процесу по агротехнічним строкам. Тоді необхідно підвищити імовірність безвідмовної роботи менш надійної складової ланки за рахунок введення в агрегат резервної машини.

Висновки: При $T_{.li} < t_n$, в нашому випадку, значить всі ланки виконують свій обсяг робіт в заданий строк і дублювати агрегат немає потреби.

Визначення показників надійності технічного комплексу

Вихідні дані:

Продуктивність W_a , - розрахункова продуктивність агрегату, який виконує основну технологічну операцію – внесення мінеральних добрив

Згідно із структурною схемою технічного комплексу складаємо таблицю, в якій приводимо марочний і кількісний склад агрегатів (колонки 1, 2, 3), а також підготовляємо колонки для показників надійності, які надалі будуть розраховуватися.

Визначити показники надійності всіх складових технічної комплексу (тракторів, зчіпок, робочих машин, агрегатів і ланок).

Коефіцієнт готовності тракторів, зчіпок, робочих машин, самохідних агрегатів.

$$K_{ГМ} = \frac{T_o}{T_o + T_г} \quad (2.52)$$

Розраховані значення $K_{ГМ}$ заносимо в колонку 8 табл.2.6.

Коефіцієнт готовності агрегатів

$$K_{Гai} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^N (\frac{1}{K_{Гmi}} - 1)}, \quad (2.53)$$

де N – кількість складових елементів агрегату (трактор, зчіпка, робочі машини, знаряддя і т. ін.).

формула (2.53) може мати вид:

$$K_{Гai} = \frac{1}{1 + (\frac{1}{K_{Гmp}} - 1) + (\frac{1}{K_{Гзч}} - 1) + (\frac{1}{K_{Гmi}} - 1) + \dots + (\frac{1}{K_{Гmi}} - 1)}, \quad (2.54)$$

Розраховані значення $K_{Га}$ заносимо в колонку 9 табл. 2.6.

Машини, які входять до складу агрегатів, можуть виходити із ладу в процесі виконання технологічної операції, що призводить до простоїв агрегатів і зниження їх продуктивності.

Фактична продуктивність агрегатів з урахуванням їх надійності:

$$W_{af} = K_{Га} W_a \quad (2.55)$$

Чисельні значення W_{af} заносимо в колонку 7 табл. 2.6.

Показники надійності ланки, яка складається із агрегатів для виконання основної технологічної операції, при умові, що всі агрегати однакові і працюють автономно, тобто включені в ланку паралельно.

В даному випадку коефіцієнт готовності ланки буде дорівнювати коефіцієнту готовності агрегату.

$$K_{Гл} = K_{Ga} \quad (2.56)$$

Виробіток основної ланки за нормативний час виконання технологічної операції без урахування надійності машин, ga

$$Q_{л} = t_{н} \cdot \sum_{i=1}^k W_{ai} \quad (2.57)$$

де $t_{н}$ – нормативний час технологічного процесу, год;

k – кількість агрегатів в ланці;

Фактичний виробіток основної ланки з урахуванням надійності машин, ga

$$Q_{лф} = t_{н} \cdot \sum_{i=1}^k W_{afi} \quad (2.58)$$

Коли фактичний виробіток ланки за нормативний час $Q_{лф}$ буде більший, або дорівнювати $Q_{л}$, то приймають, що кількість агрегатів в ланці і їх надійність достатні для своєчасного виконання запланованого обсягу роботи.

В тому випадку коли $Q_{лф} < Q_{л}$, то необхідно підвищити надійність або продуктивність ланки. Для цього необхідно:

- проаналізувати розраховані значення коефіцієнту готовності машин, які входять до складу агрегату (колонка 8) і виявити найменш надійну машину;
- для підвищення надійності ланки ввести в агрегат резервну машину (трактор, зчіпка, робоча машина);
- перерахувати показники надійності по формулах (2.52) і (2.53);

- розрахувати фактичну продуктивність агрегату по формулі (2.54);
- визначити фактичний виробіток основної ланки по формулі (2.57);
- порівняти фактичний виробіток із виробітком, який розраховано без урахування надійності машин (формула 2.56) і зробити висновок про надійність нової ланки.

Висновки: Так, як $Q_{лф} < Q_{л}$, то для надійності і виконання операції в задані строки треба мати резервну машину для основної ланки (1-РМГ-4), так як коефіцієнт готовності у цієї машини дуже низький $K_{гм} = 0,42$.

2.7 Показники і контроль якості операції

Якість внесення добрив визначають шляхом встановлення скриньок, лотків по ширині захвату агрегату після його проходу з ввімкнутими робочими органами. Добрива з кожного лотка зважуються, нерівномірність внесення: для мінеральних добрив не більше $\pm 15\%$. Перекриття суміжних проходів повинно бути таким, щоб не допустити місць незаповнених добривами.

При підживленні зернових колосових культур, що вирощують за інтенсивною технологією, доцільно використовувати розкидачі мінеральних добрив МВУ-0,5А та РУМ-5-03.

Розкидач МВУ-0,5А слід використовувати при ширині технологічної колії 1350 мм та ширині ходових доріжок 300 мм. При цьому на тракторі МТЗ-80 встановлюють задні колеса з вузькими шинами 9,42.

Для забезпечення потрібної ширини та рівномірності внесення добрив розкидач МВУ-0,5А обладнують обмежувальними щитками 1200 мм завдовжки які закріплюють позаду розкидача двома кутниками 2870 мм завдовжки до редукторів приводу розкидних дисків та трубою квадратного перерізу до кронштейна задньої опори розкидача. Розкидач добрив РУМ-5-03 для колії

1350мм потрібно переобладнати. На розкидачах установлюють вузькі шини і колію зменшують до 1350 мм.

Якщо технологічна колія становить 1800 мм, а ширина ходових доріжок 450 мм, то використовують розкидачі РУМ-5-03 із звичайними шинами та розкидач МВУ-0,5А.

Щоб збільшити робочу ширину захвату розкидача до 15...18 м та підвищити рівномірність внесення добрив, збільшують діаметр дисків до 700 мм (приварюють кільце до диска і відгинають його вгору, щоб нахил твірної кільця був $10...12^\circ$) і встановлюють під скатною дошкою ведучих зірочок конвеєра два короби, а позаду дисків— спеціальний відбивач.

Для високоякісного внесення мінеральних добрив роботу слід організувати тільки з перекриттям суміжних проходів. При цьому бажано використовувати слідопоказчик СВА-1, який має пінний маркер барботажного типу для утворення сліду під час руху агрегату та візирний пристрій для контролю відстані між суміжними проходами.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування вихідних даних до удосконалення конструкторської частини

Вирощування кукурудзи на силос по інтенсивній технології відрізняється значно більш вищим рівнем технологічного використання, виконання вимог та строків проведення операцій, комплексним підходом до забезпечення рослин необхідними умовами для нормального росту. Тому з кожним роком все більш високі вимоги пред'являють до виконання окремих операцій, а саме до такої операції як внесення мінеральних добрив.

В дипломному проекті розроблено пристосування для удосконалення зменшення навантаження на планчатий транспортер кузовного розкидача мінеральних добрив 1-РМГ-4. Без цього пристосування планчатий транспортер при повній загрузці розкидача дуже швидко виходить з строю.

Вважаю, що розроблене пристосування можна виготовити і застосувати в даному господарстві, що дасть можливість збільшити ресурс планчатого транспортера, а також розкидача в цілому.

3.2 Будова і робочий процес

Будова пристрою: похила дошка, два бокових кугники №5, підтримуючого кугника №5; стандартні деталі: болт М10х45 – 17шт, гайка М10 – 17шт, шайба 10х25х3 – 34шт, шайба гровер – 17шт, і деталі згвинчуються у відповідному порядку і цей вузол пригвинчується на висоті 150 мм від днища кузова розкидача, під кутом 45^0 і таких вузлів повинно бути 9 шт, які розміщаються поздовж усього кузова розкидача і між ними повинен бути зазор для проникнення добрив до пруткового транспортера (160мм).

Пристрій працює таким чином: похила дошка, тобто вузол в зборі приймає на себе вагу добрив і цим самим розгружує транспортер від навантаження, яке призводить до його швидкого виходу зі строю. Похила дошка знімає навантаження на транспортер майже 50%, що дає більший ресурс транспортеру.

3.3 Розрахунки розвантажувальної пластини на міцність

Вихідні дані:

Довжина пластини – $l = 1,23$ м

Товщина пластини – $b = 0,05$ м

Висота – $h = 0,2$ м

Навантаження $q = 130$ кг/м

Матеріал пластини – Ст – 3.

Навантаження q враховуємо в вертикальній площині вагу добрив по всій довжині пластини; в горизонтальній площині беремо переріз пластини з кутником і розраховуємо максимальне напруження згину пластини.

Визначимо максимальний згинальний момент за формулою:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{8};$$

$$M_{\max} = \frac{130 \cdot 1,23^2}{8} = 24 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

Розвантажувальна пластини розміщена під кутом 45° до горизонтальної поверхні.

Визначаємо напруження згину пластини:

$$\sigma_u = \frac{M_{xc} \cdot Y_A}{I_{xc}} + \frac{M_{yc} \cdot X_A}{I_{yc}} \leq [\sigma]$$

де

M_{xc} – згинальний момент по осі X,

M_{yc} – згинальний момент по осі Y,

Y_A – відстань до найбільш напруженої точки по осі Y,

X_A – відстань до найбільш напруженої точки по осі X,

I_{xc} – момент інерції по осі X,

I_{yc} – момент інерції по осі Y,

Визначаємо згинальний момент по осі X та Y у центрі пластини разом з кутником:

$$M_{\max} \cdot \sin \alpha = M_{xc} = M_{yc}$$

$$24 \cdot \sin 45^\circ = M_{xc} = M_{yc} = 20,4 \text{ кГ} \cdot \text{м}$$

Так як осі у кутника і пластини не співпадають, то знаходимо зміщення X_0 центра осі Y:

$$X_0 = \frac{X_{c1} \cdot F_1 + X_{c2} \cdot F_2}{F_1 + F_2} = \frac{X_{c2} \cdot F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(Z_0 + 0,25) \cdot F_2}{F_1 + F_2}$$

де

$$Z_0 = 1,42 \text{ см} [6]$$

$$F_2 - \text{площа профіля кутника, } F_2 = 4,30 \text{ см}^2 [6]$$

F_1 – площа профіля пластини,

$$F_1 = b \cdot h = 0,05 \cdot 0,2 = 0,01 \text{ м}^2 = 10 \text{ см}^2$$

$$X_0 = \frac{(1,42 + 0,25) \cdot 4,3}{10 + 4,3} = 0,5 \text{ см}$$

Знаходимо момент інерції по осі X:

$$I_{xc} = I_{x1} + I_{x2}$$

де

I_{x1} – момент інерції пластини,

$$I_{x1} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,5 \cdot 20^3}{12} = 333 \text{ см}^4$$

I_{x2} – момент інерції кутника, $I_{x2} = 11,2 \text{ см}^4$ [6]

$$I_{xc} = 333 + 11,2 = 344,5 \text{ см}^4$$

Визначаємо момент інерції по осі У:

$$I_{yc} = I_{y1} + I_{y2} + X_0^2 \cdot F_1 + F_2 \cdot (Z_0 + 0,25 - X_0)^2$$

де

I_{y1} – момент інерції пластини по осі У,

$$I_{y1} = \frac{b^3 \cdot h}{12} = \frac{20 \cdot 0,5^3}{12} = 0,21 \text{ см}^4$$

I_{y2} – момент інерції кутника по осі У, а так як кутник рівнобокий, то

$$I_{y1} = I_{y2} = 11,2 \text{ см}^4$$

$$I_{yc} = 0,21 + 11,2 + 0,5^2 \cdot 10 + 4,3 \cdot (1,42 + 0,25 - 0,5)^2 = 20 \text{ см}^4$$

Розраховуємо відстань до найбільш напруженої точки А в цій конструкції від її центру по осі Х,

$$X_A = v + b/2 - X_0$$

де

v – розмір однієї сторони кутника; $v = 50 \text{ мм} = 5 \text{ см}$ [6].

$$X_A = 5 + 0,25 - 0,5 = 4,75 \text{ см}$$

Розраховуємо відстань до найбільш напруженої точки А в цій конструкції від її центру по осі У,

$$Y_A = Z_0 = 1,42 \text{ см}$$

$$\sigma_u = \frac{20 \cdot 1,42 \cdot 10^2}{344,5} + \frac{20 \cdot 4,75 \cdot 10^2}{20} = 483,2 \text{ кг/см}^2 \leq [\sigma]$$

Допустиме напруження пластини $[\sigma] = 1600 \text{ кг/см}^2$.

Умова міцності $\sigma_{\max} \leq [\sigma]$ виконується, конструкція міцна.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

В даному розділі виконаємо порівняння двох технологій вирощування кукурудзи на силос проектуємої та існуючої технології;

Ступінь зниження витрат праці визначаємо за формулою

$$C_{\text{т}} = (Z_{\text{тіс}} - Z_{\text{тпр}}) / Z_{\text{тіс}} \cdot 100\%, \quad (5.1)$$

$$C_{\text{т}} = (14,2 - 8,49) / 14,2 \cdot 100\% = 40,2\%$$

Річну економію витрат праці визначаємо за формулою

$$\Delta T_{\text{г}} = (Z_{\text{тіс}} - Z_{\text{тпр}}) S_{\text{н}}, \quad (5.2)$$

де $S_{\text{н}}$ - площа під культурою по проектуємому варіанті, га;

$$\Delta T_{\text{г}} = (14,2 - 8,49) \cdot 457 = 2609 \text{ люд.год.}$$

Зростання норми виробітку праці визначаємо за формулою

$$N_{\text{тпр}} = Z_{\text{тіс}} / Z_{\text{тпр}}, \quad (5.3)$$

$$N_{\text{тпр}} = 14,2 / 8,49 = 1,67$$

Прямі експлуатаційні витрати для порівняння технологій (вихідної та інтенсивної) розраховуємо за формулою,

$$C_{\text{пп}} = Z_{\text{п}} + A_{\text{п}} + P_{\text{п}} + T_{\text{п}} + P_{\text{сп}} + Q_{\text{жп}} + M_{\text{п}}, \quad (5.4)$$

де $Z_{\text{п}}$ - заробітна плата робітників з нарахуванням, грн.;

$A_{\text{п}}$ - амортизаційні відрахування, грн.;

$P_{\text{п}}$ - витрати на ремонт та технічне обслуговування, грн.;

$T_{\text{п}}$ - витрати на енергоносії, грн.;

$P_{\text{сп}}$ - страхові витрати, грн.;

$Q_{\text{жп}}$ - витрати на забезпечення працездатності працюючих, зайнятих на вирощуванні кукурудзи на силос, грн.;

$M_{\text{п}}$ - витрати на основні та допоміжні матеріали, грн.

Заробітна плата працюючих, зайнятих на вирощуванні кукурудзи на силос, визначаємо за формулою

$$Зп = З + Нар \cdot З, \quad (5.5)$$

де З - заробітна плата відповідно до технологічної карти, грн.;

Нарахування на зарплату, $Нар = 0,375$;

$$Зп = 2515 + 0,375 \cdot 2515 = 3458 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування визначаються за формулою

$$Ап = S \cdot а, \quad (5.6)$$

а- амортизаційні відрахування на 1 га, $а = 83$ грн.

S – площа, га

$$Ап = 83 \cdot 457 / 100 = 37931 \text{ грн}$$

Визначаємо затрати праці

$$З_{тпр} = 3879 / 457 = 8,49 \text{ люд.год/га,}$$

$$З_{тіс} = 6489 / 457 = 14,2 \text{ люд.год/га,}$$

Підставимо в формулу для визначення прямих експлуатаційних витрат-значення складових, отримаємо

$$С_{пл} = 3458 + 37931 + 31076 + 190710 + 3708 + 8522 + 160864 = 436269 \text{ грн}$$

Накладні витрати визначаються за формулою

$$С_{н} = 0,1(Зп + Ам + Рп), \quad (5.7)$$

$$С_{н} = 0,1(3458 + 37951 + 31076) = 7246 \text{ грн.}$$

Собівартість основного виду продукції та економічне обґрунтування доцільності проекту.

Собівартість продукції визначається за формулою

$$C_{вп}=(C_{п}+C_{н})/Q, \quad (5.8)$$

де $C_{п}$ - прямі експлуатаційні витрати, грн.;

$C_{н}$ - накладні витрати, грн.;

Q - валове виробництво, т., $Q=9140$ т

Підставимо до формули значення складових отримуємо собівартість вирощування кукурудзи на силос

$$C_{вп}=436269+4033,370 \cdot 2=25,13 \text{ грн/т},$$

Річну економію при вирощуванні кукурудзи на силос за інтенсивною технологією порівнюючи з вихідним варіантом визначаємо за формулою:

$$\Delta T=(C_{впг}-C_{вп})Q+D\Delta T, \quad (5.9)$$

де $C_{впг}$ - собівартість 1т продукції при вирощуванні у вихідному варіанті, грн.;

$C_{вп}$ - собівартість 1т продукції при вирощуванні у проектному варіанті, грн.;

Q - валовий збір продукції, т; $Q=9140$ т;

$D\Delta T$ - річна економія від підвищення врожайності за рахунок поліпшення технології;

$$D\Delta T=DU \cdot S \cdot U_p, \quad (5.10)$$

де DU -приріст врожаю, $DU=12,2$;

S -площа, га;

U_p -вартість однієї тони., $U_p=48$ грн/т

$$D\Delta T=12,2 \cdot 457 \cdot 48=267619 \text{ грн}$$

$$\Delta T=(59,2-48) \cdot 9140+267619=369987 \text{ грн}$$

ВИСНОВОК

Працюючи над дипломним проектом за темою удосконалення технологічного процесу внесення мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на силос в заданих умовах, вдалося систематизувати, закріпити і розширити вміння самостійно вирішувати основні завдання по використанню машинно-тракторного парку.

Дипломний проект виконаний згідно завдання і конкретних умов даного господарства .

В розрахунково-пояснювальній частині дипломного проекту було підібрано необхідну технологію для розкидання мінеральних добрив, а також обґрунтовано вибір кращого агрегату - трактор МТЗ – 80 + робоча машина 1 – РМГ – 4Б. Виконано розрахунок агрегату по комплектуванню і необхідну кількість паливо-мастильних матеріалів.

В технологічній частині проекту складено технологічну і операційно-технологічну карту.

Отримані теоретичні знання пов`язав з практичною діяльністю, звернув увагу на використання техніки. На протязі роботи, закріпив знання отримані в інституті, навчився добре користуватися підручниками, методичними посібниками, вирішувати конкретні питання сільськогосподарського виробництва.

Розроблена технологія вирощування кукурудзи на силос, що забезпечує врожайність 20 т/га при витратах праці 8,46 люд. год/га за рахунок внесення 0,3 т/га мінеральних добрив та своєчасного і якісного виконання робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, П.А.Джолос та ін.: За ред. В.Ю.Ільченка і Ю.П.Нагірного. – К.: Урожай, 1996 р. – 384с.
2. Каталог-довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу (видання друге). – К.: Асоціація „Прома” – 2002.
3. Довідник з машиновикористання в землеробстві / за ред. В.І.Пастухова. – Харків: „Веста” – 2001, 347с.
4. Организация и технология механизированных работ. (2-е изд., перераб. и доп.) М., «Колос», 1976 – 416с.
5. Агрокваліметрія. За ред. Мазоренка Д.І., Ковтуна Ю.І. Автори: Ковтун Ю.І., Мазоренко Д.І., Пастухов В.І., Джолос П. А. -Харьков РВП "Оригінал", 312с
6. Справочник по сопротивлению материалов. С.П.Фесик. (2-е изд., перераб. и доп.). Киев «Будівельник» 1982.
7. Агеев Л.Е., Бахриев С.Х. Эксплуатация энергонасыщенных тракторов. - М.: Агропромиздат, 1991. -271 с.
8. Бондаренко Н.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. - К.: Вища школа, 1984. - 232 с.
9. Веденяпин Г.В., Киртбая Ю.К., Сергеев М.І. Эксплуатация машинно-тракторного парка. - М: Сельхозиздат, 1963. -431с