

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
_____ Андрій ВОЙТІК
“ ” _____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
_____ магістр
(освітній рівень)

на тему «ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ
СИСТЕМНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ НЕХАТ В
ТЕХНОЛОГІЇ ТОЧНОГО ВИСІВУ»

Виконав: студент 2 курсу, групи 22 м-ім
Спеціальність 208 Агроінженерія
Володимир ПАТОКА
(прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ВОЙТІК
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Освітній рівень магістр
 Спеціальність 208 Агроінженерія
 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри
Андрій ВОЙТІК
 “ ” 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Патоці Володимиру Леонідовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження ефективності застосування системного енергетичного засобу NEXAT в технології точного висіву»

керівник роботи Войтік А.В., к.т.н., доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ 24 ” вересня 20 24 р. № 01-06/261

2. Строк подання студентом роботи 20.11.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: фізико-механічні властивості насіння просапних культур; існуючі технологічні процеси та технічні засоби для сівби просапних культур.

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

аналіз існуючих способів та засобів для технологій колійного землеробства, огляд попередніх досліджень з даного питання; визначення режимів та параметрів роботи агрегату у складі енергетичного засобу та двох сівалок точного висіву; перевірка вірогідності прийнятих теоретичних припущень, визначення енергетичних показників роботи за запропонованою технологією; розробка заходів з охорони праці; визначення ефективності застосування технології сівби.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 12 слайдів) як додаток до доповіді за темою магістерської роботи.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 14 вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	02.10.2023 р.	
2.	Розділ 1. Стан питання та задачі досліджень	02.11.2023 р.	
3.	Розділ 2. Теоретичні дослідження	02.12.2023 р.	
4.	Розділ 3. Охорона праці	15.03.2024 р.	
5.	Розділ 4. Техніко-економічна ефективність машини	30.06.2024 р.	
6.	Виконання графічної частини роботи	17.10.2024 р.	
7.	Представлення роботи керівнику на перевірку	20.11.2024 р.	

Студент

(підпис)

Володимир ПАТОКА
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Андрій ВОЙТІК
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Патока В.Л. Дослідження ефективності застосування системного енергетичного засобу NEXAT в технології точного висіву (Магістерська робота. Умань, Уманський національний університет садівництва, 2024. – 48 с.).

Об'єкт дослідження – технологічний процес та технічні засоби для сівби просапних культур.

Предмет дослідження – параметри роботи системи у складі енергетичного засобу NEXAT та двох сівалок точного висіву.

Мета роботи – підвищення ефективності процесу сівби просапних культур шляхом обґрунтування параметрів системи у складі енергетичного засобу NEXAT та двох сівалок точного висіву.

В роботі написано вступ, дана характеристика та приведено аналіз існуючих конструктивних рішень для сівби просапних культур із застосуванням принципів колійної технології. Проведено огляд попередніх досліджень з даного питання.

Визначено оптимальні параметри роботи заборонованої технічної системи. Визначено енергетичні показники та порівняно їх із класичним варіантом агрегату у складі трактора та сівалки.

Запропоновані заходи з покращення умов охорони праці та довкілля. Визначено показники економічної ефективності від впровадження запропонованого пристрою у виробництво.

Зроблено висновки і пропозиції, складено список використаної літератури.

Ключові слова: ґрунт, сівба, енергетичний засіб, сівалка, колійна технологія, гідропривід.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ НЕХАТ В ТЕХНОЛОГІЇ ТОЧНОГО ВИСІВУ	7
1.1. Переваги технології СТФ	7
1.2. Особливості переходу на технологію СТФ	10
1.3. Можливості та переваги енергетичного засобу Нексат	16
Розділ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	20
2.1. Вивчення та аналіз експлуатаційних показників	20
2.2. Розрахунок показників енергетичної та екологічної оцінки механізованих технологій.....	30
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	35
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	44
Загальні висновки.....	46
Список використаної літератури.....	47

ВСТУП

Комплексна система рослинництва базується на змінному транспортному засобі, який пересувається горизонтально по полю та вертикально по дорогах. Технологію, необхідну для кожного етапу виробництва, можна встановити як модуль у системний трактор, і система може працювати автономно. У компанії кажуть, що заміну модулів може зробити одна людина за 10 хвилин — у майбутньому планується автоматизувати цей крок. Система не потребує додаткових окремих ходових частин.[1]

Система має робочу ширину від приблизно 19 футів до майже 79 футів. Електричні генератори NEXAT наразі працюють від двох незалежних дизельних двигунів потужністю 550 к.с., але система готова до живлення від зелених водневих паливних елементів. Оскільки кожен модуль інтегрований, його вага переноситься на транспортний засіб і оптимізується таким чином, щоб він став самохідною машиною. Це дає змогу керувати інструментами точніше та з меншим ковзанням, зменшуючи споживання палива та викиди CO₂. NEXAT каже, що система забезпечує на 50% більше потужності при 40% меншій вазі.[1]

Транспортний засіб може використовуватися для ведення сільського господарства з контрольованим рухом і підготовлений до повної автономності, оскільки має постійну робочу ширину. NEXAT каже, що 95% загальної площі ріллі ніколи не буде переповнено машиною, забезпечуючи можливе збільшення врожаю на 10-20%. Зазвичай сільськогосподарська техніка проїжджає понад 60-80% поля. Фелікс Калверкамп, керуючий директор NEXAT, каже, що збільшення врожайності може призвести до збільшення прибутковості виробника на 20-50%.

Компанія передбачає, що виробники, які використовують цю машину, отримають додаткові переваги, такі як стійке покращення ґрунту завдяки безперервному накопиченню гумусу, значна економія CO₂ та запобігання ерозії. Калверкамп каже, що екологічна та економічна стійкість відіграли центральну роль у розробці машини. Модульна конструкція знижує витрати на придбання та економію електроенергії на 20-40% порівняно зі звичайними машинами.[1]

Система вже 3 роки успішно використовується в рослинництві в реальних умовах. У 2022 році вона отримала золоту нагороду Agritechnica Innovation Award.

Компанія NEXAT була заснована в 2017 році компанією Kalverkamp Innovation GmbH у співпраці з іншими виробниками сільськогосподарської продукції. Шведська компанія Väderstad, яка займається сільськогосподарським обладнанням, допомогла в розробці та адаптації конкретних модульних рішень і планує запропонувати їх для нової системи вирощування сільськогосподарських культур у майбутньому. NEXAT займається розробкою, виробництвом і розповсюдженням нового процесу рослинного виробництва.[1]

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ NEHAT В ТЕХНОЛОГІЇ ТОЧНОГО ВИСІВУ

1.1. Переваги технології СТФ

Вигоди від СТФ можна розглядати в широкому сенсі як економічні (збільшення прибутку при вирощуванні зернових) так і екологічні (покращення стану ґрунтових вод та атмосфери). Насправді ці два фактори тісно пов'язані між собою та є взаємозалежними, але не всі вигоди легко виразити у фінансовому плані. Технічні виклики, пов'язані з СТФ потребують детального розгляду, а також реалістичного розуміння того, як оцінені вигоди можуть допомогти профінансувати витрати на СТФ під час запланованого переходу.

СТФ забезпечує кращий і рівномірніший ріст культур та врожайність. Якість зерна також покращується завдяки випробуванням які показують меншу кількість відсіву в зернових і більше олії в ріпаку. Хоча зернові часто мають нижчий вміст білка; цього можна очікувати через вищу врожайність і більшого розміру зерна, вирощеного з тією ж кількістю азоту. Виміряні та розраховані переваги врожайності становлять від 2 до 16 відсотків, залежно від типу ґрунту та місцевого клімату . [7]

Зменшення витрат на паливе - це перевага СТФ, яку більшість фермерів знаходять , як тільки вони запускають свою систему. Покращена ефективність використання палива досягається завдяки тому, що техніка рухається по твердих компактних колісних доріжках з меншим опором коченню та пробуксовкою коліс порівняно з роботою на м'якому ґрунті. Двадцять п'ять відсотків скорочення використання палива було виміряно в системах СТФ з нульовою обробкою ґрунту в Західній Австралії. Дослідження в Квінсленді показали що до 50 відсотків менше використання палива, коли технологія СТФ використовується на глинистих ґрунтах ґрунтах.

Фермери, які використовують технологію СТФ, часто повідомляють про більш плавний хід по твердій колії коліс. Це покращує комфорт водія, особливо під час обприскування та внесення добрив, а також зберігає здоров'я спини, що дозволяє довше працювати в сільському господарстві. Однак потрібно бути обережним, щоб не допустити грубого руху під час

розвороту обприскувача на другому колі навколо поворотних смуг, де постійні сліди коліс часто не дуже чітко окреслені. Також гусеничні трактори для обприскування на твердих коліях іноді можуть спричиняти сильні вібрації. Однак, такий загалом більш плавний хід з системами СТФ є гарним доповненням до меншої втоми водія втоми від використання авто підсилювача.[15]

Дуже часто зустрічаються повідомлення про те, що фермери, які застосовують СТФ можуть обприскувати свої поля, коли їхні сусіди, які не займаються СТФ, не можуть робити це, а також можуть зібрати врожай, коли їхні сусіди, які не застосовують технологію СТФ не можуть зробити це, і розчаровано намагаються витягти загрузлий комбайн з мокрої заїмки під час мокрого збору врожаю. Важко оцінити ці переваги в доларовому еквіваленті, але в екстремальних випадках це може бути різницею між прибутком або збитками від вирощування сільськогосподарських культур. [8]

СТФ підвищує ефективність посіву (якщо відповідна система наведення ще не створена) тому що система наведення використовується для створення рівномірно розташованих колії коліс по полю. Економія насіння, добрив, гербіцидів і палива при перекритті буде залежати від точності використовуваної системи наведення і форми поля. Було виявлено економію від трьох відсотків при використанні систем маркерних стріл до 10 відсотків при використанні систем GPS-автонавігації з RTK +/- 2 см. Використання високоточних систем керування стає все більш поширеним у системах широкорядного землеробства. Однак, оскільки вигода від контролю ущільнення набагато більша, ніж економія на перекритті, розробка системи СТФ є ще більш вигідним рішенням.

Коли добрива використовуються більш ефективно, можна отримати більший урожай зерна за ту ж кількість добрив на міліметр опадів у період росту. Іншими словами, для досягнення такого ж врожаю при такій самій кількості опадів може знадобитися менше добрив. Це, ймовірно, пов'язано з покращенням здоров'я ґрунту, яке сприяє більш активним корисним мікробним перетворенням поживних речовин, таким як мінералізація азоту, і зменшенню шкідливих мікробних процесів, таких як денітрифікація. Кращий стан ґрунту на полях, оброблених за технологією СТФ, досягається завдяки його більшій пористості та легшому дренажу, що зменшує частоту і тривалість заболочення, а також сприяє розвитку макрофауни ґрунту (черв'яків, мурах і термітів).

Evans та ін. (2011) виявили, що технології STF та нульового обробітку у низькоопадному суглинковому ґрунті сприяли активності термітів і призвели до кращих врожаїв, найімовірніше завдяки азоту, який фіксують азотфіксуючі бактерії у кишківнику термітів. Значна активність термітів спостерігалася на добре встановлених фермах STF на піщаних і суглинкових ґрунтах у північно-східному районі з низькими опадами, а також велика активність дощових черв'яків була зафіксована на фермах з високими опадами на глиняному ґрунті поблизу Есперанса.

Детальні дослідження впливу технологій STF та нульового обробітку на вертісол у південно-східному Квінсленді показали, що STF може збільшити кількість дощових черв'яків, кліщів і веснянок на 160%, 40% і 40% відповідно, порівняно з традиційними методами обробітку. Зменшення втрат азоту у вигляді закису азоту і зменшення втрат поживних речовин з поверхневим стоком, разом із зменшенням вимивання і покращенням біологічної активності ґрунту, можуть пояснити анекдотичні свідчення про підвищення врожайності завдяки зменшенню внесення добрив. [10]

Це може відбуватися в STF завдяки легшому дослідженню коренів ґрунту та кращому перехопленню доступної води. Ферми STF у Західній Австралії продемонстрували ефективність використання води ефективність використання води вище 20 кг/мм. Пікові показники інфільтрації та доступної води рослинами на фермах STF були на 40-50 відсотків вищими у глинистих ґрунтах Квінсленду.

Стабільні сліди від коліс і м'який ґрунт забезпечують кращу тягу та менший опір під час сівби або обробітку ґрунту. Це дозволяє використовувати трактори з меншою потужністю, такі як трактори з переднім приводом. Трактори на гусеничному ході мають перевагу в цьому аспекті, оскільки їх тяговий коефіцієнт вищий порівняно з колесними тракторами, які можуть потребувати подвійних або потрійних коліс для забезпечення такої ж тяги. [7]

Використання трактора з меншою потужністю має низку переваг, включаючи зниження витрат на капітал і амортизацію, а також кращу сумісність з іншими сільськогосподарськими операціями, такими як обприскування, розподіл добрив і буксирування бункерів. Ці переваги часто враховують на фермах STF у Східній Австралії, і дедалі більше фермерів у Західній Австралії починають усвідомлювати їх та використовувати трактори з меншою потужністю.

Завдяки впровадженню технології STF може зменшуватися споживання викопного пального, а отже, знижуються викиди вуглекислого газу з ферми. Утворення закису азоту і метану в умовах водяного заболочення з недостатнім киснем є меншим на фермах, де застосовується STF і де здоров'я ґрунту покращене, порівняно з фермами без STF у районі Дарлінг-Даунс в Квінсленді, якщо проблеми з підґрунтям були достатньо усунені. Таким чином, можливо, що викиди парникових газів з ґрунту на фермах STF є меншими, але ця інформація ще не була оцінена для Західної Австралії.

Менше обмежень для росту коренів у піщаних ґрунтах сприятиме кращому поглинанню поживних речовин коренями, що може підвищити ефективність добрив і далі знизити витрати на внесення. Перевага може бути помітною тільки в період вегетаційного росту культури, тому вимивання під час літнього періоду або під час екстремальних дощів не буде зменшене.[10]

Достатнє покриття ґрунту є основною умовою для зменшення ризику водної ерозії шляхом підвищення ерозійної стійкості поверхні ґрунту до поверхневого стоку води. Поверхневий стік води сприяє поганій інфільтрації. Добрий стан ґрунтів на фермах з технологією STF, якщо проблеми з підґрунтям були достатньо усунені, покращує інфільтрацію під час великих дощів і може мінімізувати стік; для деталей

Masters та ін. продемонстрували значне зменшення втрат поживних речовин з стоком у умовах STF. Це дослідження проводилося на плантаціях цукрової тростини, але втрати поживних речовин, ймовірно, прямо пропорційні стоку в будь-якій культурі.[8]

1.2. Особливості переходу на технологію STF

В цьому підпункті я б хотів описати переналаштування тракторів на технологію STF і вже виходячи із цього висвітлити головні проблеми.

Врешті-решт, всі сліди від коліс техніки мають відповідати один одному, щоб обмежити колеса важкої техніки постійними транспортними шляхами. Проте великі жатки, відцентровані передні частини або повітряні сівалки шириною більше 12 м можуть ускладнити відповідність. Щоб спростити перехід до технології STF, рекомендується розробити план інвестицій у техніку, який дозволить внести зміни в межах бюджету

ферми. Це може бути план на кілька років. Оцінені переваги можуть допомогти спланувати терміни повернення витрат. [9]

Кроки для розробки плану інвестицій у техніку:

- Визначити, чи використовувати англійські чи метричні одиниці вимірювання (це стосується машин і відстані між рядами).
- Вибирати робочу ширину і відповідність в кратних значеннях (кратні 9 або 12 м є найпоширенішими).
- Синхронізувати сліди (для коліс або гусениць з навантаженням більше однієї тони). Орієнтуватися на розмір жатки, оскільки він є найбільш обмежувальним. Переконатися, що машини можуть перейти на колію 3 м.
- Вибирати тип і ширину сліду від коліс, який ви хочете залишити (розмитий, чистий тощо).

Перед тим як братися за газовий різак для модифікації ширини техніки або осей, досвід показує, що краще виміряти двічі та різати один раз (рис. 1.1) . Особливо важливо перевірити фактичну ширину різання жатки і відповідно налаштувати ширину планки, щоб уникнути залишення неврожайних рядів культури.[9]



Рисунок 1.1 – Ретельне вимірювання техніки(Джерело:Tim Neale, precisionagriculture.com.au).

Багато з ранніх прибічників технології контрольованого обробітку ґрунту виявили, що 9 м не є 30 футами. Жатка шириною 30 футів дорівнює 9.14 м, жатка шириною 40 футів — 12.2 м, тому найзручніше обрати одні одиниці вимірювання, щоб уникнути помилок у розрахунках.

Австралійські обприскувачі часто мають метричну шкалу з розташуванням форсунок на відстані 50 см, тому узгодження з англійськими сівалками може бути проблемою. Обприскувачі, імпортовані з США, можуть бути як в англійських, так і в метричних одиницях вимірювання.[9]

Переведення обприскувача на англійську шкалу (20 дюймів, 50.8 см) може бути дешевшим, ніж перетворення жаток або сівалок. Для обробки ґрунту гербіцидами на ширших рядах культур найкраще розташування форсунок — або над попередніми залишками, або в центрі між ними, щоб зменшити втрати гербіциду на стеблах. Форсунки, розташовані безпосередньо над рядком культури, також дозволяють здійснювати рядкове обприскування для деяких культур.

Розумний підхід — працювати в метричних одиницях для рами і обприскувача, а в англійських для жатки, наприклад, 12 м рами, 36 м обприскувач і жатка шириною 40 футів (12.2 м). Таким чином, у вас завжди буде невелике перекриття на жатці, щоб забезпечити, що весь урожай потрапляє в передню частину.

Ідеальною основою для визначення робочої ширини машини є жатка. Жатка є однією з найважливіших машин, що використовуються в сільському господарстві, з повною ємністю приблизно 10 т зерна. Вона також може мати найширшу колісну базу та найширші шини. Ширина колії зазвичай становить близько 3.05 м (10 футів), і деякі нові моделі не можуть бути модифіковані на меншу ширину. Дехто може стверджувати, що ущільнення не відбувається під час збору врожаю, коли ґрунт зазвичай сухий, але достатньо одного вологого сезону збору врожаю, щоб залишкове ущільнення мало тривалий ефект на багато років. Легкі піски можуть ущільнюватися на глибині, коли поверхня суха, але ще волога на глибині. Дослідження в Східній і Західній Австралії та по всьому світу показали, що ущільнення під час збору врожаю може викликати зниження врожайності на 15–24 відсотки, що відповідає вартості від 120 до 350 доларів США за гектар у зоні з колесами, в залежності від потенціалу врожайності та поточних цін на зерно (Neale 2012).[9]

Ширини колій коліс зазвичай становлять 3 м або 2.2–2.4 м. Три метри є близькими до ідеального відстані, оскільки це дозволяє врахувати ширину жатки. Жатки на подвійних шинах не так добре узгоджуються, як жатки на гумових гусеницях. З кожним роком з'являється все більше техніки, яка з заводу має ширину колії 3 м. Важливо перевірити, чи може

техніка бути модифікована для досягнення ширини колії 3 м. Потрібно бути уважним тому що не всі виробники надають гарантію на техніку, модифіковану до 3 м, тому потрібно перевірити гарантію для кожної машини та дотримуватися відповідних стандартів охорони праці та безпеки.

Можливо модифікувати та зміцнити осі. Існують комерційно доступні гідравлічно регульовані осі (2–3 м), які дозволяють розширювати або зменшувати ширину осі для зручності пересування по дорогах. Проте потрібно подивитися на можливість заміни причіпного обприскувача на самохідний, якщо планується перехід на ширину колії 3 м. [3]

Трактор (обприскування, сівба і розкидання добрив)

- Використовувати регулювання, передбачене виробником (рис.1.2).
- Подовжити та зміцнити осі(рис.1.3,1.4).
- Використовувати «котушки» для подовження передніх осей (рис1.5,1.6).
- Перейти на трактор з гусеницями і налаштуваннями для міжрядь на ширину колії 3 м (зазвичай це робиться на заводі, і можливості для після продажних модифікацій обмежені).



Рисунок 1.2-1.6. – Переналаштування тракторів

Краще подовжувати (різати і зварювати) осі, оскільки фермери, які використовували "котушки" для подовження передніх осей, повідомляють

про підвищене зношування підшипників коліс і поворотних штифтів, що іноді призводить до поломки осей. Однак, якщо трактор потрібен для інших завдань, таких як косіння трави, можливість легко знімати "катушки" для звуження колії є перевагою.[3]

Подвійні шини можна знімати відповідно до специфікацій виробника, щоб встановити одинарні шини на ширині 3 м. В деяких випадках для забезпечення достатнього зчеплення при глибокому рихленні через існуюче ущільнення можуть знадобитися подвійні або потрійні шини на початкових етапах створення постійних колій. Додаткові шини також можуть знадобитися для покращення флотування в інших частинах сівбового процесу. Щоб обмежити більшість ущільнення основними коліями при ширині 2 м, підвищте тиск в внутрішніх подвійних шинах і зменште його в зовнішніх. Тоді зовнішні шини створюватимуть менше ущільнення поза колією і можуть покращити флотування, коли трактор знаходиться поза колією, наприклад, на кінцях поля, подібно до допоміжних коліс на дитячому велосипеді. Будьте обережні, щоб не знижувати тиск у зовнішніх шинах занадто сильно, щоб уникнути їх пошкодження. Необхідно дотримуватись мінімальних специфікацій тиску в шинах, і комбінований тиск повинен бути достатнім для підтримки загального навантаження.

В системах з коліями шириною 3 м часто зовнішня подвійна шина знаходиться на колії, а внутрішня — поза нею, але гарантія на трактор може постраждати від низького тиску у внутрішніх шинах і високого — у зовнішніх.

Осі розкидача можна модифікувати, використовуючи «катушки» або старі вантажні ободи, або ж подовжуючи (різати і зварювати) осі(Рис.1.7).



Рисунок 1.7 – Модернізація розкидача добрив

Змінити осі комбайна досить складно, тому зазвичай інші машини доводиться модифікувати, щоб вони відповідали його розмірам. На деяких старих моделях комбайнів можна повертати передні колеса. Доступ до точок змащення за колесами може бути обмежений на деяких моделях. Загальне правило для модифікації колій комбайна полягає в тому, що передні колеса встановлюються на їх мінімальну ширину, а задні колеса слідує у слідах передніх коліс.[3]

Осі можуть бути розширені для відповідності ширшим коліям, але основна складність полягає в розвантаженні комбайна, коли обидві машини знаходяться на сусідніх коліях. Наприклад розвантаження комбайна з 9,1 м. жаткою в перевантажувач на сусідніх коліях може відбуватися лише при умові якщо довжина вигружного шнека є 6,7 м. Проте для більшості комбайнів доступні подовжувачі шнеків, які дозволяють розвантажувати в перевантажувач з колій (Рис. 1.8).

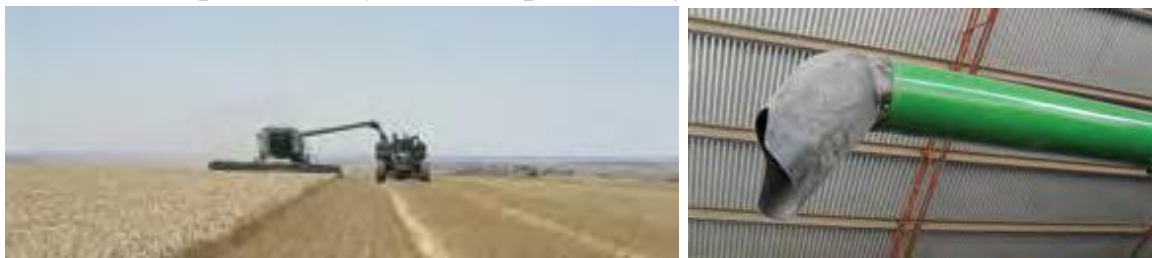


Рисунок 1.8 – Модернізація комбайна

Отже, переналаштування техніки на технологію контрольованого обробітку ґрунту (СТФ) супроводжується низкою проблем, які можна узагальнити так:

- Узгодження Робочої Ширини:

Широкі машини, такі як жатки і сівалки, можуть ускладнити досягнення відповідності у робочих ширинах. Необхідно вибрати машини з робочими ширинами, що є кратними стандартним значенням (наприклад, 9 м або 12 м).

- Модифікація Ширини Колій:

Ширини колій техніки повинні відповідати стандартам (наприклад, 3 м) для забезпечення узгодженості з СТФ. Модифікація осей або використання спеціальних пристосувань може бути необхідною, але це може бути складним і дорогим процесом.

- Проблеми з Модифікацією Техніки:

Модифікація техніки, такої як обприскувачі, трактори і комбайни, для відповідності вимогам СТФ може бути складною і потребувати значних

витрат. Зокрема, не всі виробники надають гарантію на техніку, модифіковану для досягнення ширини колії 3 м.

- Практичні Аспекти:

Різні типи техніки мають специфічні вимоги до налаштувань і модифікацій, що ускладнює забезпечення їхньої узгодженості і функціональності.

Таким чином, переналаштування техніки на технологію CTF вимагає ретельного планування, узгодження різних параметрів техніки та врахування можливих витрат і складнощів у модифікації обладнання.

1.3. Можливості та переваги енергетичного засобу Нексат

Система NEXAT

- NEXAT є комплексною системою вирощування сільськогосподарських культур[6]
- "Все-в-одному" - Один транспортний засіб для всіх етапів/застосувань
- Різні знаряддя приєднуються до транспортного засобу NEXAT через універсальний інтерфейс
- Кожне застосування стає самохідним завдяки NEXAT
- Знаряддя перевозяться і експлуатуються за допомогою NEXAT, що усуває необхідність у власному шасі, двигуні, кабіні тощо
- NEXAT працює в системі WS-CTF (Widespan Controlled Traffic Farming) - використання постійних/стабільних/річних транспортних шляхів[6]

Conventional Technology:

NEXAT System:

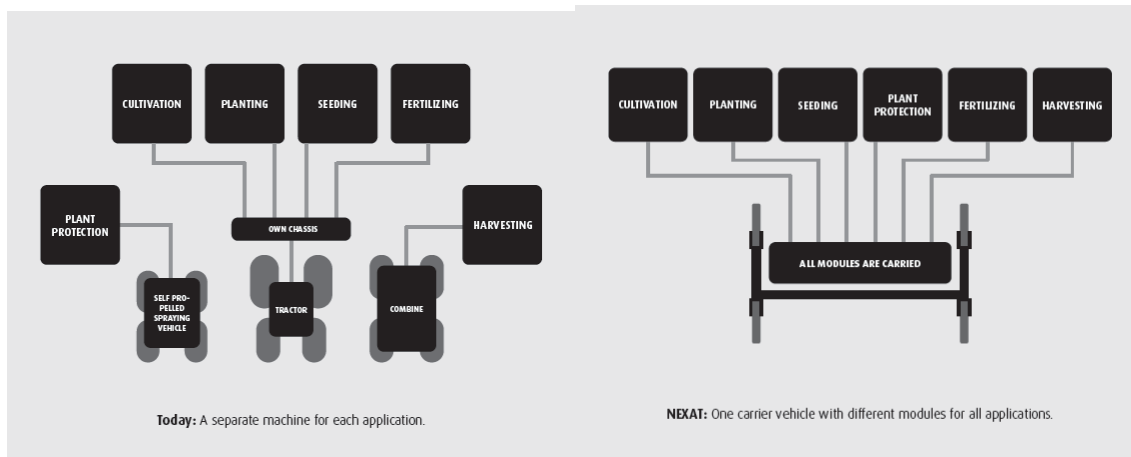


Рисунок 1.9. –Система NEXAT[6]

Переваги NEXAT порівняно з традиційними агротехнологіями

а) Агрономічні:

- Система WS-CTF запобігає ущільненню ґрунту в зоні росту рослин
- Ґрунт не ущільнюється (порівняно з CTF)[7]
- Вища корисна польова ємність (ущільнення структури ґрунту призводить до більшої кількості дрібних пор. Вода в цих дрібних порах відома як «мертва вода» і недоступна для рослин)
- Покращена проникність коренів (більше коренів можуть поглинати більше води і поживних речовин)
- Хороша аерація ґрунту (при відсутності кисню - анаеробні умови - нітрат зменшується/перетворюється на закис азоту в процесі денітрифікації і втрачається як добриво)
- Мало потреби в глибокій обробці ґрунту (для боротьби з ущільненням)[8]
- Покращена біологія ґрунту або вона зберігається (живі організми та мікроорганізми в ґрунті залишаються не порушеними)
- Сприяє росту коренів, що дозволяє більш повно використовувати потенціал врожайності (більша поверхня коренів поглинає більше води та поживних речовин)
- Знижене споживання енергії (немає витрат пального на глибоку обробку)
- Ґрунтова кірка не знищується[9]
- Краща інфільтрація води і, таким чином, знижений ризик ерозії: Буферизація інтенсивних дощів (підвищена інфільтрація означає, що вода швидше проникає в ґрунт, що запобігає стіканню води разом із шаром ґрунту)
- Збільшене використання корисної польової ємності (більше води проникає в ґрунт і зберігається), підвищена стійкість до посушливих періодів
- Поліпшена ефективність використання поживних речовин[10]
- Завдяки більшій частці середніх пор, вода краще і довше утримується в ґрунті, тому поживні речовини не змиваються так швидко
- Крім того, рослини краще поглинають поживні речовини завдяки збільшеному росту коренів

- Наслідок: зменшення евтрофікації вод (вхід поживних речовин у води порушує їх екосистему)
 - Прискорене формування органічної речовини в ґрунті[11]
 - Збільшення вмісту гумусу в ґрунті
 - Це також призводить до покращення ґрунтового життя
 - Додатково, більше вуглецю зв'язується в ґрунті, таким чином, ґрунт виступає як вуглецевий резервуар
 - В цілому, уникнення ущільнення веде до покращення здоров'я ґрунту або збереження його здоров'я, що, в свою чергу, протидіє деградації орних земель[12]
 - Збереження здоров'я ґрунту є ключовим фактором для довгострокової безпеки продовольчого виробництва
 - Додатково, NEXCO (модуль для збору врожаю) забезпечує оптимальний розподіл соломи по всій робочій ширині і таким чином оптимальне змішування органічної речовини, що знову веде до рівномірного вмісту органічної речовини в ґрунті
 - Загалом, система забезпечує перевагу в тому, що ґрунти більш рівномірні, а отже, культура росте більш однорідно
- б) Технічні переваги[6]
- Один транспортний засіб для всіх застосувань
 - Максимальне зчеплення, оскільки жодне знаряддя не тягнеться, кожне знаряддя переноситься
 - Система має інтремодульну конструкцію (наприклад, Seedhopper, який може використовувати різні інструменти)
 - Дизель-електричний привід (E-Drive) забезпечує роботу з максимальною ефективністю і, таким чином, зменшене споживання пального → зменшені змінні витрати
 - Висока потужність:
 - Машина розрахована на трьохзмінний режим роботи
 - Дозволяє комбінацію етапів застосування, наприклад, на ширині 14 м (45.93 фути) для підготовки посівного ложа і розподілу за один раз → зменшені змінні витрати
- в) Переваги системи[6]
- Одна машина, яка збирає і зберігає дані.
 - Відсутність необхідності в передачі даних між різними машинами та/або форматами даних, що спрощує управління даними.

- Data Harvester: транспортний засіб, обладнаний усіма датчиками, збирає та комплексно оцінює всі дані на полях, від посіву/садіння до збору врожаю протягом кількох років — єдина платформа для управління даними.
- NEXAT забезпечує найстійкішу форму сільського господарства в світі (CO2 еквівалент / тонна врожаю).

РОЗДІЛ 2 . ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

2.1. Вивчення та аналіз експлуатаційних показників[2]

Визначаємо тягове зусилля трактора на кожній з передач:

$$P_m = P_{руш} - P_f - P_\alpha, = 227,4 \text{ кН}, \quad (2.1)$$

де $P_{руш}$ – рушійна сила, кН;

P_f – опір коченню трактора, кН;

P_α – опір руху трактора, кН.

Нормальну дотичну силу тяги P_∂ розраховуємо за формулою:

$$P_\partial = \frac{10^4 \cdot N_{ен} \cdot i_{тр} \cdot \eta_m}{n_n \cdot r_k}, = 268 \text{ кН}, \quad (2.2)$$

де $N_{ен}$ – нормальна потужність двигуна, кВт. $N_{ен} = 800$ кВт;

$i_{тр}$ – передаточне число трансмісії;

η_m – механічний коефіцієнт трансмісії (приймаємо $\eta_m = 0,92$);

n_n – номінальна частота обертання колінчастого валу (хв⁻¹);

r_k – радіус кочення ведучої зірочки, м.

Нормальну силу зчеплення P_z ведучого механізму трактора з ґрунтом визначають за формулою:

$$P_z = \mu \cdot G_z, = 261 \text{ кН}, \quad (2.3)$$

де μ – коефіцієнт зчеплення ведучого механізму з ґрунтом;

для стерні нормальної вологості (3 фон) $\mu_z = 0,9$.

G_z – сила тяжіння, що припадає на ведучі колеса, кН.

Опір коченню трактора визначаємо за формулою:

$$P_f = f \cdot G, = 31,9 \text{ кН}, \quad (2.4)$$

f – коефіцієнт опору кочення трактора.

Опір руху P_α на місцевості з кутом похилу α визначаємо за формулою:

$$P_{\alpha} = \pm G \cdot \sin \alpha \approx \pm G \cdot \frac{i}{100}, = 8,7 \text{ кН}, \quad (2.5)$$

де α – кут схилу (градусів);

i – нахил місцевості (%).

Графік тягового балансу Nexat (рис. 2.1) будемо в прямокутних координатах. По осі абсцис відкладаємо значення коефіцієнта зчеплення ведучого апарата з ґрунтом μ , а по осі ординат – значення складових тягового балансу P_o , P_z , P_f , P_{α} для двох станів поля при роботі на одній передачі. На графіку тягового балансу відмічаємо зони достатнього та недостатнього зчеплення.

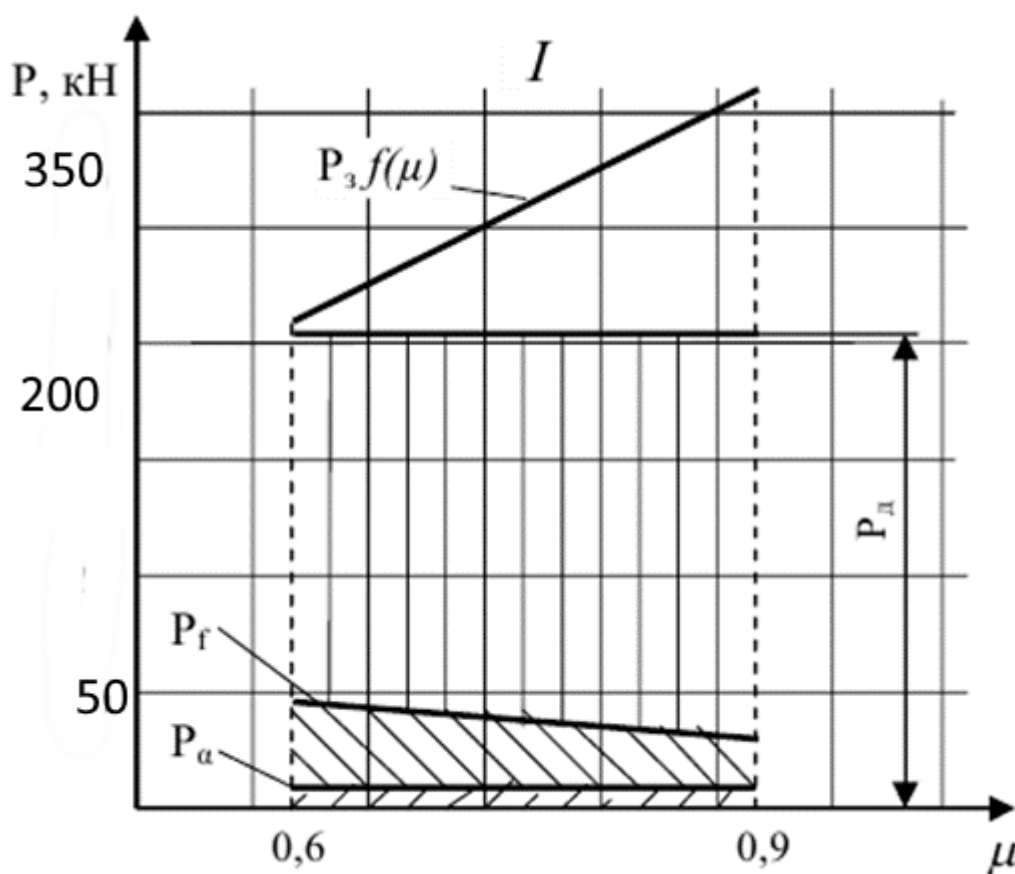


Рисунок 2.1 – Графік тягового балансу

Визначення балансу потужності та його складових

Баланс потужності описується таким рівнянням:

$$N_e = N_m + N_{mp} + N_o + N_f + N_{\alpha} + N_{ВВП}, \text{ кВт}, \quad (2.6)$$

де N_e – ефективна потужність трактора, кВт;

N_m – тягова потужність трактора, кВт;

N_{mp} – затрати потужності в трансмісії, кВт;

N_o – затрати потужності на буксування, кВт;

N_f – затрати потужності на переміщення, кВт;

N_α – затрати потужності на підйом, кВт;

N_{BPI} – потужність, яка реалізується через ВВП, кВт.

Визначаємо N_m з формули (2.6)

$$N_m = N_e - N_{mp} - N_o - N_f - N_\alpha - N_{BPI}, = 325,3 \text{ кВт}, \quad (2.7)$$

Втрати потужності в трансмісії:

$$N_{mp} = N_e \cdot (1 - \eta_m), = 24 \text{ кВт}, \quad (2.8)$$

де η_m – механічний та гідравлічний коефіцієнт корисної дії трансмісії

Для цього визначаємо показник p :

$$p = \frac{P_m \cdot k_{вик}}{P_3}, = 0,74 \quad (2.8)$$

де P_m – тягове зусилля трактора, кН;

P_3 – сила зчеплення ведучого механізму трактора з ґрунтом, кН;

$k_{вик}$ – коефіцієнт використання тягового зусилля, який приймають в межах 0,75...0,85 (приймаємо 0,85).

Реальна робоча швидкість руху з врахуванням буксування буде рівна 14,8 км/год:

Втрати потужності на буксування N_o визначаємо за формулою:

$$N_o = \frac{P_{руш} \cdot (V_m - V_p)}{3,6} = N_e \cdot \eta_{mp} \cdot \frac{\delta}{100}, = 14,9 \text{ кВт}, \quad (2.9)$$

де $P_{руш}$ – рушійна сила трактора, кН;

V_m – теоретична швидкість руху, км/год;

δ – коефіцієнт буксування рушіїв, %.

Втрати потужності на подолання підйому визначаємо за формулою:

$$N_{\alpha} = \frac{P_{\alpha} \cdot V_p}{3,6}, = 35,8 \text{ кВт}, \quad (2.10)$$

Визначаємо тягову потужність. В розрахунках приймаємо $N_{ВВП} = 0$ кВт.

Визначаємо умовний ККД трактора за формулою:

$$\eta_{mp} = \frac{N_m}{N_{en}} = 0,81 \quad (2.11)$$

Висновки. Аналізуючи графік тягового балансу Nехат (рис. 2.1) можна зазначити, що:

- 1) умова достатнього зчеплення рушіїв Nехат виконується при його русі, як на стерні нормальної вологості, так і на свіжозораному полі;
- 2) найбільше тягове зусилля P_m (кН) Nехат розвиває при русі на стерні нормальної вологості 227,4 кН з коефіцієнтом буксування $\delta = 1,5\%$.
- 3) коефіцієнт використання тягової потужності двигуна (η_{mp}) становить 0,81, що навіть трохи вище встановленої норми ($\eta_{mp} \geq 0,7...0,8$).

Розрахунок енергетичних показників [2]

Із технічної характеристики відповідних машин з'ясовуємо: експлуатаційна вага енергетичного засобі – 290 кН; номінальна потужність двигуна 400 кВт; конструктивна ширина захвату 7 м, місткість насіннєвого ящика $\xi_{ня} = 0,07 \text{ м}^3$ і тукового $\xi_{тя} = 1,5 \text{ м}^3$ (табл. 18)

Розрізняють конструктивну (суху) та експлуатаційну (в стані повної заправки та з врахуванням маси обслуговуючого працівника) масу машини. Визначимо експлуатаційну масу сівалки за формулою:

$$m_{ем} = m_{км} + \xi_{ня} \cdot \rho_n + \xi_{тя} \cdot \rho_o + m_{np} = 5360 \text{ кг}, \quad (2.12)$$

де $m_{км}$ – конструктивна маса сівалки, кг

$$m_{км} = \frac{G_k}{g} = 4200, \quad (2.13)$$

G_k – вага сівалки, Н;

$\xi_{ня}$, $\xi_{тя}$ – місткість відповідно насінного і тукового ящиків сівалки, м^3 ;

ρ_n , ρ_o – об'ємна маса відповідно насіння та мінеральних добрив, $\text{кг}/\text{м}^3$;

m_{np} – маса працівника, який обслуговує сівалку, кг. (для розрахунків приймаємо $m_{np} = 70$ кг.

Агротехнічно допустима швидкість роботи сівалки Vaderstad Tempo обмежена інтервалом до 17 км/год. Проведемо розрахунок питомого опору сівалки для вказаних швидкостей руху:

$$k = k_0 \left[1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta_0}{100} \right] = 4,16, \quad (2.14)$$

де k_0 – питомий опір машини при русі із швидкістю $V_0 = 5$ км/год (табл. 17);

V_p – збільшена швидкість руху агрегату, для якої підраховуємо k ;

Δ_0 – темп приросту питомого тягового опору, % на 1 км/год підвищення робочої швидкості руху агрегату від початкового значення $V_0 = 5$ км/год.

Визначаємо робочий тяговий опір R_m , (кН) сівалки за формулою, яку можна використовувати для розрахунку робочого тягового опору всіх причіпних сільськогосподарських знарядь за винятком плугів:

$$R_m = k \cdot B_k + G_m \cdot i = 30,2 \text{ кН}, \quad (2.15)$$

де k – питомий тяговий опір машини, що відповідає обраній швидкості руху, кН/м (знайдений вище);

B_k – конструктивна ширина захвату машини, 7 м;

G_m – експлуатаційна вага сівалки (розрахована раніше) 52,530 кН;

i – схил місцевості, соті частки одиниці $i = 0,02$.

При проведенні експлуатаційних розрахунків необхідно визначити холостий тяговий опір, тобто опір, який виникає при русі МТА без виконання технологічних операцій (виникає при поворотах, переїздах із однієї ділянки на іншу). В таких випадках тяговий опір складається тільки з опору кочення ходових коліс машини по ґрунту і його розраховують за формулою:

$$R_{mx} = G_m (f_m + i) = 6,8 \text{ кН}, \quad (2.16)$$

де R_{mx} – холостий тяговий опір причіпної машини, кН;

G_m – експлуатаційна вага машини, кН;

f_m – коефіцієнт опору коченню ходових коліс причіпної машини.

На базі агрегату Nexat можна складати 2-х сівалкові агрегати.

Для знаходження робочого тягового опору агрегату R_a скористаємось формулою:

$$R_a = n_m (k \cdot B_k + G_m \cdot i) + G_{зч} (f_{зч} + i) = n_m \cdot R_m + R_{зч} = 62,4, \quad (2.17)$$

де n_m – кількість машин у складі агрегату.

Розраховуємо коефіцієнт використання номінального тягового зусилля для вибраних передач, використовуючи формулу:

$$\psi_p = \frac{R_a}{(P_{TH} - P_a)} = 0,28, \quad (2.18)$$

де P_{TH} – номінальна сила тяги.

При сівбі просапних культур вважається що агрегат складений правильно, якщо розрахований коефіцієнт використання номінального тягового зусилля наближається до допустимого, але не перевищує його. Допустимий коефіцієнт використання номінального тягового зусилля для сівби 0,9. Необхідно врахувати, щоб швидкість руху при посівних операціях на обраних передачах не виходила за межі агротехнічно допустимої.

Висновки. Під час проведення розрахунків знайдено робочий тяговий опір сівалки 30,2 кН та обчислено опори зчіпок. Проведені розрахунки дозволяють знайти робочий тяговий опір МТА у складі 2-х сівалок, що дорівнює 62,4 кН.

Визначення кінематичних характеристик ділянки поля та агрегату

Оптимальну ширину заїмки визначаємо за формулою:

$$C_{opt} = \sqrt{16 \cdot \rho^2 + 2 \cdot L_p \cdot B_p}, = 100,7 \text{ м}, \quad (2.19)$$

де ρ – радіус повороту агрегату, м, $\rho = 1,1 \cdot B_p \cdot 1,57$; який збільшується на величину коефіцієнта 1,57, оскільки швидкість руху сівалки рівна 14,8 км/год;

L_p – робоча довжина гону, м;

B_p – робоча ширина захвату машини, м.

Робоча довжина гону L_p визначається за формулою:

$$L_p = L_o - 2 \cdot E_\phi, = 744 \text{ м}, \quad (2.20)$$

Ширину поворотної смуги розраховуємо за формулою:

$$E_p = 3 \cdot \rho + e - (\text{петльовий поворот}), = 22,35 \text{ м} \quad (2.21)$$

де e – довжина виїзду агрегату (рис. 2.2).

Довжина виїзду агрегату залежить від кінематичної довжини агрегату:

$$e = (0,50 \dots 0,70) L_k = 0,6 \cdot L_k, = 3,75 \text{ м} \quad (2.22)$$

де L_k – кінематична довжина агрегату, м.

Кінематичну довжину агрегату визначаємо із залежності:

$$L_k = l_m + l_{зч} + l_{\text{м}}, = 6,25 \text{ м}, \quad (2.23)$$

де l_m , $l_{зч}$, $l_{\text{м}}$ – відповідно кінематична довжина трактора, зчіпки та сільськогосподарської машини, м.; для наведених умов $l_m = 2,55 \text{ м}$, $l_{зч} = 0 \text{ м}$, $l_{\text{м}} = 3,7 \text{ м}$.

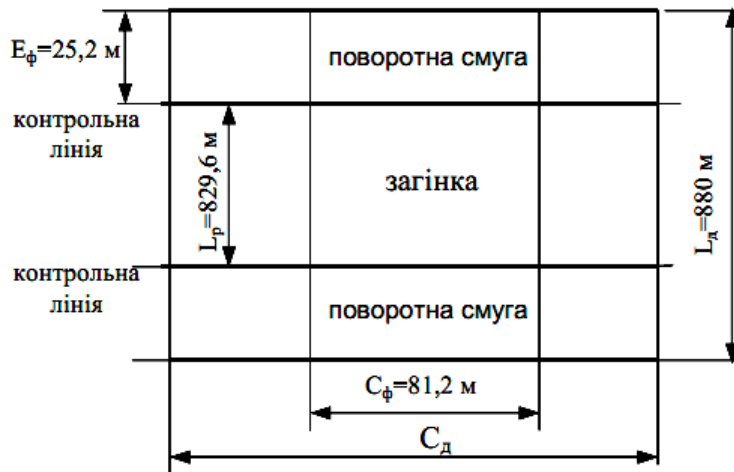


Рисунок 2.2 – Схема робочої ділянки

Фактичне значення ширини поворотної смуги визначається із умови:

$$E_\phi = n \cdot B_p > E_p, = 28 \text{ м}, \quad (2.24)$$

де n – коефіцієнт кратності ($n = 1, 2, 3 \dots$).

Фактичне значення ширини загінки уточнюємо за формулою:

$$C_\phi = n \cdot 2 \cdot B_p > C_{\text{онм}}, = 112 \text{ м}, \quad (2.25)$$

де n – коефіцієнт кратності ($n=1, 2, 3\dots$).

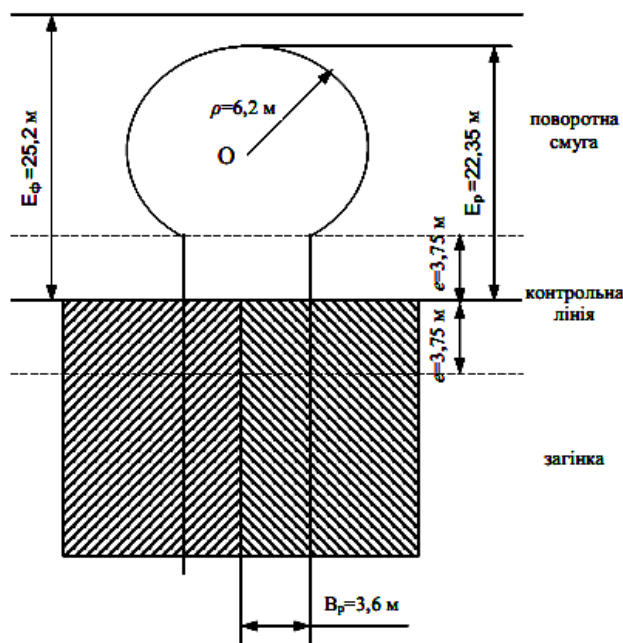


Рисунок 2.3 – Схема повороту

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x} = 0,92, \quad (2.26)$$

де φ – коефіцієнт робочих ходів;

S_p – сумарна довжина робочих ходів, м.

$$S_p = \frac{L_o \cdot C_\phi}{B_p}, = 6400 \text{ м}, \quad (2.27)$$

S_x – сумарна довжина холостих ходів, м.

$$S_x = \frac{L_x \cdot (C_\phi + 2E_\phi)}{B_p}, = 536,4 \text{ м}, \quad (2.28)$$

де L_x – довжина холостого ходу за один прохід агрегату.

Для човникового способу руху з грушоподібним видом повороту довжина холостого ходу буде рівна:

$$L_x = 6 \cdot \rho + 2 \cdot e, = 44,7 \text{ м},$$

Висновки

Враховуючи вихідні дані знаходимо довжину холостого ходу за один прохід, яка обумовлена способом руху і видом повороту грушоподібний з

відкритою петлею, яка рівна $L_x = 44,7$ м, а коефіцієнт використання робочих ходів агрегату – $\varphi = 0,92$. Це свідчить про правильність вибору, як способу руху, так і способу обробітку, хоча коефіцієнт використання робочих ходів φ в основному залежить від довжини гону (чим вона менша, тим коефіцієнт φ менший).

Визначення змінної продуктивності

Продуктивність за годину зміни визначаємо з рівняння:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, = 17,8 \text{ га/год} \quad (2.29)$$

де τ – коефіцієнт використання часу зміни;

V_p – робоча швидкість машини (приймаємо 14,8 км/год);

B_p – робоча ширина захвату машини:

$$B_p = B_k \cdot \beta, \text{ м,}$$

де β – коефіцієнт використання робочої ширини захвату ($\beta = 1$).

Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}} = 0,86,$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.

Розрахунок ведемо, виходячи з величини циклу, тобто суми елементів часу, які повторюються.

Час циклу визначаємо за формулою:

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{рц}} + T_{\text{повц}} + T_{\text{тц}} = 0,5 \text{ год,}$$

де $T_{\text{рц}}$ – час чистої роботи, год;

$T_{\text{повц}}$ – час поворотів, год;

$T_{\text{тц}}$ – час планово-технологічного обслуговування, год.

Час чистої роботи в одному циклі $T_{\text{рц}}$ приймаємо:

$$T_{\text{рц}} = \frac{10^{-3} \cdot L \cdot n_p}{V_p}, = 0,37 \text{ год,}$$

де n_p – кількість робочих проходів між заправками.

Кількість робочих проходів між заправками визначаємо за формулою:

$$n_p = \frac{l}{L} = 7,3,$$

де l – довжина шляху між заправками, м

$$l = \frac{10^{-4} \cdot V \cdot K_a \cdot \gamma}{B_p \cdot H}, = 5440 \text{ м},$$

де V – об'єм насіннєвого ящика (бункера);

K_a – коефіцієнт використання об'єму (оскільки $K_a = 0,85 \dots 1,0$ то приймаємо $K_a = 0,95$);

γ – густина матеріалу;

H – норма висіву.

Час поворотів в одному циклі визначається з рівняння:

$$T_{повц} = \frac{10^{-3} \cdot L_x \cdot n_p}{V_n}, = 0,065 \text{ год},$$

де L_x – довжина траєкторії повороту (довжина холостого ходу), м;

V_n – швидкість руху агрегату в процесі повороту (приймаємо $V_n = 5$ км/год).

Час планового технічного обслуговування на один цикл $T_{тц}$ залежить від виду робіт та рівня механізації виконаних навантажувальних робіт. Час завантаження бункера насінням становить 3,8 хв. або $T_{тц} = 0,06$ год.

Визначаємо кількість циклів за зміну:

$$n_{ц} = \frac{T_{зм}^H - (T_{то} + T_{пер} + T_{ф})}{T_{ц}} = 12,$$

де $T_{зм}^H$ – час робочої зміни (приймаємо $T_{зм}^H = 7$ год);

$T_{то}$ – час технічного обслуговування, який визначається як

$$T_{то} = 0,025 T_{зм}^H = 0,175 \text{ год};$$

$T_{пер}$ – час на переїзди, відпочинок та особисті потреби, визначається як

$$T_{пер} = T_{ф} = 0,025 T_{зм}^H = 0,175 \text{ год}.$$

Продуктивність агрегату за ефективною потужністю двигуна визначаємо за формулою:

$$W_{зод} = \frac{0,36 \cdot N_e \cdot \eta_m}{K}, = 31 \text{ га/год} \quad (2.30)$$

де N_e – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт;

η_m – ККД трактора (приймаємо $\eta_m = 0,94$);

K – питомий опір робочої машини

Висновки.

Агрегат досягає продуктивності роботи за годину зміни 17,8 га/год. За ефективною потужністю двигуна трактора продуктивність агрегату становить 31 га/год.

Середньозмінну витрату пального за годину визначаємо за формулою:

$$G_{\text{год}} = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_o \cdot T_o}{T_p + T_x + T_o}, = 31,2 \text{ кг/год}, \quad (2.31)$$

де G_p , G_x , G_o – годинна витрата пального відповідно при робочому ході агрегату з навантаженням; при холостому (на поворотах, заїздах і переїздах); на зупинках з працюючим двигуном, $G_p = 34,0$ кг/год, $G_x = 12,5$ кг/год, $G_o = 2,5$ кг/год;

T_p , T_x , T_o – відповідно – чистий робочий час; час холостих поворотів, заїздів і переїздів; час зупинок з працюючим двигуном ($T_p = 5,52$ год, $T_x = 0,24$ год, $T_o = 0,72$ год).

Витрату пального на одиницю площі визначаємо за формулою:

$$G_{\text{га}} = \frac{G_{\text{год}}}{W_{\text{год}}}, = 1,75 \text{ кг/га},$$

де $W_{\text{год}}$ – продуктивність агрегату за годину.

Витрати робочого часу визначаємо за формулою:

$$H = \frac{n_m}{W_{\text{год}}}, = 0,11 \text{ люд.год.},$$

де n_m – кількість робітників, які обслуговують даний агрегат (приймаємо $n_m = 2$ чол.).

2.2. Розрахунок показників енергетичної та екологічної оцінки механізованих технологій.

Енергетичну ефективність виробництва сільськогосподарських культур визначають енергетичною ціною врожаю - відношенням кількості енергії, яка міститься у вирощеній продукції, до кількості енергії, витраченої на

формування врожаю. Таке співвідношення називають коефіцієнтом енергетичної ефективності K_{ee} , який підраховують за формулою:

$$K_{ee} = \frac{E_n}{E_3} = 11,3 \quad (2.32)$$

де E_n - кількість енергії, що міститься у вирощеній продукції, МДж/га;
 E_3 - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж/га.

Енергоємність продукції (E_n , МДж/га) визначають як:

$$E_n = (Y_o - Y_{zo} - Y_{yo}) K_c \cdot \alpha_{no} + Y_n \cdot K_c \cdot \alpha_{nn} = 104200 \text{ МДж/га} \quad (2.33)$$

де Y_o , Y_n - урожай основної і незернової продукції, кг/га;

Y_{zo} , Y_{yo} - засміченість і усушка зерна, кг/га; $Y_{zo} = 3\%$; $Y_{yo} = 2\%$;

K_c - коефіцієнт вмісту сухої речовини (с.р.) в зерні чи в незерновій частині;
 α_{no} , α_{nn} - енергетичний еквівалент одержаної основної і незернової частини врожаю, МДж/кг с.р.

Коефіцієнт енергетичної ефективності характеризує загальну енергетичну ціну врожаю. Щоб виявити ціну окремих видів витрат енергії, як правило, розраховують енергетичну структуру витрат енергії на виробництво сільськогосподарської культури (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Енергетична структура врожаю с.-г. культури за видами ресурсів

Показник	Енергоємність			
	Класичний агрегат		Nexat	
	E , МДж	%	E , МДж	%
Механізми (машинні агрегати)	168374,38	3,51	136468,48	5,87
Паливо	2030491,66	42,34	1010966,52	43,5
Електроенергія	297,36	0,01	1119,6	0,05
Добрива	1637886	34,16	369438	15,9
Насіння, Засоби хім.захисту	865906,6	18,06	767195,8	33,01
Праця людини	92339,59	1,93	38945,75	1,68
Разом	4795295,59	100%	2324134,15	100%

За даними табл. 2.1 аналізують структуру витрат енергії на формування врожаю і планують заходи щодо їх зниження. Аналогічно аналізують витрати енергії за функціональними ознаками (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Енергетична структура врожаю с.-г. продукції за функціональними ознаками

Функціональна ознака	Енергоємність			
	Класичний агрегат		Nexat	
	E , МДж	%	E , МДж	%
Підготовка ґрунту	1214237,99	25,32	535135,24	23,03
Сівба	2061902,85	43	861446,94	37,07
Догляд	738969,62	15,41	437959,22	18,84
Збирання	259997,07	5,42	394632,35	16,98
Транспортування	195805,51	4,08	81739,28	3,52
Інші роботи	324382,54	6,76	9831,86	0,42
Разом	4795295,59	100%	2324134,15	100%

Рівень екологічності технології виробництва сільськогосподарської продукції визначають за формулою:

$$K_{ек} = \frac{E_{ен}}{E_3} = 2,1 \quad (2.34)$$

де E_3 - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж/га;
 $E_{ен}$ - екологічно допустима межа енергонасиченості технологічного процесу виробництва сільськогосподарської культури за рік; $E_{ен} = 15000$ МДж/га.

Енергетичну ціну (МДж/ум.ет.га) визначають за формулою:

$$E_{ум.ет.га} = \frac{E_3}{Q_{ум.ет.га}} = 1278 \text{ МДж/ум.ет.га} \quad (2.35)$$

де E_3 - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж;
 $Q_{ум.ет.га}$ - обсяг робіт за рік на формування врожаю, ум.ет.га.

Щільність механізованих робіт технологічного процесу вирощування с.-г. культур (ум.ет.га/га) визначають за формулою:

$$Щ_{мр} = \frac{Q_{ум.ет.га}}{F} = 2,13, \quad (2.36)$$

де F - площа вирощування с.-г. культури.

Проблема зниження родючості ґрунтів через їх переущільнення рушіями енергетичних засобів та с.-г. машин набула глобального характеру. Оптимальна щільність орного горизонту чорноземних ґрунтів дорівнює

1,0-1,3 г/см³. Нині щільність орного і підорного горизонтів становить від 1,4 г/см³ до 1,6, а іноді сягає 1,8 г/см³. Особливо вона висока в літньо-осінній період.

Складаючи технологічні карти і агрегати, в основному керуються вимогами агротехніки і не враховують негативні наслідки дії техніки на ґрунт. Отже, щоб запобігти ущільненню ґрунту, необхідно:

- зменшити кількість виїздів на поле, обмежуватися лише конче потрібними, особливо навесні;
- перший обробіток краще проводити за нормальної вологості ґрунту, використовуючи для цього гусеничний трактор; вважається, що на 80 % ущільнення спричинено першими весняними виїздами трактора в поле;
- обмежити використання обладнання з великим навантаженням на осі.

Тому під час проектування механізованого технологічного процесу вирощування с.-г. культур визначають щільність ґрунту.

Щільність ґрунту після збирання с.-г. культур складатиме:

$$\Pi_{пз} = \Pi_{пк} \cdot K_{виц} + \Pi_0 + \Delta\Pi_z \cdot T_{пз} \cdot \left(\frac{S_{иц1}}{S_{зс1}} + \frac{S_{иц2}}{S_{зс2}} + \dots + \frac{S_{ицn}}{S_{зсn}} \right) + \Delta\Pi_k \cdot T_{пк} \cdot \left(\frac{S_{иц1}}{S_{зк1}} + \frac{S_{иц2}}{S_{зк2}} + \dots + \frac{S_{ицn}}{S_{зкn}} \right) = 1.07 \quad (2.37)$$

де $\Pi_{пк}$ - щільність ґрунту після збирання попередньої с.-г. культури, г/см³; якщо цих даних немає, то приймається нормативне значення $\Pi_{пк} = 1,5$ г/см³;

$K_{виц}$ - коефіцієнт, який враховує відновлення щільності; $K_{виц} = 0,05-0,10$;

Π_0 - початкова щільність; $\Pi_0 = 1,08-1,11$ г/см³;

$\Delta\Pi_z, \Delta\Pi_k$ — темп зростання щільності для гусеничних 0,025 г/см³ і колісних 0,03 г/см³ машин відповідно;

$T_{пз}, T_{пк}$ - кількість проходів відповідно гусеничної і колісної машин від початку весняно-польових робіт до закінчення збирання;

$S_{иц1}, S_{иц2}, \dots, S_{ицn}$ — ширина ущільнення ґрунту при проході агрегату з гусеничною машиною, м;

$S_{зс1}, S_{зс2}, \dots, S_{зсn}$ — ширина захвату агрегату з гусеничною машиною, м;

$S_{иц1}, S_{иц2}, \dots, S_{ицn}$ — ширина ущільнення ґрунту при проході агрегату з колісною машиною, м;

$S_{зк1}, S_{зк2}, \dots, S_{зкn}$ — ширина захвату агрегату з колісною машиною, м.

Коефіцієнт екологічності за ущільненням ґрунту визначають за формулою:

$$K_{eu} = \frac{\Pi_{en}}{\Pi_{nz}} = 1,4 \quad (2.38)$$

де Π_{en} - поріг ущільнення ґрунту; $\Pi_{en} = 1,5 \text{ г/см}^3$;

Π_{nz} - щільність ґрунту після збирання с.-г. культури.

Енергетичну ціну с.-г. продукції (МДж/т) визначають за формулами:
використання тільки зернової продукції:

$$E_{zt} = \frac{E_z}{U_z} = 1987 \text{ МДж/т} \quad (2.39)$$

де E_z - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж;

U_z - урожай зернової продукції з усієї площі, т;

Таблиця 2.3. Енергетична і екологічна оцінка механізованого технологічного процесу за різними технологіями на площі 600 га

Показник	Одиниця виміру	Технологія	
		Класичний агрегат	Nexat
Енергоємність продукції	МДж/га	171295	104200
Витрачено енергії на формування врожаю	МДж	4795295	2324134
Коефіцієнт енергетичної ефективності	-	7,14	11,3
Енергонасиченість землеробства	ГДж/га	23,9	9,6
Нормативна енергонасиченість	ГДж/га	15	15
Коефіцієнт екологічності за енергонасиченістю	-	0,63	2,1
Енергетична цінність умовного еталонного гектара	МДж ум.ет.га	1791,29	1278
Щільність механізованих робіт	ум.ет.га га	13,38	2,13
Ущільнення ґрунту після збирання	г/см ³	1,22	1,07
Нормативне ущільнення ґрунту	г/см ³	1,5	1,5
Коефіцієнт екологічності за ущільненням	-	1,23	1,4
Енергетична цінність виробництва	МДж/т	3196,86	1987

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Часто травми трапляються під час сходження операторів із сільськогосподарської техніки. Це трапляється, коли люди ковзають і падають на землю або стрибають і важко приземляються на нерівній поверхні. Якщо оператор спускається вперед по сходинках, манжети штанів або петлі черевиків можуть зачепитися, що призведе до того, що оператор з'їде з машини.[1]

На деяких машинах паливний паливний отвір розташований біля сходів у кабіну автомобіля. Якщо пальне розливається на сходинки, це може зробити їх слизькими, що збільшує ймовірність падіння.

Регулярно очищайте сходинки. Будьте обережні, щоб не розлити паливо на сходинки. Більша ймовірність послизнутися та впасти, якщо сходи автомобіля брудні або мокрі.

Оператори також повинні носити відповідне взуття з хорошим зчепленням і одяг, як-от спецодяг, який не зачепить машину.

Перед тим, як зійти, завжди вмикайте нейтральну передачу, гальмуйте та від'єднуйте будь-які механізми, навіть щоб просто відкрити ворота. Якщо ви залишаєте машину, щоб зробити щось інше, вимкніть двигун.

Іншою небезпекою є падіння з машини, особливо під час до/післясезонного прибирання.

Завжди використовуйте драбини, сходинки та/або платформи для стояння, надані виробником.

Оцініть мобільну установку, щоб переконатися, що на ній немає небезпеки поскокзнутися, спіткнутися чи впасти, тобто переконайтеся, що вона має низькі сходи, надійні ручки, достатній доступ, достатній простір у кабіні та безпечну платформу для кріплення.

- Забезпечте та використовуйте відповідне обладнання для доступу, якщо необхідно працювати на висоті під час операцій з очищення та технічного обслуговування.
- Використовуйте вбудовані драбини та інші спеціально призначені точки доступу та платформи, де це передбачено. Там, де таких засобів немає, вам потрібно буде розглянути альтернативні безпечні засоби доступу, наприклад із заходами, передбаченими для запобігання падінню.
- Носіть взуття, яке не ковзає, і уникайте носіння вільного одягу.

Не робіть:

- регулювати або виконувати роботи на знаряддях, коли вони знаходяться в русі
- підніматися на місце машини або навколо них, якщо немає спеціально створеного доступу (наприклад, сходинки, місце для стояння тощо)
- перевозити пасажирів, якщо не передбачено пасажирське місце
- нехай люди стрибають на комбайн або з нього, коли він рухається.

Усунення завалів у механізмах потенційно дуже небезпечно, оскільки воно передбачає роботу з рухомими частинами, які можуть розчавити, порізати або ампутувати частини тіла. Основні небезпеки блокування мобільної установки:

- заплутування шнеками
- обплітання стрічками та конвеєрами
- порізи від лез, пальців, ножів і стрипперів
- заплутування шківами, ременями, ланцюгами та зірочками
- обертові барабани/диски/дискові косарки, збиральні головки, обробні барабани.

По можливості уникайте завалів.

Використовуйте свої інструменти, спостерігайте та прислухайтесь до потенційних завалів – уникнути завалів легше, ніж їх усунути.

- Налаштуйте параметри машини, щоб уникнути блокування. Дотримуйтесь інструкцій/процедур виробника, наприклад, викладених у посібнику користувача.
- Будьте терплячими під час роботи в складних умовах посівів, таких як покладені культури (вилягання), незнайомі культури або волокнисті культури, такі як льон.
- Не використовуйте машину понад її можливостей (тобто не перевантажуйте її).

Використовуйте механізми реверсивного приводу, якщо вони встановлені, щоб розкрутити засмічення.

Якщо це не спрацює, то вам доведеться вибратися і впоратися з блокуванням вручну. Якщо так, використовуйте процедури безпечної зупинки:

Зупиніть машину. Поставте його в нейтральне положення. Відключіть будь-яку техніку. Перш ніж вийти з автомобіля, вимкніть двигун і поставте ручне гальмо. Переконайтеся, що механізм припинив рух, перш ніж вставляти руки, щоб усунути засмічення.

При роботі з блокуванням:

Дотримуйтесь процедур, викладених у посібнику з експлуатації.

Дотримуйтесь процедур, викладених у посібнику з експлуатації.

- Зафіксуйте все, що може на вас впасти, наприклад, використовуючи опори на задніх дверях/дверях.
- Зафіксуйте все, що може рухатися або обертатися, наприклад, за допомогою підпор.
- Пам'ятайте, що енергія накопичується в пружинах або гідравліці. Подумайте, як ви зупините вивільнення цієї енергії або випустите її безпечно.
- Використовуйте правильні інструменти для роботи. Пам'ятайте, що компоненти машини можуть раптово зрушитися, коли блокування буде усунуто.[1]
- Використовуйте вбудовані драбини та інші спеціально призначені точки доступу та платформи, де це передбачено. Якщо таких засобів немає, розгляньте альтернативні безпечні засоби доступу, наприклад із заходами, передбаченими для запобігання падінню.
- Після завершення роботи завжди замінійте захисні кожухи перед запуском машини.
- Перед повторним запуском перевірте машину.

Розблокування шнеків може призвести до травм. Коли шнек зношується, боки загострюються, як бритва. Навіть коли шнеки не обертаються, вони можуть викликати серйозні порізи.

У зернозбиральних комбайнах зачеплення з розвантажувальним і вирівнювальним шнеками в зерновому бункері є значною причиною травмування оператора. Такі травми виникають майже повністю внаслідок навмисного, небезпечного проникнення в зерновий бункер.

Якщо можете, використовуйте щось, крім рук, щоб усунути засмічення.

Щоб усунути засмічення, можна використовувати «джойстик», а не руками.

Не входьте в зерновий бункер зернозбирального комбайна без крайньої необхідності.[1]

Багато типів сільськогосподарського обладнання використовують ріжучі кромки для різних аспектів збирання чи обробки. Якщо ви торкнетесь цих загострених країв під час технічного обслуговування або роботи з блокуванням/застряганням, це може призвести до порізів або ампутацій.

Основний ризик виникає під час технічного обслуговування, особливо якщо технічне обслуговування виконується в польових умовах, тобто коли лезо чи ніж вдаряються об камінь і згинаються, і їх потрібно виправити перед продовженням роботи.

Дотримуйтесь процедур, наведених у посібнику оператора для технічного обслуговування, ремонту та усунення засмічень. Використовуйте відповідні засоби безпеки (рукавички, засоби захисту очей і слуху).

- Переконайтеся, що всі охоронці на місці.
- Переконайтеся, що у вас є потрібні інструменти для роботи. Використовуйте інструменти, які у вас є, правильно.
- Використовуйте опори під час роботи під піднятим обладнанням.
- Якщо є серйозна проблема, зверніться за допомогою до спеціаліста.

Заплануйте регулярне технічне обслуговування ваших сільськогосподарських транспортних засобів і обладнання, щоб мінімізувати потребу в техобслуговуванні в полі.

Багато сільськогосподарських машин використовують стрічкові або ланцюгові транспортери. Люди можуть бути спіймані й затягнуті на конвеєри, коли техніка зачепить одяг, пальці, ремені, волосся чи частини тіла. Це може призвести до ампутації, порізів, розтrocення, а іноді й смерті.[1]

Переконайтеся, що відповідні захисні засоби встановлені. Не носіть вільного одягу та прикрас (годинників, каблучок, ланцюжків) і зав'яжуйте довге волосся під час роботи біля цієї техніки.

- Дотримуйтеся безпечної відстані, щоб уникнути розлітаючих культур/сміття.
- Якщо це можливо, зупиніть машину, перш ніж виконувати налаштування.
- Під час регулювання можуть знадобитися додаткові запобіжні заходи, якщо машина працює під напругою.

Людей може зачепити та затягнути за шківи, ремені, ланцюги та зірочки, коли техніка зачепить одяг, пальці, ремені, волосся чи частини тіла. Це може призвести до ампутації, порізів, розтрощення, а іноді й смерті.

Переконайтеся, що відповідні захисні засоби встановлені. Не носіть вільний одяг або прикраси (годинники, каблучки, ланцюжки) і зав'яжуйте довге волосся під час роботи біля цієї техніки.[1]

Не забудьте вимкнути машину перед виконанням налаштувань і обслуговування. Завжди дотримуйтеся процедур, наведених у посібниках з експлуатації.

Основна небезпека, пов'язана з цим обладнанням, полягає в контакті людей (особливо поза транспортним засобом), що призводить до порізів, ампутації або розтрощення.

Багато смертельних і серйозних травм трапляються, коли операторів затягують у зернозбиральний комбайн за блок мотовила/жатки.

Переконайтеся, що всі огороження та щити на місці. Тримайтеся осторонь. Переконайтеся, що всі інші зрозумілі. Зупиніть машину, перш ніж зійти з неї, або хтось інший підійде до неї.

Зібраний урожай розвантажується від окремих типів комбайнів. Якщо поруч знаходяться люди, їм загрожує удар. Це може бути потенційно небезпечним.

Тримайтеся подалі від зони, де врожай викидається з машин. Переконайтеся, що між операторами та особами поза транспортним засобом є хороша обізнаність і зв'язок. Дотримуйтеся встановлених процедур і схем роботи.

Якщо всі дотримуються встановлених процедур і моделей роботи, менша ймовірність того, що люди опиняться не в тому місці в невідповідний час.

Одягайте одяг підвищеної видимості на місці, якщо працюєте поза транспортним засобом, щоб оператори могли легше бачити, де ви знаходитесь.

Цей тип небезпеки пов'язаний із застряганням між деталями механізмів, як-от гідравлічні знаряддя чи комбайни та навісне обладнання. Це може призвести до розчавлення.

Люди, які піддаються найбільшому ризику, це ті, хто допомагає, хто потрапляє не там, де потрібно.

Завжди знайте, де знаходяться люди поза транспортними засобами. Особи, які допомагають водієві/оператору (тобто працюють поза транспортним засобом), повинні носити одяг підвищеної видимості.

Перед виходом переконайтеся, що машина повністю зупинилася.

Під час приєднання або від'єднання навісного обладнання існує ризик розчавлення. Під час прикріплення збирального інструменту до передньої частини машини (наприклад, збиральних головок) він може зісковзнути та розчавити вас, особливо якщо ви працюєте під ним.

Ті, хто допомагає оператору під'єднати знаряддя, також можуть затиснутись між знаряддям і транспортним засобом, коли він рухається, щоб приєднатися.

Якщо ви працюєте під механізмом, переконайтеся, що він має належну підтримку, наприклад, підставки.

- Знайдіть рівну ділянку землі для з'єднання та від'єднання.
- Дотримуйтеся операційної процедури, характерної для машини, яку ви використовуєте.
- Машини повинні бути знерухожені, якщо під ними хтось працює.
- Не поспішай. Не ризикуйте.

Не дозволяйте нікому стояти між інструментом і транспортним засобом, що рухається, під час зчеплення.

Якщо вам потрібно перемістити транспортний засіб під час приєднання інструменту, помічники повинні вийти із зони між транспортним засобом і інструментом. Якщо вам потрібно встановити транспортний засіб у положення, поки хтось вставляє з'єднувальні шпильки, тоді:

- позаду автомобіля занадто далеко
- змусити помічника підійти
- перемістіть автомобіль вперед, доки помічник не зможе вставити шпильки.

Двигуни та механізми створюють багато шуму. Оператори піддаються цьому шуму, якщо транспортний засіб не має звукоізоляційної кабіни. Якщо люди експлуатують сільськогосподарські транспортні засоби протягом тривалого часу протягом кількох років, може розвинути втрата слуху, викликана шумом (NIHL).

Якщо автомобіль не має звукоізоляційної кабіни, завжди використовуйте засоби захисту органів слуху.

Роботодавці повинні вжити заходів для зниження рівня шуму, якщо він перевищує 85 дБ(А) протягом 8-годинного робочого дня або 140 дБ на піку.[1]

Для отримання додаткової інформації зверніться до:

- Практичні рекомендації WorkSafe NZ: запобігання втраті слуху на фермах через шум
- Схвалений кодекс правил боротьби з шумом на робочому місці

Практично всі самохідні сільськогосподарські установки здатні піддавати операторів нездоровій кількості вібрації.

Вібрація може бути спричинена погано обслуговуваною машиною або підстрибуванням під час руху по нерівній землі. Якщо підвіска та сидіння не працюють, це може бути важко для оператора.

Погані польові (поверхневі) умови є однією з основних причин надмірних рівнів вібрації, за якими слідує високі швидкості руху в полі та відсутність систем підвіски комбайна (кабіни та/або осі).

Переконайтеся, що підвіска автомобіля та/або тиск у шинах правильно відрегульовані та підтримуються. Відрегулюйте сидіння так, щоб усі елементи керування були безпечними та зручними. Робіть перерви на відпочинок і обмежте щоденний вплив вібрації.[1]

Першим кроком до зменшення впливу вібрації від пересувної сільськогосподарської установки є забезпечення того, щоб підвіска транспортного засобу була належним чином відрегульована та підтримувалася відповідно до рекомендацій виробника.

Однак у деяких машинах підвіска знаходиться в шинах. Якщо це так, переконайтеся, що шини належним чином накачані (відповідно до специфікацій виробника).

Переконайтеся, що місце для сидіння безпечне та зручне. перевірити:

- висота і глибина сидіння
- висота і кут нахилу спинки
- рух вперед і назад
- нахил сидіння
- вібропоглинаюча підвіска
- підкладка для міцності
- часткове обертання, якщо вам доводиться довго

дивитися позаду.

Якщо рівень вібрації все ще надто високий, розгляньте інші методи пом'якшення небезпеки, такі як перерви для відпочинку та чергування завдань, щоб уникнути впливу вібрації.

Вплив високого рівня зернового пилу спричиняє погіршення здоров'я, зокрема:

- професійна астма
- легені фермера
- хлібна лихоманка
- хронічний бронхіт
- подразнення очей та носові інфекції.

Закрийте двері кабіни. Переконайтеся, що тип фільтра кабіни рекомендований виробником, а також встановлено та обслуговується відповідно до інструкцій виробника.

Пожежі можуть спричинити серйозні та смертельні травми. Для виникнення пожежі повинні бути три речі: повітря, матеріал, який може горіти, і джерело займання або тепла. Деякі поширені причини:

- накопичення жиру або масла
- накопичення заготовлених матеріалів, пилу, сіна або соломи
- пташині гнізда.

Якщо машина все ж загорілася, підходьте до неї з особливою обережністю. Навіть невелика пожежа може різко спалахнути, коли відкриваються двері, люки чи інші зони, щоб отримати доступ. Пожежі дуже небезпечні при використанні рідкого палива.

Тримайте машину в чистоті, видаляйте джерела займання та носіть вогнегасник.

Регулярно видаляйте застиглий жир, олію, рослинні залишки, суху полову, листя, пташині гнізда та інший матеріал. Очистіть загорнуті рослинні матеріали з підшипників, ременів та інших рухомих частин і перевірте їх на знос. Переконайтеся, що вихлопна система в хорошому стані та не протікає. Перевірте оголені електричні дроти на наявність пошкоджень або зносу.

Повністю заряджений вогнегасник вагою 2 кг зазвичай є вашим найкращим джерелом захисту від пожежі. Переконайтеся, що оператори знають, як ним користуватися. Якщо виникла пожежа, швидко вимкніть двигун, візьміть вогнегасник і вийдіть. Спробуйте використати гнучкий шланг вогнегасника, щоб вистрілити хімічною речовиною в основу

полум'я з безпечної відстані. Закрийте полум'я, щоб позбавити вогню кисню та запобігти повторному спалаху.

Використовуйте мобільний телефон або радіостанцію, щоб викликати допомогу.

В акумуляторах є великий електричний потенціал. Якщо ви торкнетеся обох клем одночасно або плюсової клеми та землі предметом, що проводить електрику, наприклад металевим годинником чи ремінцем, ви можете отримати серйозні опіки. Ви також можете розпалити вогонь.

Не торкайтеся позитивної та негативної клем одночасно, або позитивної клеми та землі.

Дотримуйтеся безпечної процедури заміни батарей. Слідкуйте за годинниками, гайковими ключами, викрутками чи іншими металевими предметами, які перемикають клеми.

Якщо будь-яка частина сільськогосподарського автомобіля торкнеться повітряних ліній електропередачі, це може призвести до летального результату. Якщо оператор торкнеться транспортного засобу та землі, він може отримати серйозні травми або загинути, коли через них проходить електрика.

По можливості уникайте роботи поблизу повітряних ліній електропередач. Знайте мінімальну висоту лінії та максимальну висоту/досяжність транспортних засобів і машин, що проїжджають під або поблизу ліній електропередач.

- Подивіться вгору, перш ніж піднімати знаряддя.
- Купуючи або наймаючи заміну, подумайте про висоту та радіус дії техніки.
- Позначте лінії на карті ферми та передайте цю інформацію працівникам, підрядникам та іншим відвідувачам, яким потрібно знати, де вони знаходяться.

Не виходьте з автомобіля, якщо він або інструмент торкаються ліній електропередач. Замість цього подзвоніть по допомогу, попередьте людей, щоб вони не наближалися, і зачекайте, доки енергетична компанія зробить це безпечним.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Проведемо порівняння способів просапних культур за допомогою так званого методу відстані до цілі. Суть його полягає в порівнянні J-го варіанту вихідної множини альтернативних варіантів з ідеалізованим варіантом. За ідеалізований варіант приймають умовний варіант, якому приписуються кращі значення критеріїв з вихідної множини альтернативних варіантів (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1. Вихідна множина альтернативних варіантів та критеріїв

№ п/п	Склад МТА для виконання операції	Продуктивність, га/год, K_1	Приведені витрати, грн, K_2	Енергетична цінність виробництва Мдж/т, %, K_3	μ
1	Nexat + 2 Vaderstad Tempo	17,8	85640	1987	0,954
2	John Deere 7230 + Vaderstad Tempo	9,6	100450	3197	1,807
Ідеалізований варіант		17,8	2235	1987	0

У випадку коли критерії нерівноцінні, то визначають значущість критеріїв, використовуючи метод розставлення пріоритетів. Коефіцієнт значущості критеріїв розраховують при забезпеченні умови $\sum \lambda_i = 1$, наступним чином. При попарному порівнянні критеріїв у відповідних комірках матриці (таблиця 4.2) проставляють коефіцієнти переваг. Якщо критерій в i -й стрічці має перевагу над критерієм в j -у стовпчику, то коефіцієнт приймають рівним 1,5, при їх однаковій значущості - 1,0, а при меншій - 0,5.

Таблиця 4.2. Матриця визначення значущості критеріїв

Індекс критерія	K_1	K_2	K_3	$J=4 \sum_{i=1}^4 K_i$	P_{ij}	λ_i
K_1	1	0,5	0,5	2,0	5,5	0,22
K_2	1,5	1	1,5	4,0	11,5	0,46
K_3	1,5	0,5	1	3,0	8	0,32

$$\sum P_{ij} = 25$$

Коефіцієнти значущості λ_i визначають за формулою:

$$\lambda_i = \frac{P_{ij}}{\sum P_{ij}} \quad (4.1)$$

де P_{ij} – визначається, як сума добутків кожного елементу i -ї стрічки на елементи вектор-стовпчика $\sum K_{ij}$, тобто

$$P_{ij} = [K_{ij}][\sum K_{ij}] \downarrow \quad (4.2)$$

В нашому випадку критерій домінує K_2 над критеріями K_1 і K_3 , а критерій переважає K_3 критерій K_1 , тобто $K_1 < K_3 < K_2$.

Визначивши коефіцієнти значущості критеріїв, розраховують відстань до цілі для заданої множини альтернативних варіантів:

$$\mu_i = \sum \frac{U_{ij}}{U_{i0}} \cdot \lambda_j - 1 \quad (4.3)$$

де: U_{ij} – значення i -го критерію j – варіанту;

U_i – значення i -го критерію ідеалізованого варіанту;

λ_i – коефіцієнт значущості i -го критерію.

Висновок. Як видно з розрахунків, найближче до ідеалізованого варіанту знаходиться спосіб з використанням енергетичного засобу Nexat та двох сівалок Vaderstad Tempo. Така технологія забезпечить мінімальні витрати коштів зі зменшеними енергозатратами та ростом продуктивності. Також, це призведе до підвищення технологічної та економічної ефективності виробництва. З впровадженням даної технології у виробництво планується підвищення продуктивності праці в 1,5-2 рази, зниження витрат на 15-20%, що дасть річний економічний ефект 13000 грн/га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Порівняльний аналіз існуючих технологій сівби просапних культур показав, що на сьогодні основними конкуруючими є технології прямого посіву або є колійні технології. Обладнання для використання колійно-мостового землеробства є перспективним напрямком підвищення їх універсальності і якості висіву.

2. Виходячи з технічних характеристик енергетичного засобу та сівалки точного висіву розраховано параметри та режими роботи запропонованого агрегату, визначено технічні та технологічні показники, розраховані елементи поля та показники використання робочого часу.

3. Проведено порівняння запропонованої технології сівби з класичним варіантом. Для порівняння використано методику розрахунку енергоємності операцій. Встановлено, що запропонований варіант агрегату у складі енергетичного засобу та двох сівалок загальної ширини захвату 14 м має енергетичну цінність 1987 МДж, що на 30 % менше за класичний варіант сівби.

4. Порівняння двох варіантів агрегатів для сівби просапних культур за допомогою методу відстані до цілі з використанням таких критеріїв, як продуктивність, приведені витрати та енергетична цінність виробництва вказує на майже подвійну перевагу від застосування енергетичного засобу та двох сівалок точного висіву.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Northern Agricultural Catchments Council [Електронний ресурс]. – Доступно за посиланням: www.nacc.com.au.
2. Isbister B., Blackwell P., Riethmuller G., Davies S., Whitlock A., Neale T. *Controlled Traffic Farming Technical Manual*.
3. Neale T. Precision Agriculture [Електронний ресурс]. – Доступно за посиланням: [precisionagriculture.com.au](http://www.precisionagriculture.com.au).
4. Webb et al. *DAFWA Bulletin*, № 4607. 2004.
5. Whitlock A. Precision Agriculture [Електронний ресурс]. – Доступно за посиланням: [precisionagriculture.com.au](http://www.precisionagriculture.com.au).
6. *NEXAT Encyclopedia* [Електронний ресурс]. – Доступно за посиланням: https://www.nexat.de/en.
7. McHugh A. D., Tullberg J. N., Freebairn D. M. Controlled Traffic Farming Restores Soil Structure // *Soil and Tillage Research*. – 2009. – Vol. 104, №1. – С. 164–172. – DOI: [10.1016/j.still.2008.10.010](https://doi.org/10.1016/j.still.2008.10.010).
8. Smith E.K., et al. Effects of Traffic and Tillage on Crop Yield (Winter Wheat Triticum Aestivum) and the Physical Properties of a Sandy Loam Soil // *American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting*, ASABE 2014. – 2014. – Vol. 6. – С. 4457–4470.
9. Vermeulen G. D., Tullberg J. N., Chamen W. C. T. Controlled Traffic Farming // In: *Soil Engineering*, ed. Dedousis A. P., Bartzanas T. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2010. – С. 101–120. – DOI: [10.1007/978-3-642-03681-1_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03681-1_8).
10. Hussein M. A., et al. Controlled Traffic Farming Delivers Improved Agronomic Performance of Wheat as a Result of Enhanced Rainfall and Fertiliser Nitrogen Use Efficiency // *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*. – 2021. – Vol. 71, №5. – С. 377–398. – DOI: [10.1080/09064710.2021.1903984](https://doi.org/10.1080/09064710.2021.1903984).
11. Kaczorowska-Dolowy M. A. Traffic and Tillage Effects on Soil Health and Crop Growth. – Newport, UK: Harper Adams University, 2022.
12. Macák M., et al. Reduction in Water Erosion and Soil Loss on Steep Land Managed by Controlled Traffic Farming // *Land*. – 2023. – Vol. 12, №1.

— C. 239. — DOI:
[10.3390/land12010239](https://doi.org/10.3390/land12010239).

13. Masters B., et al. Impact of Controlled Traffic on Nutrient Runoff and Soil Health // *Journal of Soil and Water Conservation*. — 2012. — Vol. 67, №4.

— C. 283–290. — DOI:
[10.2489/jswc.67.4.283](https://doi.org/10.2489/jswc.67.4.283).

14. Evans J., et al. Long-Term Benefits of Controlled Traffic Farming // *Agricultural Systems*. — 2011. — Vol. 106, №1. — C. 24–32. — DOI:
[10.1016/j.agry.2010.11.004](https://doi.org/10.1016/j.agry.2010.11.004).

15. Dedousis A. P., Bartzanas T., eds. *Soil Engineering*. — Springer, 2010.