

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Обґрунтування складу машинного агрегату для передпосівного обробітку ґрунту для сої в умовах ТОВ «Альянс» Роменського району Сумської області»

Виконав:

(підпис)

Захаров В.В.

(Прізвище, ініціали)

Група:

_____ АІ 2202 – 2ст. _____

(Науковий) керівник:

(підпис)

Харченко Ф.М.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025

АНОТАЦІЯ

Захаров В.В.

Обґрунтування складу машинного агрегату для передпосівного обробітку ґрунту для сої в умовах ТОВ «Альянс» Роменського району Сумської області

ОПП Агроінженерія

Спеціальність 208 Агроінженерія

Сумський національний аграрний університет

М. Суми, 2025р.

Пояснювальна записка містить в собі 53 аркушів, 14 – таблиць, 22 – використаних джерел літератури, і 5 – графічних аркушів.

В кваліфікаційній роботі наведена характеристика господарства: ґрунтово-кліматичні умови, структура вирощувальних культур, використання техніки.

При вирощуванні сої по інтенсивній технології розроблений комплекс заходів по передпосівному обробітку ґрунту, визначений кількісний і якісний склад технічних засобів при вирощуванні культури.

Розрахований економічний аналіз ефективної технології.

Ключові слова: соя, машиновикористання, агрегат, умови праці, машинотракторний парк, використання техніки, технологія.

ANNOTATION

Zakharov V.V.

Justification of the composition of the machine unit for pre-sowing soil cultivation for soybeans in the conditions of LLC "Alliance" of the Romensky district of the Sumy region

EP Agroengineering

Specialty 208 Agroengineering

Sumy National Agrarian University

Sumy, 2025

The explanatory note contains 53 sheets, 14 - tables, 22 - used sources of literature, and 5 - graphic sheets.

The qualification work provides a characteristic of the farm: soil and climatic conditions, the structure of cultivated crops, the use of equipment.

When growing soybeans using intensive technology, a set of measures for pre-sowing soil cultivation has been developed, the quantitative and qualitative composition of technical means for growing the crop has been determined.

An economic analysis of effective technology has been calculated.

Keywords: soybeans, machine use, unit, working conditions, machine-tractor fleet, use of equipment, technology.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ | 7 |
| 1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА | 8 |
| 1.1 Розташування та напрямок | 8 |
| 1.2 Структура земельних площ | 9 |
| 1.3 Склад і використання МТП господарства | 11 |
| 2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ ГРУНТУ ПІД ПОСІВ СОЇ | 13 |
| 2.1 Біологічні особливості вирощування сої | 13 |
| 2.2 Обґрунтування технічних засобів для виконання технологічної операції "культивация" | 16 |
| 2.3 Організація виконання технологічного процесу "культивация" | 25 |
| 3 КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ | 36 |
| 3.1 Необхідність застосування пристрою | 36 |
| 3.2 Будова і робота пристрою | 36 |
| 3.3 Інженерні розрахунки | 37 |
| 4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ | 46 |
| ВИСНОВКИ | 49 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 50 |

ВСТУП

Сучасні методи вирощування сільськогосподарських культур ґрунтуються на інтенсивних технологіях виробництва рослинницької продукції. Вони включають комплекс заходів, що дозволяє повною мірою реалізувати генетичний потенціал сорту та отримати врожайність, вищу за рівень, обумовлений природними кліматичними умовами регіону. Основний принцип таких підходів – створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин на всіх стадіях їхнього життєвого циклу.

Ефективне впровадження будь-якої технології неможливе без відповідного технічного оснащення. Якщо відсутні необхідні технічні засоби, застосування технології стає неможливим. Тому головним завданням є забезпечення сучасних методів виробництва необхідним обладнанням.

Найвищі результати досягаються лише за умови використання оптимального комплексу механізованих засобів. Кожна операція в технологічному процесі повинна виконуватися з максимальною ефективністю, у встановлені строки, з мінімальними витратами ресурсів і людської праці. Це сприяє зниженню собівартості продукції та водночас покращує її якість.

У цій роботі розглянуто найбільш раціональний набір механізованих засобів і їхнє ефективне застосування в рамках інтенсивного вирощування сої.

1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Розташування та напрямок

Агрофірма ТОВ «Альянс» розпочала свою діяльність 18 вересня 2002 року в селі Липова Долина, що розташоване в Сумській області, на території колишнього Роменського району.

Компанія спеціалізується на вирощуванні та реалізації зернових і технічних культур. Оброблювані землі знаходяться в межах Сумщини. Наразі підприємство орендує понад 7 000 гектарів, що охоплюють території 11 селищних рад. Більшість земельних ділянок розташовані в межах населених пунктів, які раніше належали до Роменського району.

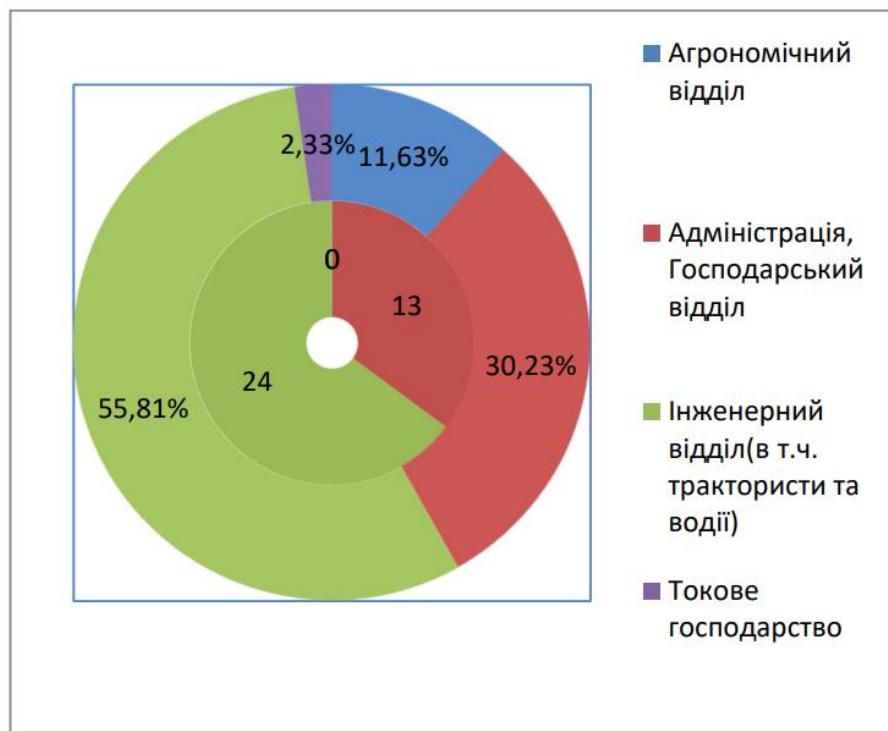


Рис.1 - Співвідношення кількості працівників по підрозділах

Організаційна структура підприємства являє собою розгалужену систему горизонтальних зв'язків, які перетинаються з вертикальними внаслідок взаємодії управлінців із керівниками функціональних відділів. Такий формат побудови зумовлений зростаючою мінливістю зовнішнього середовища.

Основні структурні ланки компанії включають такі відділи: агрономічний, інженерний, господарський та токовий. Всі вони підзвітні генеральному та фінансовому директорам підприємства.

Співвідношення чисельності працівників окремих підрозділів до загального штату компанії відображене на рисунку 1.

1.2 Структура земельних площ

Продукція, яку виготовляє компанія, орієнтована на експорт. Щороку понад 75 % товарів, що випускає підприємство, постачаються на міжнародні ринки. Основні сільськогосподарські культури, які вирощують на полях господарства, – це пшениця, соняшник, кукурудза та соя. Ключовим елементом інноваційного розвитку у сфері агровиробництва є впровадження перспективних сортів і гібридів зернових та олійних культур. Вибір нових різновидів здійснюється з урахуванням кліматичних та природних умов регіону. Саме грамотний підбір сортів у поєднанні з ефективною технологією відіграє вирішальну роль у підвищенні врожайності.

Компанія використовує передові технології, високоякісне насіння, засоби захисту рослин і добрива, що сприяє підвищенню врожайності та економічної ефективності вирощування як зернових, так і інших сільськогосподарських культур. Організація впроваджує енергоощадні методи обробітку, застосовуючи багатофункціональні широкозахватні агрегати та сучасні робочі елементи, що створюють оптимальні умови для розвитку рослин, скорочують витрати енергоресурсів і зменшують кількість операцій з підготовки ґрунту.

Ключовим вектором діяльності підприємства є впровадження інновацій. Основне завдання політики у цій сфері – створення сприятливих соціально-економічних, організаційних і правових умов для ефективного відновлення та нарощування родючості ґрунтів, а також забезпечення використання сучасних екологічних, безпечних, енерго- й ресурсозберігаючих технологій у процесі вирощування та реалізації нових видів конкурентоспроможної продукції.

Таблиця 1.1 - Структура посівних площ і врожайність основних с – г культур

| Культури | 2022 рік | | 2023 рік | | 2024 рік | |
|--------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
| | Площа, га | Урожайність, ц/га | Площа, га | Урожайність, ц/га | Площа, га | Урожайність, ц/га |
| пшениця озима | 688 | 63 | 460 | 66 | 480 | 58 |
| соя | 1750 | 22,3 | 1540,0 | 22,0 | 1899 | 21,4 |
| кукурудза на зерно | 1924 | 90,2 | 1745 | 95,4 | 1762 | 82,0 |
| соняшник | 2600 | 17,5 | 2882 | 17,2 | 2500 | 18,1 |

Рис. 2 - Показники врожайності за основними вирощуваними культурами

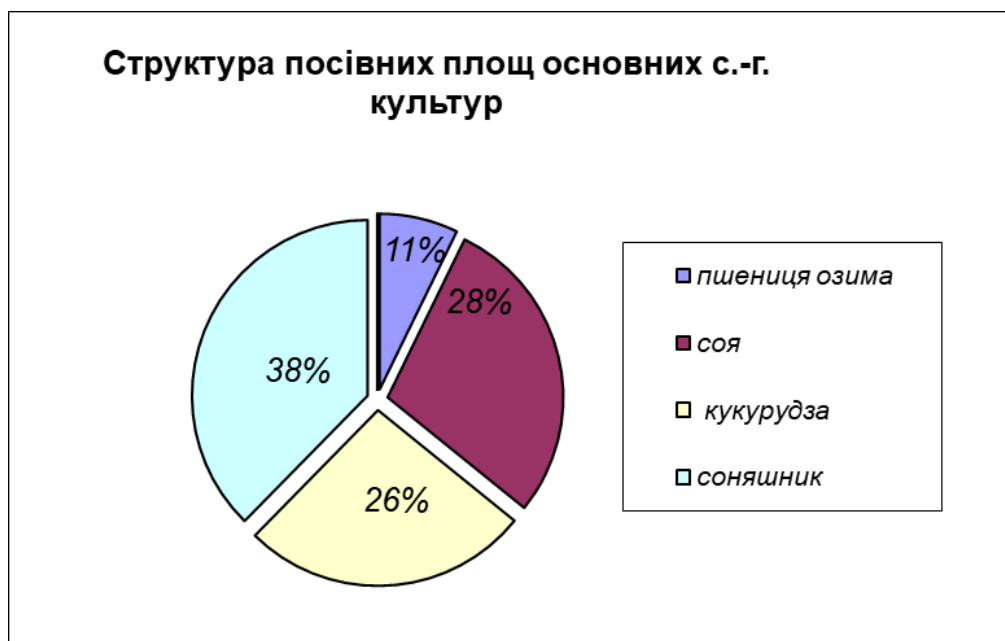
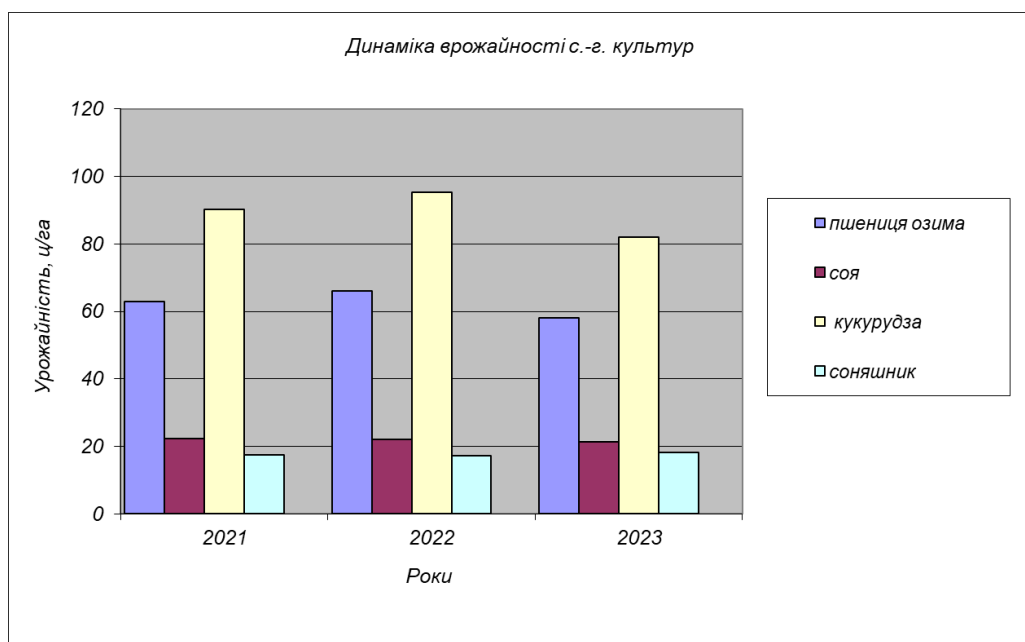


Рис.3 - Площі посівів під основними культурами

Співвідношення посівних площ між агрокультурами та показники по змінам врожайності за останні роки показано в таблицях 1.1. та 1.2.

Таблиця 1.2. - Структура земельних площ

| Найменування та вид використання землі | Площа, га |
|---|-----------|
| Загальна площа | 7188 |
| Сільськогосподарські угіддя, в тому числі | 7124 |
| Рілля | 7124 |
| Під забубовою | 65 |

1.3 Склад і використання МТП господарства

Компанія «Альянс» має у своєму розпорядженні достатню кількість мобільної техніки, необхідної для роботи. До її складу входять трактори, автомобілі та інші сільськогосподарські машини, перелік яких наведено в таблицях 1.3 і 1.4.

Таблиця 1.3 – Склад тракторного парку

| Марка тракторів | Кількість, шт. |
|-------------------|----------------|
| John Deere 8430 | 5 |
| John Deere 8320 | 2 |
| John Deere 8530 | 2 |
| New HollandT8.390 | 2 |
| MTЗ – 1221 | 3 |
| ХТЗ – 17221 | 2 |
| Всього | 16 |

ТОВ «Альянс» має у своєму розпорядженні широкий парк енергозасобів різних потужностей, що дає змогу якісно виконувати комплектацію необхідних машин в агрегати. Компанія володіє сучасною технікою та обладнанням у достатньому обсязі, що сприяє продуктивній роботі.

Таблиця 1.4 - Наявність комбайнів, сільськогосподарських машин

| Назва | Марка | Кількість |
|------------------------------|---------------------------|-----------|
| Зернозбиральні комбайни | John Deere 9770 | 5 |
| Кормозбиральні комбайни | John Deere 7250 | 2 |
| Плуги | Gregoire besson spr (6+1) | 3 |
| | LEMKEN Euro Opal-6 | 4 |
| | KUHN In-Line Ripper | 2 |
| Борони | Strawmaster SM - 7000 | 2 |
| | DXRW II 667 - 36 | 1 |
| | John Deere 637 | 2 |
| Культиватори | Case IH Ecolotiger | 2 |
| | Polaris 8 | 2 |
| | Allraunder 1290 | 1 |
| | Blue-Jet Land Runner | 3 |
| | John Deere 2310 | 2 |
| Розкидачі мінеральних добрив | RO-XL 3450 | 1 |
| | MBU-900 | 1 |
| | ПРТ – 10 | 1 |
| Підживлювачі – оприскувачі | John Deere R4030 | 2 |
| | Hardy Comander 6600 | 3 |
| Сівалки | John Deere 7000 | 2 |
| | Pottinger Terrasem V | 2 |
| | John Deere 1770 | 2 |
| | John Deere 1880 | 2 |
| | Precision Planting | 2 |
| | Horsh Maestro 16 sw | 1 |
| Жатки | John Deere 652R | 2 |
| | John Deere 630R | 3 |
| | Gerenghoff RD 1200B | 3 |

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ ГРУНТУ ПІД ПОСІВ СОЇ

2.1 Біологічні особливості вирощування сої

Соя — це бобова культура, яка потребує особливих умов для свого росту і розвитку. Її біологічні особливості визначаються в першу чергу температурними вимогами, освітленістю та вологістю. Соя є тепло- та світлолюбною рослиною, тому оптимальна температура для її росту становить близько 20–25°C. Вона дуже чутлива до заморозків, і навіть короткочасне зниження температури до 5°C може негативно вплинути на розвиток культури.

Ця культура відрізняється від інших тим, що її коренева система здатна взаємодіяти з азотфіксуючими бактеріями, що дозволяє їй отримувати азот із атмосфери. Це робить сою досить економічною культурою, оскільки вона не потребує великих кількостей азотних добрив. Але для її повноцінного розвитку необхідні добре розвинені, дренажні ґрунти, багаті на органічні речовини.

Соя вирощується як однорічна рослина, і її цикл розвитку поділяється на кілька фаз: проростання, сходи, вегетативний ріст, цвітіння і плодоношення. Проростання насіння відбувається при температурі ґрунту не менше 10°C, але оптимальна температура для проростання — близько 15–18°C. Соя має досить тривалий період цвітіння, який зазвичай триває кілька тижнів. Це дуже важливий етап, оскільки від нього залежить кількість зав'язей і, відповідно, майбутній урожай.

Полив сої залежить від кліматичних умов і вологості ґрунту. Вона чутлива до посухи, особливо на етапах цвітіння і наливу бобів, тому нестача вологи в ці періоди може значно знизити врожайність. Однак і надмірна волога може призвести до розвитку грибкових хвороб, що також негативно впливає на культуру.

Важливою біологічною особливістю є й те, що соя потребує гарної освітленості, тому її бажано висівати на полях, які добре освітлюються сонцем. Недолік світла може призвести до затягування вегетаційного періоду і

зменшення кількості стручків на рослині. Важливим фактором для успішного вирощування є й правильний вибір сорту, адаптованого до умов конкретного регіону.

Загалом, соя є досить вибагливою культурою, яка потребує ретельного підходу до агротехніки, особливо щодо контролю за вологістю ґрунту, температурними умовами та захистом від хвороб.

Підготовка ґрунту та посів сої включають кілька ключових етапів, які визначають успішність майбутнього врожаю. Спочатку важливо правильно обрати ділянку для вирощування цієї культури. Соя потребує добре дренованих, родючих ґрунтів із нейтральною або слабнокислою реакцією. Перед посівом важливо провести аналіз ґрунту для визначення рівня рН та наявності поживних речовин.

Один із важливих аспектів підготовки ґрунту — це розпушування та оранка. Ґрунт повинен бути добре зораний на глибину близько 25-30 см. Це дозволить забезпечити достатній доступ кисню до кореневої системи та полегшить проростання насіння. Після оранки, за потреби, можна провести боронування для розпушування поверхні та вирівнювання поля.

Крім того, важливим етапом є внесення органічних та мінеральних добрив. Соя чутлива до дефіциту азоту, тому важливо застосовувати добрива, які компенсують цей недолік, проте не можна переборщити з азотними добривами, оскільки це може призвести до надмірного росту зеленої маси на шкоду формуванню бобів.

Перед безпосереднім посівом сої можна обробити насіння інокулянтном, що містить бактерії роду *Rhizobium*, які стимулюють зв'язування азоту з повітря, що є корисним для рослини. Це дозволяє зменшити потребу у додаткових азотних добривах.

Посів сої зазвичай проводять після того, як ґрунт прогріється до температури близько 12-14°C, що є оптимальним для проростання насіння. Глибина посіву має бути близько 4-5 см, залежно від вологості ґрунту та його

структури. При цьому важливо, щоб між рядками було достатньо простору для розвитку рослин — зазвичай це відстань 45-60 см.

Після посіву важливо контролювати вологість ґрунту, оскільки соя чутлива до посухи, особливо на етапі сходів. Якщо волога недостатня, слід застосувати зрошення або покрити поле мульчею для збереження вологи.

Загалом, підготовка ґрунту та посів сої вимагають уваги до багатьох дрібниць, але за умови правильного підходу, культура дасть гарний урожай.

Догляд за посівами сої є важливим етапом для забезпечення високого врожаю, і він включає кілька основних аспектів. По-перше, важливо контролювати вологість ґрунту, оскільки соя має високу чутливість до пересихання. Тому поливання посівів повинно бути регулярним, особливо в періоди, коли рослини активно ростуть. Проте важливо уникати надмірного зволоження, адже це може призвести до розвитку корневих хвороб.

Обробка посівів від бур'янів і шкідників є не менш важливою. Бур'яни можуть забирати воду та поживні речовини, що значно знижує врожайність, тому їх треба вчасно знищувати. Крім того, необхідно здійснювати захист від різноманітних шкідників, таких як соєвий кліщ, що може значно пошкодити рослини.

Регулярне підживлення сої – ще один важливий аспект догляду. Соя потребує достатньої кількості азоту, фосфору та калію, тому важливо використовувати відповідні добрива. Однак важливо не перегодувати рослини, щоб уникнути негативного впливу на їх розвиток.

Не менш важливою є боротьба з хворобами, зокрема такими, як кореневі гнилі, фузаріоз чи антракноз. Для цього використовують як агротехнічні, так і хімічні методи боротьби, що допомагають зберегти здоров'я рослин і мінімізувати втрати врожаю.

На завершення варто зазначити, що у періоди цвітіння та наливу бобів важливо проводити моніторинг за станом посівів і в разі потреби приймати додаткові заходи, аби не втратити потенціал урожайності.

2.2 Обґрунтування технічних засобів для виконання технологічної операції "культивація"

Задача вибору раціонального складу МТА є багатоваріантною. Із числа можливих варіантів складу МТА потрібно сформувавши 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.

Послідовність виконання завдання:

Вибрати кращий склад агрегату із декількох запропонованих варіантів (не менше трьох), які придатні для виконання технологічної операції в роботі, за такими критеріями: продуктивність W , питомі витрати палива на заданих умовах одиницю обсягу роботи $g_{за}$, затрати сукупної енергії $E_{тн}$ і собівартість години роботи технічного засобу $C_{тз}$.

Для цього, запропоновані варіанти технічних засобів і їх параметри, які вибираємо із довідкової літератури [2,3], заносимо в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Технічні характеристики агрегатів.

| (№ варіанту) | Потужність двигуна $N_{ен}$, кВт | Маса технічного засобу, кг | | | Продуктивність за годину основного часу W_o , га/год | Питомі витрати палива $g_{ен}$, г/кВт год |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------|-------------------------|--|---|
| Агрегат | | Трактора | с - г машини | самохідного агрегату | | |
| 1. МТЗ-1221+Polaris-4 | 96 | 4480 | 2238 | | 4,8 | 240 |
| 2. ХТЗ-17121+Polaris-8 | 121,4 | 8200 | 4330 | | 9,9 | 220 |

Продуктивність технічного засобу, га/год:

$$W_{з.зм} = W_o \cdot \tau_{зм}; \quad (2.1)$$

$$W_{з.зм1} = 4,8 \cdot 0,76 = 3,648;$$

$$W_{з.зм2} = 9,9 \cdot 0,76 = 7,524;$$

де: W_o – продуктивність за годину основного часу, га/год (табл. 2.1);

$t_{зм}$ – коефіцієнт використання часу зміни [3], $t_{зм} = 0,76$

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

$$g_{za} = \frac{10^{-3} N_{ен} \cdot g_{ен}}{W_{з.зм}}; \quad (2.2)$$

$$g_{za1} = 0,096 \cdot 240 / 3,648 = 6,32;$$

$$g_{za2} = 0,1214 \cdot 220 / 7,524 = 3,55;$$

де: $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт (табл. 2.1);

$g_{ен}$ – питомі витрати палива двигуна, г/кВт·год [табл.2.1].

Затрати сукупної непоновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_{нт} = \alpha_n g_{za} + \sum_{mi} \alpha_{mi} g_{mi} + \frac{\alpha_{mp} M_{mp} + \sum^n \alpha_{np} M_{np} + \sum^k \alpha_p M_p + \sum^j \alpha_i N_i}{W_{з.зм}} \quad (1.3)$$

де: a_n – енергетичні еквіваленти витраченого палива, МДж/кг; [3, табл. 6.9];

$$a_{n1} = 52,8 \quad a_{n2} = 52,8 \quad a_{n3} =$$

g_{za} – витрати палива на одиницю роботи, кг/га (результати розрахунків формули 1.2);

α_{mi} – енергетичні еквіваленти технологічних матеріалів, МДж/одиницю виміру. [3, табл. 6.9];

$$\alpha_{mi1} = 0 \quad \alpha_{mi2} = 0$$

g_{mi} – витрати технологічних матеріалів, кг/одиницю роботи (із завдання по конкретній операції);

$$g_{mi1} = 0 \quad g_{mi2} = 0$$

a_{mp} , a_{pm} – енергетичні еквіваленти години роботи трактора, причепів, зчіпки, робочих машин, МДж/кг × год;

$$a_{mp1} = 0,0243 \quad a_{mp2} = 0,0243$$

$$a_{pm1} = 0,051 \quad a_{pm2} = 0,051$$

M_{mp} , M_p – маса трактора, причепів, зчіпки, робочих машин, кг; (табл.2.1);

$$M_{mp1} = 4480 \quad M_{mp2} = 8200$$

$$M_{p1} = 2238 \quad M_{p2} = 4330$$

a_i – енергетичний еквівалент години праці персоналу, МДж/людгод; [3, табл. 6.8];

$$a_i = 60,8 \quad \text{тракториста,}$$

$$a_i = 0,0 \quad \text{підсобного працівника.}$$

N_i – кількість працюючих i -тої категорії, люд. (згідно з умовами використання МТА).

$$N_i = 1$$

$$E_{m1} = (52,8*6,32+0*0)+((0,0243*4480+0,051*2238+(60,8+0*1))/3,6) = 411,27;$$

$$E_{m2} = (52,8*3,55+0*0)+((0,0243*8200+0,051*4330+(60,8+0*1))/7,5) = 251,34;$$

Собівартість години роботи технічного засобу, грн./год:

$$C_{mз} = A + K + Z_{\delta} + \Pi + C_m + Z_n + B_n + B_m + B_{mo}; \quad (1.4)$$

де: A – амортизаційні відрахування, грн./год;

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

Z_{δ} – витрати на зберігання технічних засобів, грн./год;

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

C_m – страхові внески, грн./год;

Z_n – витрати на оплату праці персоналу, грн./год;

B_n – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год;

B_m – вартість технологічних матеріалів, грн./год;

B_{mo} – вартість технічного обслуговування, грн./год.

Амортизаційні відрахування, грн./год

(визначаються окремо для трактора і для робочої машини)

$$A = \frac{(\Pi_n - \Pi_k)}{T_p \cdot T_z} \quad (1.5)$$

де: Π_n – вартість нового технічного засобу, грн. [3, табл. 6.7];

Таблиця 2.2. Вартість нових тракторів та сільськогосподарських машин.

| | | |
|------------------|-----------|-----------|
| Марка трактору | МТЗ- | ХТЗ- |
| Вартість, грн. | 1590000 | 1950000 |
| Марка с-г машини | Polaris-4 | Polaris-8 |
| Вартість, грн. | 250000 | 495000 |

Π_k – вартість технічного засобу в кінці експлуатації, грн.

$$\Pi_k = \Pi_{мб} \cdot M_{мз}; \quad (2.6)$$

$$\Pi_{км1} = 6 \cdot 4480 = 26880;$$

$$\Pi_{км2} = 6 \cdot 8200 = 49200;$$

$$\Pi_{кс-21} = 6 \cdot 2238 = 13428;$$

$$\Pi_{кс-22} = 6 \cdot 4330 = 25980;$$

де: $\Pi_{мб}$ – вартість металобрухту, $\Pi_{мб} = 6,0$

$M_{мз}$ – маса технічного засобу, кг (табл. 2.1),

T_p – строк служби трактору, роки;

$$T_{p1} = 10 \quad T_{p2} = 10$$

$T_{с.г.м}$ – строк служби с.г. машини, роки;

$$T_{с.г.м1} = 5 \quad T_{с.г.м2} = 5$$

T_z – нормативне завантаження технічного засобу на протязі року, год.
[3 табл. 6.7],

$$T_{з.тp1} = 1600 \quad T_{з.тp2} = 1600 \quad T_{з.тp3} = 0$$

$$T_{з.сгм1} = 230 \quad T_{з.сгм2} = 230 \quad T_{з.сгм3} = 0$$

$$A_{тp1} = (1590000 - 26880) / (10 \cdot 1600) = 97,7;$$

$$A_{mp2} = (1950000-49200)/(10*1600)=118,8;$$

$$A_{c2m1} = (250000-13428)/(5*230)=205,7;$$

$$A_{c2m2} = (495000-25980)/(5*230)=407,8;$$

$$A_{azp1} = 97,7+205,7=303,4;$$

$$A_{azp2} = 118,8+407,8=526,6;$$

Витрати на погашення кредиту, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини)

$$K = \frac{(C_n - C_k)k}{2T_p \cdot T_3} \quad (2.7)$$

де k – доля відрахувань на погашення кредиту ($k = 0,27...0,30$); $\kappa = 0,30$

$$K_{mp1} = ((1590000-26880)*0,3)/(2*10*1600)=14,65;$$

$$K_{mp2} = ((1950000-49200)*0,3)/(2*10*1600)=17,82;$$

$$K_{c2m1} = ((250000-13428)*0,3)/(2*5*230)=30,86;$$

$$K_{c2m2} = ((495000-25980)*0,3)/(2*5*230)=61,18;$$

$$K_1 = 14,65+30,86=45,51;$$

$$K_2 = 17,82+61,18=79;$$

Витрати на зберігання технічних засобів, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини)

$$z_o = \frac{(C_n - C_k)a}{T_p \cdot T_3} \quad (2.8)$$

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

$$z_{o.mp1} = ((1590000-26880)*0,01)/(10*1600)=0,977;$$

$$z_{o.mp2} = ((1950000-49200)*0,01)/(10*1600)=1,188;$$

$$z_{o.c2m1} = ((250000-13428)*0,01)/(5*230)=2,057;$$

$$z_{o.c2m2} = ((495000-25980)*0,01)/(5*230)=4,078;$$

$$z_{o1} = 0,977+2,057=3,03;$$

$$z_{o2} = 1,188+4,078=5,27;$$

Податок на технічні засоби, грн./год.:

$$\Pi = \frac{\Pi_p}{T_3} \quad (2.9)$$

де: Π_p – річний податок, грн.

(трактори класу 5т – 520; 3т - 400 грн.; 1,4т – 240 грн.;

$$\Pi_{pm1} = 240 \quad \Pi_{pm2} = 400$$

$$\Pi_{pcz1} = 0 \quad \Pi_{pcz2} = 0$$

$$\Pi_{mp1} = 240/1600=0,15;$$

$$\Pi_{mp2} = 400/1600=0,25;$$

$$\Pi_{czm1} = 0/230=0;$$

$$\Pi_{czm2} = 0/230=0;$$

$$\Pi_1 = 0,15+0=0,15;$$

$$\Pi_2 = 0,25+0=0,25;$$

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

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

де: C_{zi} – годинна тарифна ставка механізаторів і обслуговуючого персоналу.

Ставка механізатора:

1. МТЗ-1221+Polaris-4 81,53

2. ХТЗ-17121+Polaris-8 81,53

Ставка обслуговуючого персоналу:

1. МТЗ-1221+Polaris-4 0

2. ХТЗ-17121+Polaris-8 0

$$Z_{n1} = 81,53+0=81,53;$$

$$Z_{n2} = 81,53+0=81,53;$$

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

$$B_n = (1,1...1,15) \Pi_n \cdot g_{za} \gamma_n \cdot W_{z.zm}, \quad (2.11)$$

де: Π_n – ціна палива, ($\Pi_n = 50$ грн./л);

γ_n – питомий об'єм палива, л/кг (для дизельного $\gamma_n = 1,2$); $\gamma_n = 1,2$

$$B_{n1} = 1,15 \cdot 50 \cdot 6,32 \cdot 1,2 \cdot 3,648 = 1589,8;$$

$$B_{n2} = 1,15 \cdot 50 \cdot 3,55 \cdot 1,2 \cdot 7,524 = 1842,9;$$

Вартість технічного обслуговування, грн./год.

(визначається окремо для трактора і робочої машини)

$$B_{TO} = \frac{(C_n - C_k) \alpha_{TO}}{2T_p \cdot T_3} \quad (2.12)$$

де: a_{mo} – норма річних відрахувань на технічне обслуговування в долях одиниці. [3, табл. 6.7];

$$a_{mom1} = 0,08 \quad a_{mom2} = 0,08$$

$$a_{moc1} = 0,16 \quad a_{moc2} = 0,16$$

$$B_{mo.mp1} = ((1590000 - 26880) \cdot 0,08) / (2 \cdot 10 \cdot 1600) = 3,9;$$

$$B_{mo.mp2} = ((1950000 - 49200) \cdot 0,08) / (2 \cdot 10 \cdot 1600) = 4,8;$$

$$B_{mo.czm1} = ((250000 - 13428) \cdot 0,16) / (2 \cdot 5 \cdot 230) = 16,5;$$

$$B_{mo.czm2} = ((495000 - 25980) \cdot 0,16) / (2 \cdot 5 \cdot 230) = 32,6;$$

$$B_{mo.1} = 3,9 + 16,5 = 20,4;$$

$$B_{mo.2} = 4,8 + 32,6 = 37,4;$$

Числові значення, які одержані при розрахунку формул (2.5...2.12) підставити в залежність (2.4) і визначити собівартість години роботи

$$C_{m3} = 303,4 + 45,51 + 3,03 + 0,15 + 81,53 + 1589,8 + 20,4 = 2043,8;$$

$$C_{m3} = 526,6 + 79 + 5,27 + 0,25 + 81,53 + 1842,9 + 37,4 = 2572,9;$$

Розраховані по формулам 2.1...2.4 критерії заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3. Формування множини Парето по розрахованим критеріям технічних засобів.

| Варіант | $W_{гзм}$, га/год | $g_{га}$, кг/га | E_n , МДж/га | C_{m3} , грн./год |
|------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|------------------------|
| 1. МТЗ-1221+Polaris-4 | 3,65 | 6,32 | 411,3 | 2043,8 |
| 2. ХТЗ-17121+Polaris-8 | 7,52 | 3,55 | 251,3 | 2572,9 |

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

Для цього складаємо нову таблицю 2.4 і в колонку продуктивності $W_{2.3M}$ заносимо значення обернені до розрахованих, тобто $\frac{1}{W_{2.3M}}$

Таблиця 2.4. Формування множини Парето по розрахованим критеріям технічних засобів.

| Варіант | $\frac{1}{W_{2.3M}}$ | g_{2a} , кг/га | E_n , МДж/га | C_{m3} , грн./год |
|------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|------------------------|
| 1. МТЗ-1221+Polaris-4 | 0,27 | 6,32 | 411,3 | 2043,8 |
| 2. ХТЗ-17121+Polaris-8 | 0,13 | 3,55 | 251,3 | 2572,9 |

Для наочності процесу вибору застосовуємо графічний метод.

Для цього відкладаємо на радіально розташованих шкалах значення критеріїв. Шкали будують таким чином, щоб покращення критерію йшло до центру (точка О).

З'єднуючи точки на шкалах для i -того варіанту, отримуємо багатокутники. На найменших значеннях критеріїв будують багатокутник кращого варіанту. Приводимо малюнок графічного методу вибору кращого агрегату.

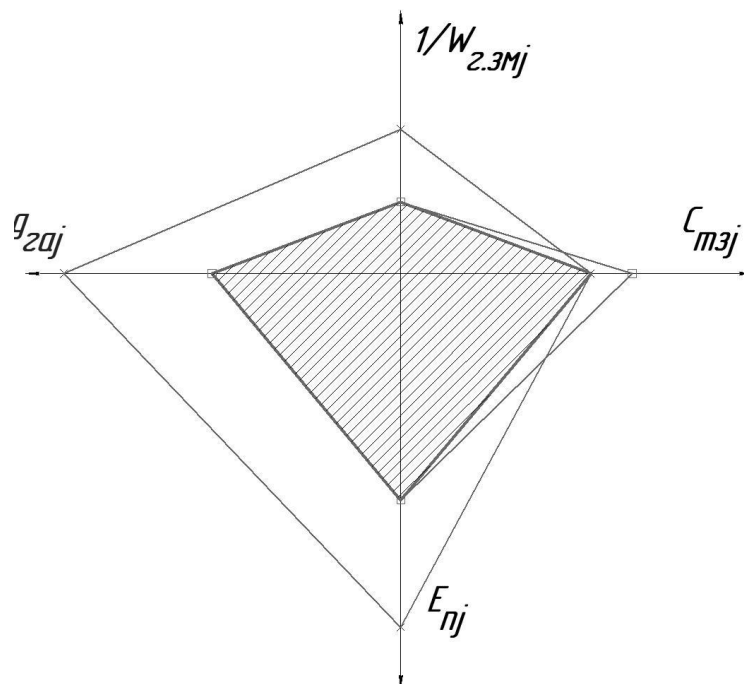


Рис. 2.1. Графічний метод Паретто.

В останню колонку таблиці 1.4 заносимо значення площі багатокутників кожного варіанту, що відповідають значенням критеріїв.

$$P_j = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{W_{z.zmj}} \cdot g_{zaj} + \frac{1}{2} g_{zaj} \cdot E_{nj} + \frac{1}{2} E_{nj} \cdot C_{mvj} + \frac{1}{2} C_{mvj} \cdot \frac{1}{W_{z.zmj}} \quad (2.13)$$

$$P_1 = (0,5 \cdot 0,27 \cdot 6,32) + (0,5 \cdot 6,32 \cdot 411,27) + (0,5 \cdot 411,27 \cdot 2043,76) + (0,5 \cdot 2043,76 \cdot 0,27) = 421844,1;$$

$$P_2 = (0,5 \cdot 0,13 \cdot 3,55) + (0,5 \cdot 3,55 \cdot 251,34) + (0,5 \cdot 251,34 \cdot 2572,92) + (0,5 \cdot 2572,92 \cdot 0,13) = 323952,4;$$



Кращому варіанту відповідає багатокутник з найменшим значенням площі

Вибір раціонального складу МТА по методу найменшої відстані до цілі потребує додаткових розрахунків, результати яких заносимо в

Суть методу полягає в порівнянні критеріїв j -го варіанту з деяким ідеалізованим варіантом.

Переважає це умовний варіант, якому приписуються кращі значення критеріїв з числа варіантів, що порівнюються.

Для ідеалізованого варіанту (нижній рядок) вибираємо кращі показники із всіх вище наведених варіантів і заносимо їх в останній рядок таблиці 5 «Ідеал».

Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту P_0 по формулі

$$P_0 = (0,5 \cdot 0,13 \cdot 3,55) + (0,5 \cdot 3,55 \cdot 251,34) + (0,5 \cdot 251,34 \cdot 2043,76) + (0,5 \cdot 2043,76 \cdot 0,13) = 257418,52.$$

В останню колонку таблиці 1.5 заносимо узагальнений критерій відстані до цілі (μ), який розраховується для кожного j -го варіанту

$$\mu_j = \frac{P_j}{P_0} \quad (2.14)$$

Таблиця 2.5. Критерії технічних засобів для вибору ідеалізованого варіанту складу МТА по методу відстані до цілі.

| Варіант | $\frac{I}{W_{г.з.м.}}$ | $g_{га}$, кг/га | E_n , МДж/га | $C_{тз}$, грн./год | P_j | μ |
|------------------------|------------------------|---------------------|-------------------|------------------------|----------|-------|
| 1. МТЗ-1221+Polaris-4 | 0,27 | 6,32 | 411,27 | 2043,76 | 421844,1 | 1,64 |
| 2. ХТЗ-17121+Polaris-8 | 0,13 | 3,55 | 251,34 | 2572,92 | 323952,4 | 1,26 |
| Ідеал | 0,13 | 3,55 | 251,34 | 2043,76 | 257418,5 | 1 |

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

Висновки: За результатами багатокритеріального аналізу кращий агрегат для заданих умов роботи має такий склад:

трактор: ХТЗ-1722 ; с.-г. машина: Polaris-8

2.3. Організація виконання технологічного процесу "культивация"

Марка трактора: ХТЗ-17221 ; с.г. машина: Polaris-8 .

- обґрунтування робочої швидкості агрегату у відповідності із агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції.

1). Встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей:

$$V_{lim} = 15,00 \text{ .}$$

2). Вибрати питомий тяговий опір при швидкості $V_o = 5$ км/год

$$k_{o.m} = 2 \text{ кН/м [3,табл. 3.13] у відповідності із}$$

призначенням машини;

3). Із тягової характеристики [3,табл. 3.11] трактора, заданої марки, в режимі експлуатації $N_m = N_{m.max}$ з урахуванням агрофону вибрати всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агропустимих швидкостей.

Таблиця 2.6. Тягові параметри трактора.

| передача параметри | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| V_p , км/год | 7,58 | 9,03 | 11,12 |
| $P_{т.н}$, кН | 31 | 28,91 | 18,61 |
| $N_{т.max}$, кВт | 65,36 | 72,52 | 57,48 |

$$N_{e.n.}, \text{кВт} = 121 \text{ .}$$

- з метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ($N_{m.max}$).

$$N_{т.max} = 65,36 \quad V_p = 7,58 \quad P_{т.н} = 34$$

Таблиця 2.7. Технічні характеристики трактора.

| Марка | Вага G_{mp} , кН | Передача | Швидкість V_p , км/год | Тягове зусилля $P_{тн}$, кН |
|-----------|--------------------|----------|--------------------------|------------------------------|
| ХТЗ-17221 | 82 | 4 | 7,58 | 34 |

Таблиця 2.8. Технічні характеристики луцильника.

| Марка | Вага G_m , кН | Ширина захвату B_m , м | Інтервал швидкостей V_{im} , км/год |
|-----------|-----------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Polaris-8 | 40 | 8 | 12 |

Розрахувати питомий тяговий опір робочих машин.

$$k_{V..m} = k_{o..m} \xi_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100} \right) \left[1 + \frac{\Delta C}{100} (V_p - V_o) \right], \quad (2.2.1)$$

де: ξ_k – коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання машини

(для причіпних $\xi_k = 1$, для начіпних $\xi_k = 0,9 \dots 0,95$); $\xi_k = 1$

ΔC — приріст питомого тягового опору машини при збільшенні швидкості руху агрегату на 1 км/год, % [3, табл. 3.16]; $\Delta C = 4$

Δk — збільшення питомого опору робочими органами при підвищенні вологості ґрунту, %.

Для визначення приросту Δk користуються залежностями, які приведені на рис. 1 – 5 [2] з урахуванням типу і різновиду ґрунтів. При цьому, за точку оптимуму (W_{opt}) приймають вологість при якій можлива висока якість обробітку ґрунту (табл. 2.10). Величина відхилення вологості (ΔW) визначається при порівнянні значення вологості ґрунту (W), яка задана в вихідних даних, і оптимальної (W_{opt}).

Для заданих ґрунтів: $\Delta k = 4$ %; $k_{Vm} = 2,29$.

Розрахувати робочий опір агрегату, кН:

- дискування, луцення, культивация, боронування, глибоко-рихлювачі, чизелі

$$R_a = k_{vm} \cdot b_k + G_m \cdot (f_{mp} \pm \sin \alpha)$$

(знак "+" відповідає руху на підйом)

де: λ_q – коефіцієнт догрузки, який при оранці піщаних ґрунтів і суглинків вологістю 8...9% дорівнює 0,3...0,5, а стерні конюшини вологістю 18.. .20% - 1,0.

$$\lambda_q = 0,4$$

f_{mp} – коефіцієнт опору кочення трактора [3, табл. 3.9], $f_{mp} = 0,15$
на підйом:

$$R_a = 2,294656 \cdot 8 + 82 \cdot (0,15 + \sin 1^\circ) = 32,09;$$

на спуск:

$$R_a = 2,294656 \cdot 8 + 82 \cdot (0,15 - \sin 1^\circ) = 26,87.$$

Оцінка правильності вибору робочої швидкості агрегату виконується визначенні коефіцієнту використання номінального тягового зусилля трактора:

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_{Tn} \pm G_{mp} \sin \alpha}, \quad (2.2.2)$$

на підйом: $\xi_\delta = 32,09 / (34 - 82 \cdot \sin 1^\circ) = 0,99;$

на спуск: $\xi_\delta = 26,87 / (34 + 82 \cdot \sin 1^\circ) = 0,76.$

допустимо

Коефіцієнт використання тягового зусилля повинен відповідати значенням [3, табл. 4.1], а в залежності від виду застосованих машин і стану поля він може мати значення 0,6...0,96. В тому випадку, коли значення коефіцієнта (ξ_p) перевищують допустимі, то розрахунки виконують знову на нижчій робочій передачі руху трактора.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі:

трактора ХТЗ-17221 ;
с-г машини Polaris-8 , який виконує технологічну операцію

на 3 передачі,
 $V_p = 7,58$ (рух на підйом) і
на 3 передачі,
 $V_p = 7,58$ (рух на спуск),

конструктивна ширина захвату $B_k = b_{кор} \cdot n_{кор} = 8$ м.

Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах.

При виконанні технологічної операції, крім безпосередньо лушення, агрегат виконує повороти. Тому, фактичну потужність двигуна визначаємо для двох режимів роботи агрегату: лушення, повороти.

Фактичну потужність двигуна в процесі культивуації визначають:

$$N_{\phi p} = \frac{P_{руш} V_p}{3,6 \eta_{mp} \eta_{\delta}} \quad (2.2.3)$$

$$N_{\phi p} = (45,82 * 7,58) / (3,6 * 0,9 * 0,9) = 119,11;$$

де: η_{mp} – ККД трансмісії приводу рушіїв трактора ($\eta_{mp} = 0,9$);

$P_{руш}$ – рушійна сила, кН;

$$P_{руш} = G_{mp} (f_{mp} + \sin \alpha) + R_a$$

$$P_{руш} = 82 * (0,15 + \sin 1^\circ) + 32,09 = 45,82;$$

η_{δ} – коефіцієнт, що враховує втрати на подолання буксування трактора, %;

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) \quad (2.2.4)$$

δ – буксування на вибраній передачі, %; (із тягової характеристики [3, табл. 3.11]) $\delta = 10$

$$\eta_{\delta} = (1 - (10/100)) = 0,9.$$

Ступінь використання ефективної потужності двигуна:

$$\xi_N = \frac{N_{\phi p}}{N_{ен}}, \quad (2.2.5)$$

Коефіцієнт ξ_N розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату:

$$\xi_{N\phi p} = 119,11/121 = 0,98. \quad \text{допустимо}$$

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність використовується не менше ніж на 70...80%.

площа $F = 100,0$ га; $L = 1000$ м; $C = 1000$ м.

Визначити ширину загінки, м:

$$C_{onm} = \sqrt{16R_n^2 + 2B_p L_p}, \quad (2.2.6)$$

де: L_p – довжина робочої частини гону, м.

Довжина L_p визначається за допомогою схеми [3, рис. 5.1]:

$$L_p = L - 2E_p \quad (2.2.7)$$

де: L – довжина гону (поля), м; $L_p = 1000 - (2 \cdot 23,04) = 953,92$.

E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення)

Мінімальна ширина поворотної смуги залежить від виду повороту і габаритних розмірів агрегату, її можна визначити за допомогою схеми [3, рис. 5.2]:

$$E_{min} = h + d_k + e, \quad (2.2.8)$$

$$E_{min} = 13,0592 + 4,8 + 6,042 = 23,9;$$

де: h – параметр, який визначає розміри петлі повороту, в залежності від радіуса R_n ;

$$h = \lambda_E \cdot R_n \quad (2.2.9)$$

$$h = 2,8 \cdot 4,664 = 13,06;$$

де: λ_E – коефіцієнт пропорційності, чисельні значення його приведені в [3, рис. 5.2 і табл. 5.6]; $\lambda_E = 2,8$

R_n – середній радіус повороту агрегату;

Осереднене значення радіуса повороту залежить від конструктивних (B) та режимних (V) параметрів агрегату:

$$R_n = a_R \cdot R_{no}, \quad (2.2.10)$$

де: R_{no} – мінімальний радіус повороту при швидкості повороту

$V_n = 5$ км/год [3, табл. 5.4]; $R_{no} = 4,4$

a_R – коефіцієнт збільшення радіуса повороту при підвищенні швидкості повороту [3, табл. 5.4];

при $V_n = 7$ маємо $a_R = 1,06$; $R_n = 4,66$.

Кінематична ширина агрегату (d_k), а «вліво» чи «вправо» залежить від виду повороту:

$$d_k = v_E \cdot B_k \quad (2.2.11)$$

де: v_E – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату:

- для симетричних агрегатів $v_E \approx 0,6$;

- для несиметричних агрегатів $v_E \approx 1,2$; $v_E = 0,6$

B_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м (пункт 2.5 даної методики).

$$B_k = 8$$

$$d_k = 0,6 \cdot 8 = 4,8.$$

Довжина виїзду агрегату (e) залежить від кінематичної довжини агрегату:

$$e = a_e \cdot l_a \quad (2.2.12)$$

$$e = 0,6 \cdot 10,07 = 6,04;$$

де: a_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

- для причіпних агрегатів $a_e = 0,5 \dots 0,75$;

- для начіпних агрегатів із задньою навіскою $a_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м: $a_e = 0,6$

$$l_a = l_{mp} + l_m + l_{\delta.m} \quad (2.2.13)$$

де: l_{mp} , l_m , $l_{\delta.m}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора, с.-г. машини і додаткової с.-г. машини, м [3, табл. 5.5; табл. 4.2.].

$$l_{mp} = 5,6 \quad l_m = 4,47 \quad l_{\delta.m} = 0$$

$$l_a = 5,6 + 4,47 + 0 = 10,07.$$

Рациональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для того щоб була можливість обробляти поворотну смугу цілим числом проходів (без огрехів):

$$E_p = n_\phi \cdot B_p, \quad (2.2.14)$$

де: B_p – робоча ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = B_k \cdot \beta \quad (2.2.15)$$

де: β – коефіцієнт використання ширини захвату [3, табл. 5.3]; $\beta = 0,96$

$$B_p = 8 \cdot 0,96 = 7,68;$$

n_ϕ - фактичне число проходів агрегату для обробки поворотної смуги:

$$n_\phi \geq \frac{E_{min}}{B_p}, \quad (2.2.16)$$

Результат округляється до цілого числа (парного чи непарного).

Парність чи непарність числа проходів на поворотній смузі залежить від особливостей виконуваної операції і розташування сусіднього загону, на який повинен переїхати агрегат.

$$n_\phi = 23,9012 / 7,68 = 3;$$

$$L_p = 953,92;$$

$$E_p = 3 \cdot 7,68 = 23,04;$$

$$C_{omn} = \sqrt{16 \cdot (4,664^2) + 2 \cdot 7,68 \cdot 953,92} = 122,48.$$

Рациональна ширина загінки повинна бути кратна подвійній ширині захвату агрегату:

$$C_p = n_{кр} \cdot 2B_p, \quad (2.2.17)$$

де: $n_{кр}$ — кількість кругів для повного обробітку загінки.

$$n_{кр} = \frac{C_{omn}}{2B_p}; \quad (2.2.18)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$n_{кр} = 122,48 / (2 \cdot 7,68) = 8;$$

$$C_p = 8 \cdot (2 \cdot 7,68) = 122.$$

У всіх випадках ширину заїнки меншою 50 м не приймають.

Оцінка досконалості прийнятого способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту робочих ходів:

- при луценні петлевим способом із чередуванням заїнок всклад і врозгін:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + \frac{4R_n}{C_p}(2R_n - B_p) + R_n + 2e} \quad (2.2.19)$$

- при луценні обертовим способом:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + R_n + 2e} \quad (2.2.20)$$

- при луценні безпетлевим комбінованим способом:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_n + 2e} \quad (2.2.21)$$

$$\varphi = 953,92/(953,92+6*4,664+2*6,042)=0,96;$$

Виконати розрахунки режиму роботи агрегату.

Визначити тривалість чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = \tau_{рух} (T_{зм} - T_{зуп}), \quad (2.2.22)$$

де: $T_{зм}$ - тривалість зміни ($T_{зм} = 7$), год;

$T_{обс}$ - час на організаційно-технічне обслуговування ($T_{обс}=0,05... 0,13$), год;

$$T_{обс} = 0,08$$

Час, затрачений на зупинки для технологічного обслуговування, год:

$$T_{зуп} = T_{обс} + T_{воп} \quad (2.2.23)$$

$$T_{зуп} = 0,08+0,336=0,42;$$

$$T_p = 0,96*(7-0,416)=6,3.$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{рух}$) задаємося такими умовами:

При $V_p = V_{нов}$ маємо $\tau_{рух} = \varphi$. $V_{нов} = 7$

При $V_p \neq V_{нов}$ маємо:

$$\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\cdot\varphi+1} \quad (2.2.24)$$

$$\tau_{рух} = (0,92*0,96)/((0,92-1)*0,96+1)=0,96;$$

де: $k = \frac{V_{нов}}{V_p}$

$$k = 7/7,58=0,92.$$

Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (2.2.25)$$

$$\tau_{зм} = 6,3/7=0,9.$$

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

$$W_{зм} = 0,1B_p V_p \tau_{зм}, \quad (2.2.26)$$

$$W_{зм} = 0,1*7,68*7,58*0,9=5,24.$$

Визначити виробіток агрегату за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{зм} \cdot T_{зм} \quad (2.2.27)$$

$$W_{зм} = 5,24*7=36,67.$$

Виконати розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат.

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

$$g_{za} = \frac{G_{Tp}T_p + G_{Tx}T_{нов} + G_{Tзун}T_{зун}}{T_{зМ}W_{зМ}}, \quad (2.2.28)$$

де: G_{Tp} , G_{Tx} , $G_{Tзун}$ – витрати палива відповідно при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год [3, табл. 6.1];

$$G_{Tp} = 12 \quad G_{Tx} = 6 \quad G_{Tзун} = 1,4$$

T_p , $T_{нов}$, $T_{зун}$, $T_{пер}$ – час, затрачений на чисту роботу, на повороти, на зупинки і переїзди, год.

Час, затрачений на повороти, год:

$$T_{нов} = \tau_{нов} \cdot T_p, \quad (2.2.29)$$

$$\tau_{нов} = 0,04 \cdot 6,3 = 0,25;$$

$$T_{нов} = 0,25 \cdot 6,3 = 1,59;$$

$$g_{za} = (12 \cdot 6,3 + 6 \cdot 1,59 + 1,4 \cdot 0,416) / (7 \cdot 5,24) = 2,34.$$

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

$$z_{n.za} = \frac{m}{W_{зМ}}, \quad (2.2.30)$$

де: m – кількість працівників, що обслуговують агрегат. $m = 1$

$$z_{n.za} = 1/5,24 = 0,19.$$

Розрахувати прямі витрати енергії палива, Дж/га:

$$A_n = H_n \cdot g_{za} \quad (2.2.31)$$

де: H_n – питома теплота згорання палива, Дж/кг:

(дизельне паливо – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$; лігроїн – $4,34 \cdot 10^7$;
гас – $4,29 \cdot 10^7$). $H_n = 4,166 \cdot 10^7$;

$$A_n = 4,166 \cdot 2,34 = 9,7 \cdot 10^7.$$

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

Висновки:

| $W_{зм}$, Га | $g_{га}$, Га | $Z_{н.га}$, ЛЮД год/га | A_n , Дж/кг |
|---------------|---------------|----------------------------|-----------------|
| 5,24 | 2,34 | 0,19 | $10 \cdot 10^7$ |

3 КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

3.1 Необхідність застосування пристрою

Розроблений агрегат для передпосівного обробітку призначений для покращення рівності поля та створення однорідної структури ґрунту. Основною перевагою цієї техніки є здатність ефективно знищувати небажану рослинність без використання хімічних засобів. Найбільший результат досягається при механічному обробітку у фазі проростання, коли сходи ще не мають листя. Завдяки цьому інструменту можна успішно ліквідувати молоді бур'яни ще до появи надземної частини. Крім того, пристрій дозволяє боротися з рослинністю і в період активного росту, якщо її висота не перевищує 10–16 см.

3.2 Будова і робота пристрою

На рисунку 3.1 представлено конструкцію цього пристрою.

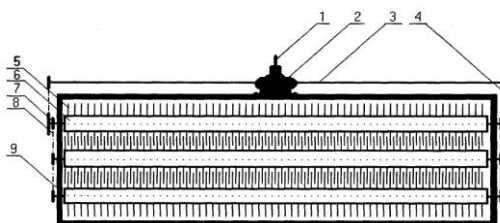


Рис. 3.1 – Схема пристрою для обробітку ґрунту

1. приводний вал редуктора; 2. Редуктор конічний; 3. Вихідний вал редуктора; 4. Ланцюгова передача приводу валу першого барабану; 5. Робочі органи (зубці); 6. Барабан; 7. Вал приводу першого барабану; 8. Ланцюгова передача для приводу двох інших барабанів; 9. Рама агрегату.

Обертання на вал 1 передається від вала відбору потужності трактора. Далі рух передається через конічний редуктор 2 на наступний вал — вихідний 3. Із цього вала здійснюється передача руху до першого барабана 6 за допомогою ланцюгового механізму 4, який далі забезпечує обертання вала першого барабана 7. З останнього через ще одну ланцюгову передачу 8 крутний момент спрямовується до ще двох валів. Всі три вали з барабанами монтується на конструкційну раму агрегату. Обробка землі відбувається за участі зубців 5.

3.3 Інженерні розрахунки

Крутний момент на барабані, Нм $M_B=330$

Частота обертання барабану, хв. –1 $n_B=250$

Підберемо потужність що передається вихідним валом. [15]

$$N_{вих} = M_B \cdot \omega \quad (3.1)$$

де $N_{вих}$ – потужність на вихідному валу агрегату, Вт;

M_B – крутний момент на барабані, Нм;

n_B – частота обертання вихідного валу агрегату, хв. –1;

ω – кутова швидкість валу, с – 1.

$$N_{вих} = \frac{330}{26.18} = 8639.4 \text{ Вт}$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_B}{30} \quad (3.2)$$

$$\omega = \frac{3.14 \cdot 250}{30} = 26.18 \text{ с}^{-1}$$

Визначаємо загальний коефіцієнт корисної дії (ККД)

$$\eta_{заг} = \eta_k \cdot \eta_{нід}^2 \cdot \eta_{знк} \cdot \eta_l \quad (3.3)$$

де η_k – ККД карданної передачі ($\eta_k = 0,95$);

$\eta_{нід}$ – ККД підшипників ($\eta_{нід} = 0,99$);

$\eta_{знк}$ – ККД конічної зубчастої передачі редуктора ($\eta_{знк} = 0,97$);

η_l – ККД ланцюгової передачі ($\eta_l = 0,92$).

$$\eta_{заг} = 0,95 \cdot 0,99^2 \cdot 0,97 \cdot 0,92 = 0,875$$

Визначаємо потрібну потужність на ВВП.

$$N_{ВВП} = \frac{N_{вих}}{\eta_{заг}} \quad (3.4)$$

$$N_{ВВП} = \frac{8639,4}{0,857} = 10079,2 \text{ Вт}$$

Приймаємо частоту обертання $n_{ВВП} = 1000$ хв.

Визначаємо фактичне передаточне відношення:

$$U_\phi = \frac{N_{ВВП}}{\eta_{вих}} \quad (3.5)$$

де U_{ϕ} – фактичне передаточне число;

$N_{ввп}$ – частота обертання ВВП, хв – 1;

$N_{вих}$ – частота обертання вихідного агрегату, хв – 1.

$$U_{\phi} = \frac{1000}{250} = 4$$

Орієнтуємось на межі середніх передаточних чисел ($U_{л} = 1,5 \dots 4$)
приймаємо $U_{л} = 2$ тоді передаточне число регулятора:

$$U_{ред} = \frac{U_{\phi}}{U_{л}} \quad (3.6)$$

де $U_{ред}$ – передаточне число редуктора;

$U_{л}$ – передаточне число
ланцюгової передачі.

$$U_{ред} = \frac{4}{2} = 2$$

Визначаємо потужність і частоту обертання кожного вала привода і крутні моменти.

Потужність на вхідному валу.

$$N_1 = N_{ввп} \cdot \eta_k \cdot \eta_{нід} \quad (3.7)$$

де N_1 – потужність на вихідному валу, Вт.

$$N_1 = 10079,25 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 9778,85 \text{ Вт}$$

Крутний момент на вхідному валу.

$$M_1 = \frac{N_1}{\omega_1} \quad (3.8)$$

де ω_1 – кутова швидкість на вихідному валу, c^{-1} .

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot N_1}{30} \quad (3.9)$$

де N_1 – частота обертання на вхідному валу, хв. $^{-1}$.

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104,72 c^{-1}$$

$$M_1 = \frac{9778,85}{104,72} = 93,38 \text{ Нм}$$

Потужність, що передається вихідним валом редуктора.

$$N_2 = N \cdot \eta_{нід} \cdot \eta_{знк} \quad (3.10)$$

де N_2 – потужність на вихідному валу редуктора, Вт.

$$N_2 = 9778.85 \cdot 0.99 \cdot 0.97 = 9390.6 \text{ Вт}$$

Крутний момент на проміжному валу.

$$M_2 = \frac{N_2}{\omega_2} \quad (3.11)$$

де ω_2 – кутова швидкість на вихідному валу, с^{-1} .

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30}$$

де N_2 – частота обертання на вхідному валу, хв.^{-1} .

$$n_2 = \frac{n}{U_p} \quad (3.13)$$

$$n_2 = \frac{1000}{2} = 500 \text{ хв}$$

$$\omega_2 = \frac{3,14 \cdot 500}{30} = 52,32 \text{ с}^{-1}$$

$$M_2 = \frac{9390,6}{52,35} = 179,34 \text{ Н / м}$$

Потужність на вихідному агрегаті.

$$N_{\text{вих}} = N_2 \cdot \eta_n \quad (3.14)$$

де $N_{\text{вих}}$ – потужність на вхідному валі, Вт.

$$N_{\text{вих}} = 9390.6 \cdot 0.92 = 8639.38 \text{ Вт}$$

Крутний момент на вхідному валу.

$$M_6 = \frac{N_{\text{вих}}}{\omega_6} \quad (3.15)$$

де ω_6 – кутова швидкість вхідного валу, с^{-1} .

$$\omega_6 = \frac{\pi \cdot n_6}{30}$$

де n_6 – частота обертання вхідного валу агрегату, хв.^{-1} .

$$n_6 = \frac{N_2}{U_l} \quad (3.17)$$

$$n_6 = \frac{500}{2} = 250 \text{ хв}^{-1}$$

$$\omega_6 = \frac{3,14 \cdot 250}{30} = 26,2 \text{ с}^{-1}$$

$$M_e = \frac{8639,38}{26,2} = 330 \text{ Н / м}$$

Дані розрахунку заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Дані кінематичного розрахунку привода агрегату

| Вал | Тип передачі | Потужність, Вт. | Крутний момент, | Нульова швидкість | Частота обертання | Передавальне число |
|-----|--------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| I | | 9778,85 | 93,38 | 104,72 | 1000 | |
| | Конічна | | | | | 2 |
| II | | 9390,6 | 179,34 | 52,35 | 5000 | |
| | ланцюгова | | | | | 2 |
| III | | 8639,38 | 330 | 26,2 | 250 | |

Ланцюгова передача

Вихідні дані:

1. Передавана потужність, Вт $N = 9390.6$
2. Крутний момент, Нм $M = 179,34$
3. Частота обертання ведучої зірочки, хв.⁻¹ $n = 500$
4. Передавальне число $U = 2$
5. Кут нахилу лінії центрів $Q = 0$
6. Навантаження
7. Міжосьова відстань, мм $a = \text{до } 2600$

Вибір числа меншої зірочки

Число зубців меншої зірочки, вибирають в залежності від передаточного числа U . Бажано приймати число парне число зубців, що у відповідності з першим числом ланок ланцюгів сприяє рівномірному зносу її елементів ланцюгової передачі. [16]

Рекомендоване значення числа зубців меншої зірочки визначаємо по залежності.

$$Z_1 = 31 - 2u \quad (3.18)$$

де U – передаточне число.

$$Z_1 = 31 - 2 \cdot 2 = 27$$

Приймаємо $Z_1 = 25$

Визначення числа зубців веденої зірочки.

Визначаємо число зубців веденої зірочки по формулі:

$$Z_2 = Z_1 \cdot U_1 \quad (3.19)$$

Приймаємо $Z_2 = 50$

Визначення крону ланцюга.

Визначаємо крон ланцюга по формулі:

$$t \geq 2.8 \cdot \sqrt{\frac{M_1 \cdot 10^3 \cdot K_e}{Z_1 \cdot [P] \cdot m}} \quad (3.20)$$

де M_1 – крутний момент на ведучій зірочці, Нм;

m – число рядів ланцюга. Приймаємо $m = 2$;

Z_1 – число зубців веденої зірочки;

$[P]$ – середній допустимий тиск в шармі ланцюга, Н/мм².

$$[P] = \frac{25}{\sqrt[3]{V}} \leq 5U \quad (3.21)$$

де K_e – середній розрахунковий експлуатаційний коефіцієнт навантаження по формулі [див.17.ст.86]

$$K_e = K_g \cdot K_a \cdot K_{pez} \cdot K_m \cdot K_{zm} \cdot K_p$$

$$K_e = 1.4 \cdot 1.2 \cdot 1.25 \cdot 1 \cdot 1.5 \cdot 1 = 3.15$$

При $n_1 = 500 \text{ хв}^{-1}$ при кроці ланцюга 25,4мм:

$$[P]^I = 34.6 \cdot K \cdot Z = 1 + 0.01(Z_1 - 17) = 1 + 0.01(25 - 17) = 1.08 \text{ МПа} \quad (3.23)$$

$$[P] = [P]^I + K \cdot Z = 34,6 + 1,08 = 35,68 \text{ МПа} \quad (3.24)$$

Знаходимо крок ланцюга.

$$t \geq 2.8 \cdot \sqrt{\frac{179,34 \cdot 10^3 \cdot 3,15}{25 \cdot 35,68 \cdot 2}} = 19,05 \text{ мм}$$

Приймаємо $t = 19,05$

Визначення колової швидкості ланцюга:

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n}{60 \cdot 1000} \quad (3.25)$$

де Z_1 – число зубів ведучої зірочки. $Z_1 = 25$;

t – крок ланцюга $t = 19,05$ мм;

n_1 – частота обертання зірочки $n_1 = 500 \text{ хв}^{-1}$.

$$V = \frac{25 \cdot 19.5 \cdot 500}{60 \cdot 1000} = 4.06 \text{ м/с}$$

Визначаємо колове зусилля:

$$F_t = \frac{N}{V} \quad (3.26)$$

де N – потужність на ведучій зірочці, Вт;

V – швидкість ланцюга, м/с.

$$F_t = \frac{9390.6}{4.06} = 2312.9 \text{ Н}$$

Визначення середнього питомого тиску в шарнірі.

$$P = \frac{F_t \cdot K_e}{F} \quad (3.27)$$

де F – площа опорної проекції шарніра [17], $F = 211 \text{ мм}^2$.

при $n_1 = 500 \text{ хв}^{-1}$, $t = 19.05 \text{ мм}$ [p^1] = 32,6 одержимо методом інтерполяції; перемножимо знайдене значення [p] на поправочний множник K_Z .

$$P = \frac{2312.9 \cdot 3.15}{211} = 34.53$$

Таким чином $p > [p]$ і вибраний ланцюг по умові надійності зносостійкості підходить.

Приймаємо міжосьову відхилену з умови:

$$a = 30 \cdot t \quad (3.29)$$

де t – крок ланцюга, мм.

$$a = 30 \cdot 19.05 = 571.5 \text{ мм}$$

Визначаємо міжцентрову відстань в кроком ланцюга:

$$a_t = \frac{a}{t} \quad (3.30)$$

$$a_t = \frac{571.5}{19.05} = 30$$

Визначення попереднього сумарного числа зубів зірочок.

$$Z_\Sigma = Z_1 + Z_2 \quad (3.31)$$

де Z_1 – кількість зубів ведучої зірочки;

Z_2 – кількість зубів веденої зірочки.

$$Z_\Sigma = 25 + 50 = 75$$

Поправка:

$$\Delta = \frac{Z_1 - Z_2}{2 \cdot \pi} \quad (3.32)$$

$$\Delta = \frac{50 - 25}{2 \cdot 3.14} = 3.98$$

Визначаємо необхідну довжину ланцюга в кроках ланцюга по формулі:

$$L_t = 2a_t + 0.5Z_\Sigma + \frac{\Delta^2}{a_t} \quad (3.33)$$

де a_t – міжцентрова відстань в кроках ланцюга;

Z_Σ – сумарна кількість зубів обох зірочок;

Δ – поправка.

$$L_t = 2 \cdot 30 + 0.5 \cdot 75 + \frac{3.98^2}{30} = 97.63$$

Заокруглюємо $L_t = 97$ кроків.

Розрахункова довжини ланцюга:

$$L = L_t \cdot t \quad (3.34)$$

$$L = 97 \cdot 19.05 = 1847.85 \text{ мм}$$

Уточнюємо міжосьову відстань по формулі:

$$a = 0.25 \cdot t \left(L_t - 0.5 \cdot Z_\Sigma + \sqrt{(L_t + 0.5 \cdot Z_\Sigma)^2 - 8 \cdot \Delta^2} \right) \quad (3.35)$$

$$a = 0.25 \cdot 19.05 \left(97 - 0.5 \cdot 75 + \sqrt{(97 + 0.5 \cdot 75)^2 - 8 \cdot 3.98^2} \right) = 921.67 \text{ мм}$$

Приймаємо $a = 921$ мм

Для забезпечення вільного провисання ланцюга слід зменшити міжосьову відстань на 4 мм.

$$a = 921 - 4 = 917 \text{ мм}$$

Дільний діаметр меншої зірочки.

$$d_{g1} = \frac{t}{\sin \frac{180}{Z_1}} \quad (3.36)$$

$$d_{g1} = \frac{19.05}{\sin \frac{180}{25}} = 24 \text{ мм}$$

Дільний діаметр веденої зірочки.

$$d_{g2} = \frac{t}{\sin \frac{180}{Z_2}} \quad (3.37)$$

$$d_{g2} = \frac{t}{\sin \frac{180}{50}}$$

Зовнішній діаметр ведучої зірочки визначається по формулі:

$$D_{e1} = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180}{Z}} + 1.1 \cdot \alpha \quad (3.38)$$

де α_1 – діаметр ролика ланцюга при $t = 19,05\text{мм}$, $\alpha_1 = 11,91\text{мм}$

$$D_{e1} = \frac{19.05}{\operatorname{tg} \frac{180}{25}} + 1.1 \cdot 11.91 = 28\text{мм}$$

Зовнішній діаметр веденої зірочки визначаємо за формулою:

$$D_{e2} = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180}{Z_2}} + 0,96 \cdot t \quad (3.39)$$

де t – крок ланцюга $t = 19,05\text{мм}$.

$$D_{e2} = \frac{19.05}{\operatorname{tg} \frac{180}{50}} + 0,96 \cdot 19.05 = 57\text{мм}$$

Сили діючі на ланцюг:

а) Колове зусилля. $F_{t1} = 2313\text{Н}$

б) Відцентрова сила

$$P_v = g \cdot V^2 \quad (3.40)$$

де g – вага погонного метра ланцюга вибираємо по таблиці 5.13,[17].

Для ланцюга $t = 19,05\text{мм}$ дврядного $g = 3,5\text{кг/м}$.

$$P_v = 3.5 \cdot 4.06 = 14.21\text{Н}$$

Сила натягу спричинена власною вагою гілки ланцюга:

$$P_f = 9.81 \cdot K_f \cdot g \cdot a \quad (3.41)$$

де K_f – коефіцієнт положення ланцюга в просторі;

$$P_f = 9.81 \cdot 6 \cdot 3.5 \cdot 0.921 = 189.7\text{Н}$$

Розрахункове навантаження , що діє на вали:

$$F = F_t + 2P_f \quad (3.42)$$

$$F = 2313 + 2 \cdot 189.7 = 2692.4 \text{ Н}$$

Примітна: сила P_v – на вали не передається.

Визначаємо коефіцієнт запасу:

$$n = \frac{9.81 \cdot Q}{F_t + P_v + P_f} \quad (3.43)$$

де Q – руйнівне навантаження ланцюга, кгс [17]

$Q = 7200$ кгс.

$$n = \frac{9.81 \cdot 7200}{2313 + 14.21 + 189.7} = 28.06$$

Нормативний коефіцієнт запасу міцності $[n]$ для приводних роликів ланцюгів приведений в таблиці 18 [16] $[n] = 9,4$.

4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Основною ціллю кваліфікаційного проекту, виконаного на базі зазначеного господарства, є створення технічного забезпечення для оптимізації процесів вирощування сої. Це сприятиме зниженню трудомісткості виробництва, скороченню термінів виконання агротехнічних операцій, а також підвищенню урожайності культури.

Для визначення результативності запропонованих рішень буде проведено відповідні розрахунки як для наявної технології вирощування, так і для удосконаленої системи, розробленої в рамках цієї роботи.

Таблиця 4.1 - Розрахункові дані ефективності виробництва сої

| Показники | Існуюча технологія | Пропонована технологія |
|--|--------------------|------------------------|
| 1. Балансова вартість машини що припадає на вирощування культури (B_k), грн. | 204311,90 | 193300 |
| 2. Витрати на оплату праці (Z), грн. | | |
| – оплата по тарифу | 8020,4 | 10474,3 |
| – додаткова оплата | 802,04 | 1047,43 |
| – нарахування на оплату | 3208,16 | 4189,72 |
| Разом | 12030,6 | 15711,45 |
| 3. Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування ($П_p$), грн. | 29160,55 | 25129 |
| 4. Амортизаційні відрахування (A), грн. | 33646,79 | 28995 |
| 5. Витрати пального ($П$), кг. | 6355 | 6225,56 |
| 6. Ціна комплексного палива ($Ц_k$), грн. | 45 | 45 |
| 7. Вартість палива (C), грн | 285975 | 280150,2 |
| 8. Кількість мінеральних добрив, т | 50 | 60 |
| в т.ч.: азотних | 15 | 17 |
| фосфорних | 15 | 17 |
| калійних | 20 | 26 |
| 9. Ціна 1 тони добрив, грн.: | | |
| в т.ч.: азотних | 20000 | 20000 |
| фосфорних | 35000 | 35000 |
| калійних | 20000 | 20000 |
| 10. Витрати часу, (t) год. | 471,3 | 584,35 |
| 11. Вартість добрив (B_M), грн. | | |

| | | |
|---|-------------|-------------|
| в т.ч.: азотних | 300000 | 340000 |
| фосфорних | 525000 | 595000 |
| калійних | 400000 | 520000 |
| Разом: | 1225000 | 1455000 |
| 12. Кількість насіння, т | 10 | 10 |
| 13. Ціна 1 тони насіння, грн. | 27000 | 28000 |
| 14. Вартість насіння (B_H), грн. | 43200 | 45000 |
| 15. Кількість протруйних засобів, л. | 55 | 55 |
| 16. Ціна 1 л, грн. | 83,12 | 83,12 |
| 17. Витрати на засоби захисту ($B_{ЗАХ}$), грн. | 4571,6 | 4571,6 |
| 18. Витрати на інсектициди та фунгіциди (децис 0,03 кг/га, імпакт 0,3 кг/га) | 8011,32 | 7461 |
| 19. Транспортні витрати ($B_{ТР}$) ($1900 \cdot 1,53$) грн. | 3672 | 4331 |
| 20. Витрати на електроенергію (B_E), ($12,54 \cdot 1,52$) | 398,28 | 398,28 |
| 21. Сума прямих виробничих витрат без амортизації ($ПВВ$), ($ПВВ = З + ПР + С + B_M + B_H + B_{ЗАХ} + B_{ТР} + B_{ЕЛ}$), грн. | 1838819,35 | 2072752,53 |
| 22. Орендна плата за землю (B_O), грн. ($B_O = 300$ грн/га) | 30000 | 30000 |
| 23. Страхові платежі ($B_{СП}$), грн. ($B_{СП} = ПВВ \cdot 0,07$) | 128717,3545 | 145092,6771 |
| 24. Інші прямі витрати ($B_{ІН}$), грн. ($B_{ІН} = ПВВ \cdot 0,10$) | 183881,935 | 207275,253 |
| 25. Загальновиробничі витрати ($B_{ЗАГ}$), грн. ($B_{ЗАГ} = ПВВ \cdot 0,05$) | 91940,9675 | 103637,6265 |
| 26. Всього виробничих витрат ($ВВ$), грн. ($ВВ = ПВВ + B_O + B_{СП} + B_{ІН} + B_{ЗАГ} + A$) | 2307006,397 | 2587753,087 |
| в т. ч. на 1 га посіву | 23070,06397 | 25877,53087 |
| на 1 ц продукції | 901,1743738 | 892,3286506 |

Таблиця 4.2 - Розрахункові дані ефективності виробництва сої

| Показники | Існуюча технологія | Пропонована технологія | Відхилення, % |
|--|--------------------|------------------------|---------------|
| 1. Площа посіву, га | 100 | 100 | 0 |
| 2. Урожайність, ц/га. | 25,6 | 29 | 13 |
| 3. Валовий збір зерна, т | 256 | 290 | 13 |
| 4. Виробничі витрати, тис. грн. | 2307,006 | 2587,753 | 12,17 |
| 5. Собівартість 1 центнера зерна, грн. | 901,174 | 892,329 | -1,0 |
| 6. Ціна продукції, грн./ц. | 1700,0 | 1700,0 | 0 |
| 7. Вартість продукції, грн. | 4352000 | 4930000 | 13 |
| 8. Умовний прибуток, тис. грн. | 2044,994 | 2342,247 | 14,53 |
| 9. Додаткова сума прибутку, тис. грн. | | 297,25 | |

Висновок: розрахунки свідчать, що в господарстві втілення новітньої технології вирощування сої забезпечує збільшення обсягу виробництва продукції на 13%, при зменшенні собівартості 1 ц зерна на 1,0 %, з площі в 100 га підприємство отримує додаткову суму прибутку в 297,25 тис. грн.

ВИСНОВКИ

У процесі дослідження встановлено, що чинна технологія вирощування сої, яка використовується в господарстві, не відповідає сучасним вимогам інтенсивного сільськогосподарського виробництва. Її застосування не забезпечує стабільно високих показників урожайності, а також супроводжується значним зростанням витрат живої праці. Суттєвим недоліком є систематичне порушення агротехнічних строків виконання окремих технологічних операцій, що негативно позначається на загальній ефективності виробництва. Крім того, спостерігається відхилення від регламентованих вимог технологічного процесу, що проявляється у нераціональному використанні машинно-тракторного парку: агрегати часто формуються без урахування оптимального складу, необхідного для ефективного виконання певних завдань. У низці випадків спостерігається залучення ручної праці, що є недоцільним і знижує рівень механізації виробництва.

У межах проведених науково-технічних розробок було запропоновано вдосконалену інтенсивну технологію вирощування сої, яка відповідає сучасним вимогам до ресурсозбереження та підвищення продуктивності. Впровадження цієї технології дозволяє досягти суттєвого підвищення урожайності культури, зменшити витрати трудових ресурсів на одиницю продукції, а також оптимізувати рівень експлуатаційних витрат на основні технологічні процеси.

Поглиблений аналіз передпосівного обробітку ґрунту виявив наявність критичної проблеми — значної нерівності поверхні полів, яка ускладнює подальше здійснення якісної сівби. Нерівний рельєф поля сприяє нерівномірному заглибленню насіння, що знижує енергію проростання, уповільнює розвиток рослин і призводить до зниження урожайності. З метою вирішення зазначеної проблеми було сконструйовано спеціалізований

грунтообробний агрегат, основними функціональними характеристиками якого є забезпечення якісного вирівнювання поверхні, створення рівномірної агрегатної структури ґрунту та оптимізація фракційного складу обробленого шару. Важливою особливістю нової конструкції є її здатність ефективно знищувати бур'янисту рослинність без використання хімічних засобів захисту, зокрема передпосівних гербіцидів, що сприяє зменшенню антропогенного навантаження на агроєкосистему.

Запропоновані заходи з модернізації технологічного процесу вирощування сої забезпечили позитивні економічні результати. Зокрема, було зафіксовано зниження собівартості продукції на 1,0% у порівнянні з показниками, які спостерігалися при застосуванні традиційної технології. Одночасно з цим відбулося зростання валового збору продукції на 13%, що підтверджує ефективність розроблених рішень. За умови вирощування сої на площі 100 гектарів, підприємство отримало додатковий прибуток у розмірі 297,25 тис. грн, що свідчить про доцільність впровадження інноваційних підходів до організації технологічного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Процеси, машини та обладнання АПВ: навч. посіб. / М. О. Свірень, В. П. Смірнов, І. М. Осипов та ін. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2018. - 296 с.
2. Сільськогосподарські машини: навч. посіб. / П. В. Сисолін, В. М. Сало, М. О. Свірень та ін. - 2-е вид., перероб. та доп. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2017. - 156 с.
3. Гунько І.В. Аналіз технологічних систем. Обґрунтування інженерних рішень: навч. посіб. / І.В. Гунько, О.О. Галушак, С.М. Кравець – Вінниця: ВНАУ, 2019. – 216 с.
4. Основні технологічні помилки при обробці ґрунту та їх запобігання [Електронний ресурс] // Галещина машзавод. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://galmash.com.ua/ua/news/osnovnye-tehnologicheskie-oshibki-pri-obrabotke-pochvy-ih-predotvraschenie>.
5. Практикум із машиновикористання в рослинництві : навчальний посібник / А. С. Лімонт [та ін.]. - Київ : Кондор, 2022. - 284 с.
6. Степанець О.І. Обґрунтування параметрів і конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату, побудованого на принципах біоніки: дипломна робота на звання магістр / Степанець Олександр Іванович – Дніпро: ДДАЕУ, 2019. – 74с.
7. Цилюрик Я. Поверхневий обробіток і рослинні рештки / Електронний ресурс/код доступу: <https://www.zerno-ua.com/journal/2019/may-2019-god/poverhneviy-obrobitok-i-roslinni-reshtki>
8. Дегусаров А. Вітчизняна техніка для загортання рослинних решток [Електронний ресурс] / А. Дегусаров, А. Мазуренко, К. Дорошенко // Аграрний сектор України. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://agroua.net/technics/articles/index.php?aid=33>
9. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / [Д. Г. Войтюк, В. О. Дубровін, Т. Д. Іщенко та ін.]. – Київ: Вища освіта, 2004. – 544 с.

10. Гайденко О. Правильний обробіток ґрунту — запорука високих урожаїв [Електронний ресурс] / О. Гайденко // Агробізнес Сьогодні. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9224-pravylnyi-obrobitok-gruntu-zaporuka-vysokykh-urozhaiv.html>.
11. Як досягти раціонального обробітку ґрунту під озимину: поради науковців [Електронний ресурс] // GrowHow.in.ua. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.growhow.in.ua/yak-dosyagty-ratsionalnogo-obrobitku-gruntu-pid-ozymynu-porady-naukovtsiv/>.
12. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів : ДСТУ 4362:2004. – [Чинний від 2006–01–01]. – К.: Держаспоживстандарт України, 2005. – 36 с.
13. Janulevičius, A., Šarauskis, E., Čiplienė, A., Juostas, A., 2019. Estimation of farm tractor performance as a function of time efficiency during ploughing in fields of different sizes. *Biosyst. Eng.* 179, 80–93.
14. Lockwood, C., 2019. *Know Your Farm Machinery (Old Pond Books) 43 Machines including Tractors, Ploughs, Cultivators, Drills, Spreaders, Balers, and More, with Fun Facts and a Full-Page Photo of Each Agricultural Machine.* Old Pond Publishing.
15. Lovarelli, D., Bacenetti, J., Fiala, M., 2017. Effect of local conditions and machinery characteristics on the environmental impacts of primary soil tillage. *J. of Clean. Production.* 140, 479–491.
16. Van Linden, V., Herman, L., 2014. A fuel consumption model for off-road use of mobile machinery in agriculture. *Energy* 77, 880–889.
17. Bell, B., 2019. *Farm Machinery, 6th Edition (Old Pond Books) (6th ed.).* Old Pond Publishing.
18. Godwin, R.J., 2019. A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces. *Soil Tillage Res.* 97, 331–340.
19. Sahu, R.K., Raheman, H., 2006. Draught prediction of agricultural implements using reference tillage tools in Sandy Clay loam soil. *Biosyst. Eng.* 94, 275–

20. McLaughlin, N.B., Campbell, A.J., 2004. Draft-speed-depth relationships for four liquid manure injectors in a fine sandy loam soil. *Canad. Biosyst. Eng.* 46, 2.1–2.5.

21. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в випускних роботах здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. - Суми: СНАУ, 2021.– 16 с.

22. Мікуліна М.О. Методичні рекомендації щодо виконання розділу кваліфікаційної роботи (дипломного проекту) здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія». Суми. 2021. – 44 с.

ДОДАТКИ