

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ____ ” _____ 20 ____ р.
Зав. кафедри ____ к.т.н., доцент ____
(науковий ступінь, вчене звання)

А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)
Перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

тема роботи «МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В
УМОВАХ ПРОЕКТНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
ПІДПРИЄМСТВА ЗОНИ ПОЛІССЯ З РОЗРОБКОЮ ЗАЧІПКИ ДО
ТРАКТОРА ХТЗ-160-1»

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності _____
208 «Агроінженерія»
Гуменюк Д.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник доктор філософії доцент Шевчук М.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2023 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма _____ бакалавр _____

Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія» _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ А.В. Войтік
“ ____ ” _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

студенту _____ ГУМЕНЮК Дмитро Сергійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Механізація вирощування цукрових буряків в умовах проектного сільськогосподарського підприємства зони Полісся з розробкою зачіпки до трактора ХТЗ-160-1»

керівник роботи _____ Шевчук Михайло Вікторович, доктор філософії, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
“ 12 ” січня 20 23 р. № 01-06/95

2. Строк подання студентом роботи _____ 30.05.2023 р. _____

3. Вихідні дані до роботи: Широкозахватний сільськогосподарський агрегат для сівби та міжрядного обробітку просапних культур

4. Перелік питань, які потрібно розробити: вступ; технологія вирощування цукрового буряку; технологічна частина одночасної культивування та сівби; конструктивна частина дипломного проекту; охорона праці; економічна ефективність; загальні висновки.

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

підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломної роботи: мета і завдання дослідження; технологічна карта; операційна карта ; складальне креслення; деталювання; результати розрахунку річного економічного ефекту; висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Шевчук В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	16.12.2021 р.	
2.	Розділ 1. Сучасний стан досліджуваного питання. Мета та завдання дослідження	14.01.2022 р.	
4.	Розділ 2-3. Теоретичні та/або експериментальні дослідження за темою дипломного проекту	05.02.2022 р.	
5.	Розділ 4. Охорона праці	24.01.2023 р.	
6.	Розділ 5. Техніко-економічне обґрунтування запропонованої технології	15.02.2023р.	
7.	Виконання ілюстративної частини роботи	23.04.2023р.	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	28.05.2023 р.	

Студент

(підпис)

Гуменюк Д.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шевчук М.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ	
1.1. Технологічні особливості вирощування цукрових буряків	7
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ОДНОЧАСНОЇ КУЛЬТИВАЦІЇ ТА СІВБИ	12
2.1 Агротехнічні вимоги.....	12
2.2 Розрахунок складу та режимів роботи агрегатів	16
2.3 Порівняльна характеристика технологій.....	21
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	28
3.1. Обґрунтування доцільності та потреби в конструктивній розробці.....	28
3.2 Розрахунки рами на міцність.....	29
3.3 Розрахунок зварних з'єднань.....	36
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.....	39
4.1 Аналіз комплексу потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів при вирощуванні цукрових буряків.....	39
4.2 Екологічна експертиза проектних рішень.....	40
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....	46
5.1 Розрахунок витрат на вирощування за запропонованою технологією.....	46
5.2 Економічне обґрунтування конструктивної розробки.....	48
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	57

РЕФЕРАТ

«Механізація вирощування цукрових буряків в умовах проектного сільськогосподарського підприємства зони Полісся з розробкою зачіпки до трактора ХТЗ-160-1»

Дипломний проект складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Розрахунково-пояснювальна записка містить 58 сторінку, в тому числі 5 розділи, 9 таблиць, 5 ілюстрацій, 21 літературних джерел.

Ключові слова: ЦУКРОВИЙ БУРЯК, ВИРОЩУВАННЯ, ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА, ДИСК, РОЗКИДАЧ

Обґрунтовано механізовану технологію вирощування та збирання цукрових буряків в господарстві.

Проведено розрахунок техніко-експлуатаційних та економічних показників технологічного процесу сівби та міжрядного обробітку. Розроблено операційну технологію процесу.

Проведено розрахунок конструкції елементів зачіпки.

Згідно з завданням розроблено заходи з охорони праці та екологічної безпеки виробництва.

Виконано економічне обґрунтування доцільності використання запропонованої техніки та технології для умов підприємства.

Результати роботи рекомендовані до впровадження у виробництво в умовах підприємства з річним економічним ефектом в сумі 6513 грн.

ВСТУП

Виробництво сільськогосподарської продукції призначене для забезпечення населення продуктами харчування та забезпечення багатьох галузей промисловості – сировиною.

Цукор – один із найважливіших стратегічних продуктів харчування. Цукор виготовляється з продукції рослинництва – цукрової тростини та цукрових буряків. Цукор з буряків є більш якіснішим та кориснішим порівняно з цукром з тростини, тому він цінується більше.

Працюючі заводи мають дефіцит сировини і стабільний попит на буряки при ціні понад 200 грн/тонну. За технологією вирощування, цукрові буряки є однією із найбільш трудомістких культур. Це зумовлено тим, що до цих пір в сільському господарстві застосовується ручна праця. Для зменшення трудомісткості необхідно залучати більш прогресивну техніку та технології, засоби хімічної боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин, засоби автоматизації для механізованих робіт в буряківництві.

Саме від технічного та транспортного забезпечення цього технологічного процесу значною мірою залежить ефективність вирощування, оскільки при збиранні врожаю втрати коренів а ґрунті можуть сягати до 10 %. Для ефективної роботи збиральної техніки необхідно щоб рослини на одному полі мали однакову схожість та було чим по менше стикових міжрядь.

Тому в даному дипломному проекті поставлено завдання розробити зчіпку для широкозахватних агрегатів сівби та догляду за посівами цукрових буряків з метою скорочення строків сівби та міжрядного обробітку, зменшення кількості стикових міжрядь та повного використання тягового зусилля енергонасичених тракторів. Дана технічна система має удосконалити технології та підвищити ефективність цукробурякової галузі підприємства.

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Вирощування цукрових буряків є важливим фактором підвищення культури землеробства і продуктивності сівозміни. Прийоми обробітку ґрунту під цю культуру допомагають очищенню полів від бур'янів.

Український науково-дослідний інститут землеробства на основі багаторічних досліджень, розробив спосіб механізованого вирощування і збирання цукрового буряка, забезпечуючого отримання мінімального урожаю на рівні 350-450 ц/га при мінімальних затратах засобів і без застосування ручної праці. Цей спосіб отримав назву інтенсивної технології виробництва цукрових буряків. Вона базується на загальній високій культурі землеробства і передбачає [11]:

1. Розміщення цукрового буряка після кращих попередників;
2. Застосування науково обґрунтованих норм внесення органічних і мінеральних добрив при правильному співвідношенні поживних речовин;
3. Систему основного обробітку ґрунту по типу покращеного зябу чи напівпаруз приміненням двоярусної оранки з повною доробкою добрив та поживних залишків, необхідний ранньовесняний передпосівний обробіток ґрунту;
4. Пунктирну сівбу відкаліброваних одноросткових насінин районованих сортів зі схожістю не менше 95% малими нормами чи сівбою на задану відстань в рядку;
5. Прийоми по догляду за посівами в початковий період, до появи проростків і при повній схожості;
6. Механізоване формування густоти посіву рослин, застосування комплексної системи мір боротьби з бур'янами, шкідниками і захворюваннями;
7. Рихлення ґрунту у міжряддях і підкормку буряка в період вегетації;

8. Збирання коренеплодів поточним і поточно-перевалочним способами без ручного їх доочищення з одночасним збиранням гички.

Таким чином інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків у сучасній розробці розглядається як комплекс взаємопов'язаних технологічних процесів і організованих міроприємств направлених на максимальний вихід цукру з одиниці площі при мінімальних затратах праці і засобів.

Головна умова ефективності інтенсифікації механізації бурякоцукрового виробництва – виключення ручної праці на всіх операціях обробітку і збирання заміною його на машинний.

В теперішній час ручна праця при обробітку цукрового буряка в значних розмірах приміняється на трьох операціях:

1. Формування густоти рослин;
2. Прополці бур'янів в посівах;
3. Доочищенні коренеплодів і підбору втрат при збиранні, як наслідок недосконалості збиральної техніки.

Застосування засобів автоматизації перерахованих вище технологічних процесів дозволить якщо не виключити ручну працю взагалі, то по крайній мірі звести її примінення до мінімально можливого значення.

1.1 Технологічні особливості вирощування цукрових буряків

Розміщення в сівозміні - важливий елемент системи землеробства. Небажання повторних і недопустимість беззмінних посівів цукрового буряка доведена в ході наукових досліджень. При повторних посівах спостерігається підвищене розмноження небезпечних шкідників – коренева тля, може знизити врожайність на 30-40% і навіть більше. Для забезпечення потрібного урожаю, санітарного захисту буряків у сівозміні їх потрібно повертати на те саме місце не раніше ніж за 3-4 роки. Тому потрібно враховувати нормальну питому вагу в сівозміні не більш 25-30% [15].

При вирощуванні цукрових буряків по інтенсивній технології їх потрібно розміщувати по таких попередниках, які забезпечують чистоту поля від бур'янів і добрий водний режим ґрунту, дають змогу вносити органічні і мінеральні добрива, своєчасно і якісно обробити поле з осені. В зоні розміщення проектного господарства кращими попередниками є озимі культури – пшениця, жито, кукурудза на зелений корм, горох, овочі та зернобобові.

Цукровий буряк вимогливий до умов живлення і добре відкликається на його покращення. На кожну тону коренеплодів і відповідну якість гички цукровий буряк виносить із ґрунту 4-7 кг азоту, 1-3,5 кг фосфору і 6-9 кг калію. Він також потребує велику кількість кальцію, натрію, магнію, сірки і заліза, а також бор, марганець, молібден і інші. Для отримання високого врожаю однієї мобілізації поживних речовин з ґрунту буває недостатньо, тому необхідне допоміжне внесення мінеральних і органічних добрив. Ефективність їх на цукровому буряку висока при внесенні $N_{130}P_{140}K_{140}$ середній приріст до врожаю складає 10,4 т/га. Ефективність добрив залежить і від правильно вибраних норм співвідношень основних елементів живлення. Так при внесенні добрив в завищених дозах у вирощувальних умовах необхідно дотримуватись таких співвідношень N, P і K в яких на одиницю азоту приходить приблизно 1,3-1,5 одиниць калію і 1-1,2 одиниць фосфору.

Азотні добрива в умовах даного господарства краще приміняти у вигляді аміачної селітри. Рационально потрібною дозою при цьому добрива є внесення 0,47 т/га. Із фосфорних добрив при обробітку цукрових буряків найкращою формою є легкорозчинний суперфосфат, який вносять дозою 0,64 т/га. Калійні добрива в умовах даного господарства найкраще вносити у вигляді хлористого калію або змішаної калійної (40%) солі, приготовленої на силівніті.

Економічно доцільно вносити під цукровий буряк складні добрива, наприклад нітрофоску ($N_{11}P_{10}K_{11}$).

Застосування комплексних складних добрив значно знижує затрати праці на їх приготування, заправку і внесення, але має значну недосконалість, тому що ці добрива не кожен раз можна придбати і можливі перебої в постачанні, що призводить до несвоєчасного внесення. Внесення посліду під попередника цукрового буряка чи безпосередньо під сам буряк восени перед оранкою – необхідний прийом. Таке внесення має ряд переваг: подвійне використання добрив – підвищується урожайність післядії озимих культур, зменшується засмічення посівів, урожайність і якість буряка підвищується за рахунок післядії посліду майже, як і при безпосередньому внесенні. Оптимальна доза внесення посліду під цукровий буряк приблизно до умов обробітку в господарстві складає 40 т/га. Навантаження органічних добрив здійснюють при допомозі агрегату який складається з трактора МТЗ-80 і навантажувача РПН-4.

Система обробітку ґрунту буряка складається з основної, передпосівної і післяпосівного обробітку.

Основний обробіток включає нижчеописані технологічні операції. Луцання стерні дисковими луцильниками проводиться з метою розрихлення верхнього шару ґрунту з частковим його обробітком і перемішуванням, щоб надрізати бур'яни і стерню, покращити зберігання і накопичення води в ґрунті, покращити тяговий опір плуга. Луцання виконується трактором Т-150К і дисковим луцильником ЛГД-15. Глибина обробітку 6-8 см в 2 сліди, термін виконання 22-27 липня. Луцання дисковими луцильниками чи лемішними повторно проводиться через 6-7 днів з обробітком ґрунту на глибину ходу дисків луцильників визначаємо глибиноміром чи лінійкою, допустиме значення якого не більше ± 1 см.

Глибока оранка поля проводиться в кінці серпня - на початку вересня на глибину 30-35 см плугом ПЛН-5-35 в агрегаті з трактором Т-150. Обробіток ґрунту виконується з повним оборотом пласта, зарубкою в ґрунт органічних і мінеральних добрив, при цьому покращуються водоповітряний і живильний

режим ґрунту. Відхилення від заданої глибини оранки не повинно перевищувати ± 2 см, гребінистість – не більше 5 см, глибина розвальних борозен після їх вирівнювання і вимірюваннях лінійкою по діагоналі загінки через 100 м в 10 місцях вздовж борозни чи гребня не повинна перевищувати 6 см.

В перших числах лютого необхідно провести снігозатримання орієнтовно трактором МТЗ-100 і волокушею СВШ-7. Основний спосіб руху агрегату човниковий впоперек напрямку руху вітру, відстань між сусідніми проходами 8-10 м [11, 15].

Догляд за посівами повинен забезпечити швидку і дружню появу ростків, які з'являються звичайно на 8-12 день після посіву. Передсходове боронування проводиться на 2/3 глибини заробки насіння під кутом 7-9° до напрямку посіву. Виконання слід провести в якомога короткі терміни. Своєчасне проведення передсходового боронування дає можливість знищити до 70-90% проростків бур'янів.

Формування густоти насаджень в рядках проводиться з метою розрідження проростків цукрових буряків, сформувати необхідну кількість насаджень, розрихлити ґрунт з частковим видаленням бур'янів із зони рядка. Для виконання даної операції може примінятись автоматичний проріджувач ПСА-2,7. При зменшенні густоти рослин урожайність підвищується, а цукристість, як правило, знижується. Даний спосіб механізованого проріджування густоти насаджень повинен забезпечити отримання 5-6 рослин цукрового буряка на 1 погонний метр рядка. Дуже важливо густоту насаджень сформувати своєчасно і в короткі терміни. При кількості на 1 м рядка більше 14-16 ростків формування потрібно починати в фазі першої пари справжніх листків і закінчувати за 10-12 днів. На плантаціях, де більше 10-14 рослин на 1 м і вони розміщені рівномірно, потрібну густоту можна сформулювати букетуванням. Для цього потрібно підібрати таку схему, при якій 50% проростків вирізалось і перетворювалось в 6-7 гнізд з однією рослиною. В

такому випадку залишається 4-6 рослин на 1 м. Для цієї мети можна застосувати схему з кроком 15-18 см виріз 7,5 см і букети 7,5 см, виріз 8,5 і букети 9,5 см. Вона забезпечує отримання густоти рослин 90-100 тис. на 1 га з одиничним розміщенням. Коли рослини розміщені по одній, корені виходять більш рівні, що допомагає більш якісній роботі коренезбиральної машини типу РКМ-6, зокрема автомату водіння цієї машини.

В кінці формування густоти ростків приступити до подальшого обробітку на глибину 4-5 см культиватором УСМК-5,4 в агрегаті з трактором Т-70С з одночасним внесенням мінеральних добрив. Ширина захисної зони при перших рихленнях ґрунту складає 6-8 см, а при наступних 10-12 см.

В комплексі мір по знищенню бур'янів на посівах цукрових буряків важливу роль відіграють такі засоби як гербіциди.

При посіві малими нормами особливо важливо зберегти кожен проросток рослини. В зоні розміщення господарства буряк пошкоджують блохи, сірий і звичайний довгоносик, листова та коренева тля. Біологічні і хімічні міри застосовують коли чисельність шкідників досягає наступних величин: бурячних бліх не менше 1 жука на 5 рослин, довгоносиків 0,2 екземпляра на 1 м².

Проти шкідників проростків на бурячних плантаціях обприскування використовують гама – ізомер ГХЦГ, 50% з вмістом речовини в сухому порошку 0,8 кг/га та дихлор, 80% - 3 кг/га. Для приготування розчинів використовуємо агрегат для приготування розчинів “Темп” агрегатує мий з трактором МТЗ-80.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ОДНОЧАСНОЇ КУЛЬТИВАЦІЇ ТА СІВБИ

2.1 Агротехнічні вимоги

Виконаний високоякісно восени напівпаровий чи поліпшений обробіток ґрунту з вирівнюванням розгінних борозен чи звальних гребенів у переважній більшості років майже на всіх ґрунтах дозволяє весною обмежитись лише поверхневим обробітком, що складається з розпушування зубовими боронами та вирівнювання шлейф-боронами і зубовими боронами. Проте, в окремі роки, на ґрунтах, схильних до запливання, та з неvirівняною поверхнею ріллі в зоні достатнього зволоження додатково проводять глибокий обробіток ґрунту культиваторами УСМК-5,4А, обладнаними стрілчастими лапами, шлейф-балками і зубовими боронами з наступним ущільненням ґрунту котками з райборінками. Це сприяє швидкому доспіванню, поліпшенню водопроникності та вирівнюванню поверхні ґрунту.

У роки, коли раптово наступають високі температури, при сонячній погоді, верхній шар ріллі швидко доспіває. За таких умов немає потреби спочатку розпушувати, а потім вирівнювати поверхню ґрунту. Краще це зробити одночасно одним агрегатом, що складається з шлейф-борони та зубових борін. Навесні проводять тільки передпосівний обробіток культиватором УСМК-5,4А і приступають до посіву цукрових буряків. Передпосівний обробіток ґрунту є складовою частиною єдиного технологічного процесу — сівби цукрових буряків. Розрив у часі між передпосівним обробітком ґрунту і сівбою призводить до пересихання його розпушеного шару, що істотно погіршує умови для проростання насіння цукрових буряків.

Мета технологічної операції — розпушити верхній шар ґрунту до дрібногрудкуватого стану на задану глибину при мінімальному його перемішуванні в умовах нестачі вологи та інтенсивного перемішування — в

умовах підвищеної вологості ґрунту, знищити проростки і сходи бур'янів, загорнути гербіциди в ґрунт та вирівняти поверхню ріллі.

Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту наведено в таблиці 2.1 [16].

Таблиця 2.1 – Агротехнічні вимоги та допуски до передпосівного обробітку ґрунту під цукрові буряки

Показники	Вимоги та допуски
Строки виконання роботи	Передпосівний обробіток під цукрові буряки починають, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 8—10 см досягне +5 - +6°, і проводять одночасно з сівбою
Тривалість роботи на одному полі	Один-два календарних дні, краще за один день
Глибина розпушеного шару ґрунту після проходу агрегату в умовах зволоження: достатнього нестійкого недостатнього	40 мм ± 5 мм 50 мм ± 5 мм 60 мм ± 5 мм
Розпушеність ґрунту	В обробленому шарі вміст грудочок ґрунту розміром понад 20 мм не повинен перевищувати 10% від загальної маси проби
Вирівняність поверхні ґрунту	Висота гребенів не повинна перевищувати 1,5 см. Слідів коліс чи гусениць трактора не повинно бути видно.
Підрізання бур'янів	Робочі органи культиватора повинні підрізати не менше 98% бур'янів
Розрив в часі між передпосівним обробітком і сівбою цукрових буряків	Не більше 3-4 проходів агрегату
Швидкість руху агрегату	Для якісного обробітку і виконання всіх поставлених задач перед операцією, швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 5-9 км/год.

Такі удосконалення дали можливість віддалити робочі органи один від одного, одночасно збільшивши їх кількість на кожному гряділі. Це дозволяє високоякісно виконувати ряд технологічних операцій, у тому числі вносити смуговим способом гербіциди, інсектициди та фунгіциди під час догляду за посівами цукрових буряків. Агрегатуються ці культиватори з тракторами Т-70С, МТЗ та ЮМЗ всіх модифікацій.

Для обробітку ґрунтів з підвищеною гребнистістю, твердістю і вологістю культиватори УСМК-5,4А і УСМК-5,4Б комплектують стрілочастими лапами з робочим захватом 270 мм, шлейф-балками, зубовими боровами.

Ґрунти середньої твердості і підвищеної вологості обробляють культиваторами з стрілочастими лапами в поєднанні з ліво- і праворізальними лапами захватом 150 мм та шлейф-балками з боровами.

На пухких ґрунтах підвищеної вологості та не вирівняних полях використовують культиватори тільки з ліво- і праворізальними лапами з робочим захватом 150 мм в поєднанні з шлейф-балками та зубовими боровами.

Для обробітку ґрунту середньої та пониженої вологості верхнього шару ґрунту культиватори комплектують двослідними роторами замість шлейф-балок і борін. Що ж до твердості ґрунту, то тут лапи використовують в такій же послідовності.

Сівба цукрових буряків – одна з найвідповідальніших операцій при вирощуванні цієї культури. Від своєчасної і високоякісної сівби залежить одержання рівномірних з заданою густиною сходів буряків, а також якість механізованого догляду за посівами та збирання врожаю.

Строки сівби. Повні й дружні сходи буряків одержують при загортанні насіння у вологий добре розпушений ґрунт, а цього можна досягти тільки за сівби в ранні строки. Ознакою правильного вибору строку сівби цукрових буряків є настання фізичної спілості ґрунту, коли середньодобова

температура ґрунту на глибині 8-10 см досягне 5-6° [11]. Агротехнічні вимоги до посіву цукрових буряків наведено в таблиці 2.2 [12].

Таблиця 2.2 – Агротехнічні вимоги та допуски до посіву цукрових буряків

Показники	Вимоги і допуски
Строки сівби	Починати сівбу буряків, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 8-10 см досягне +5 - 6°C, слідом за передпосівним обробітком ґрунту і закінчувати її на одному полі за 1-2 робочих дні
Глибина загортання насіння в ґрунт	Залежно від ґрунтових та погодних умов зон бурякосіяння насіння загортати на глибину 2-5 см. Відхилення середньої глибини від заданої не повинно перевищувати 1 см
Рівномірність розміщення насіння по довжині рядка	Кількість насіння буряків, висіяних з відхиленням 20% від заданого інтервалу по довжині рядка, не більше 40%
Кількість насіння, що висівається на 1 м рядка	Відхилення від заданої норми висіву насіння не перевищувати 14%
Кількість мінеральних добрив і інсектицидів, що вносять на 1 га	Відхилення від заданої норми внесення допускається не більше 7%
Ширина міжрядь	Всередині захвату сівалки ширина міжрядь становить 450 мм з відхиленням не більше 1 см, ширина стикових міжрядь – 500 мм при відхиленні не більше 50 мм
Прямолінійність сівби	Відхилення від осрової лінії на відрізку рядка довжиною 50 м не більше 5 см.
Вирівняність поверхні поля після сівби	Поверхня поля повинна бути рівною і добре видна борозна, утворена лапою слідоутворювача сівалки.
Ширина поворотних смуг	Ширина поворотних смуг на кінцях гонів повинна бути рівною трьом-чотирьом захватам агрегату
Швидкість посівного агрегату	Для високоякісного загортання насіння у ґрунт, висіву заданої норми і рівномірного розміщення його по довжині рядка швидкість посівного агрегату не повинна перевищувати 5 км/год

2.2 Розрахунок складу та режимів роботи агрегатів

Передпосівний обробіток ґрунту є складовою частиною єдиного технологічного процесу – сівби цукрових буряків. Розрив у часі між передпосівним обробітком ґрунту і сівбою призводить до пересихання його розпушеного шару, що істотно погіршує умови для проростання насіння цукрових буряків. Основним завданням даної операції є розпушення верхнього шару ґрунту до дрібно грудкуватого стану на задану глибину при мінімальному його перемішуванні в умовах нестачі вологи та інтенсивного перемішування – в умовах підвищеної вологості ґрунту, знищити проростки і сходи бур'янів, загорнути гербіциди в ґрунт та вирівняти поверхню ріллі.

Рельєф місцевості – уклін 3%, площа культивування 150га. Для виконання даної операції пропонується застосування культиватора УСМК-5,4В в агрегаті із трактором Т-70С. За агротехнічними вимогами підбирає ряд швидкостей, які заносимо до табл. 2.3 [16].

Таблиця 2.3 – Тягова характеристика трактора Т-70С

Передача	Потужність на кріюку, N_{KP} , кВт	Сила на кріюку, P_{KP} , кН.	Робоча швидкість, V_P , км/год	Буксування, δ , %	Витрати палива, G_T , кг/год
IV	36,4	22,6	5,8	3,6	13,4
V	37,2	19,4	6,9	2,8	13,4
VI	36,0	15,9	8,1	2,2	13,4

Проведемо розрахунок максимально можливої ширини захвату МТА для кожної з вибраних передач [6]:

$$B_{\max} = \frac{P_{KP}}{K + \frac{G_M}{B_r} \cdot i + P_{SC}}, \text{ м} \quad (2.1)$$

де P_{KP} – кріюкове зусилля трактора на прийнятій передачі, кН;

P_{SC} – тяговий опір зчіпки, який приходить на 1м довжини, кН/м;

K – коефіцієнт питомого опору, кН/м;

G_M – вага машини, кН;

i – кут нахилу місцевості.

Коефіцієнт питомого опору при культивуванні:

$$K = K_0 \left[1 + (v_p - v_0) \frac{\Delta_0}{100} \right], \quad (2.2)$$

де K_0 – коефіцієнт питомого опору при швидкості руху 5 км/год, кН/м;

$K_0 = 1,2-2,6$ кН/м;

Δ_0 – коефіцієнт приросту питомого опору, $\Delta_0 = 2-5\%$.

$$K_4 = 2 \left[1 + (5,8 - 5) \frac{4}{100} \right] = 2,064, \text{кН} / \text{м} .$$

$$K_5 = 2 \left[1 + (6,9 - 5) \frac{4}{100} \right] = 2,152, \text{кН} / \text{м} .$$

$$K_6 = 2 \left[1 + (8,1 - 5) \frac{4}{100} \right] = 2,248, \text{кН} / \text{м} .$$

Максимально можлива ширина захвату МТА:

$$B_{MAX4} = \frac{22.6}{2.064 + \frac{26.46}{5.5} \cdot 0.03} = 10.26 \text{ м} .$$

$$B_{MAX5} = \frac{19.4}{2.152 + \frac{26.46}{5.5} \cdot 0.03} = 8.4 \text{ м} .$$

$$B_{MAX6} = \frac{15.9}{2.248 + \frac{26.46}{5.5} \cdot 0.03} = 6.6 \text{ м} .$$

Кількість машин, які входять до складу агрегату:

$$n_M = \frac{B_{max}}{B_K}, \quad (2.3)$$

де: B_K – конструктивна ширина захвату, м для культиватора УСМК-5,4В $B_K = 5,5$ м.

$$n_{M4} = \frac{10.26}{5.5} = 1.86 = 1 \text{ машина} .$$

$$n_{M5} = \frac{8.4}{5.5} = 1.5 = 1 \text{ машина} .$$

$$n_{M6} = \frac{6.6}{5.5} = 1.2 = 1 \text{ машина} .$$

Повний тяговий опір агрегатів:

$$R_a = n_M (K \cdot B_p + G_M \cdot i) + R_{CII}, \text{кН} \quad (2.4)$$

$$R_{a4} = 5.5 \cdot 2.064 + 26.46 \cdot 0.03 = 12.15 \text{кН} .$$

$$R_{a5} = 5.5 \cdot 2.152 + 26.46 \cdot 0.03 = 12.63 \text{кН} .$$

$$R_{a5} = 5.5 \cdot 2.248 + 26.46 \cdot 0.03 = 13.16 \text{кН} .$$

Рациональність завантаження трактора при роботі з встановленою кількістю знарядь перевіряють по коефіцієнту використання тягового зусилля трактора. Його розраховують по формулі:

$$\eta = \frac{R_A}{P_{KP}}, \quad (2.5)$$

$$\eta_6 = \frac{13.16}{15.9} = 0.83 .$$

Оптимальна величина цього коефіцієнту в залежності від характеру виконуємої роботи знаходиться в межах 0,85-0,96.

Виходячи з конструктивних особливостей машинного агрегату і агротехнічних допусків і вимог до проведення даної операції приймаємо виконання операції суцільної культивуації на VI передачі, як самий оптимальний режим роботи агрегату.

Визначимо основні техніко – експлуатаційні показники роботи машинного агрегату для суцільної культивуації.

Годинна розрахункова експлуатаційна продуктивність машинного агрегату на розрахованому режимі роботи трактора [25]:

$$W_{ГОД} = 0.1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{га / год} \quad (2.6)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м.

$$B_p = B_K \cdot K_W, \text{м} \quad (2.7)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату, м;

K_W – коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату.

$K_W = 0.96$

$$B_p = 5.7 \cdot 0.96 = 5.5 \text{м} .$$

$$W_{\text{ГОД}} = 0.1 \cdot 5.5 \cdot 8.1 \cdot 0.81 = 3.6, \text{га} / \text{год}$$

Змінна розрахункова експлуатаційна продуктивність машинного агрегату на розрахованому режимі роботи трактора:

$$W_{\text{ЗМ}} = W_{\text{ГОД}} \cdot T, \text{га} / \text{год} \quad (2.8)$$

де T – час зміни, год. $T = 8$ год.

$$W_{\text{ЗМ}} = 3.6 \cdot 8 = 28.8 \text{га} / \text{зм}.$$

Витрати палива на одиницю виконаної роботи. Визначаємо погектарну витрату палива:

$$Q_{\text{ГА}} = \frac{G_{\text{Р}} T_{\text{Р}} + G_{\text{ХХ}} T_{\text{ХХ}} + G_{\text{О}} T_{\text{О}}}{W_{\text{ЗМ}}}, \quad (2.9)$$

де $G_{\text{Р}}$ – годинна витрата палива при роботі під навантаженням, кг/год;

$T_{\text{Р}}$ – час чистої роботи за зміну, год;

$G_{\text{ХХ}}$ – годинна витрата палива при холостих переїздах, кг/год;

$T_{\text{ХХ}}$ – час витрачений на холості переїзди за зміну, год;

$G_{\text{О}}$ – годинна витрата палива при зупинках, кг/год;

$T_{\text{О}}$ – час витрачений на зупинки, год.

$$G_{\text{Р}} = \frac{g_{\text{е}} \cdot N_{\text{ЕН}}}{1000}, \quad (2.10)$$

де $g_{\text{е}}$ – питома витрата палива, г/кВт·год;

$N_{\text{ЕН}}$ – ефективна потужність двигуна, кВт.

$$\varphi = \frac{nL_{\text{РХ}}}{nL_{\text{РХ}} + nL_{\text{ХХ}}}, \quad (2.11)$$

де $L_{\text{ХХ}}$ – довжина холостого ходу, м.

$$L_{\text{ХХ}} = 6R + 2l, \text{м} \quad (2.12)$$

де: l – довжина виїзду агрегату, яка дорівнює сумі кінематичних довжин, трактора і сільськогосподарської машини; $l = l_{\text{Т}} + l_{\text{М}} = 1.85 + 1.3 = 3.15 \text{м}$;

R – радіус повороту агрегату, м. $R = 1.1B_{\text{К}} = 1.1 \cdot 5.7 = 6.27 \text{м}$.

$$L_{\text{ХХ}} = 6 \cdot 6.27 + 2 \cdot 3.15 = 43.92 \text{м}.$$

Визначаємо число проходів агрегату з конфігурацією поля $2000 \times 750 \text{м}$:

$$n = \frac{L_{\Pi}}{B_p}, \quad (2.13)$$

де: L_{Π} – довжина поля, м.

$$n = \frac{2000}{5.5} = 364.$$

$$\varphi = \frac{364 \cdot 722.5}{364 \cdot 722.5 + 364 \cdot 43.92} = 0.94.$$

Виходячи з проведених розрахунків ми бачимо, що даний агрегат і режим його роботи при виконанні технологічної операції суцільної культивуації повністю відповідає всім агротехнічним, технологічним та експлуатаційним вимогам та допускам.

Для забезпечення безперебійної роботи і технологічного обслуговування посівного машинного агрегату розраховуємо кількість транспортних агрегатів і час на виконання основних технологічних прийомів.

Розрахунок вильоту маркера а сівалці ССТ-12В при посіві цукрових буряків.

При русі машинно-тракторного агрегату човниковим способом маркери ставлять з обох сторін.

– довжина правого маркера:

$$l_{\Pi P} = \frac{B_p - B_K}{2} + m, \quad (2.14)$$

– довжина лівого маркера:

$$l_{\Pi B} = \frac{B_p + B_K}{2} + m, \quad (2.15)$$

де: B_p – робоча ширина захвату сівалки, м $B_p = 5.4$ м;

B_K – ширина колії трактора, для Т-70С $B_K = 1340$ мм;

m – ширина стикового міжряддя, $m = 0.45$ м.

$$l_{\Pi P} = \frac{5.4 - 1.34}{2} + 0.45 = 2.48 \text{ м.}$$

$$l_{\Pi B} = \frac{5.4 + 1.34}{2} + 0.45 = 3.82 \text{ м.}$$

Час циклу автомобіля, який обслуговує посівний агрегат визначаємо за формулою:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{дв}} + t_{\text{зАГ}} + t_{\text{вз}} + t_{\text{пАз}},$$

де: $t_{\text{дв}}$ – час руху з вантажем і без вантажу;

$t_{\text{зАГ}}$ – час завантаження автомобіля зерном і добривами, $t_{\text{зАГ}} = 15 \text{ хв.}$;

$t_{\text{вз}}$ – час зважування на авто вагах, $t_{\text{вз}} = 4.5 \text{ хв.}$;

$t_{\text{пАз}}$ – час заправки сівалки добривами і насінням, $t_{\text{пАз}} = 5.0 \text{ хв.}$

Час руху автомобіля з вантажем і без вантажу:

$$t_{\text{дв}} = 2l_{\text{п}} / v_{\text{е}}, \quad (2.16)$$

де: $l_{\text{п}}$ – відстань перевезень 4 км;

$V_{\text{е}}$ – середня експлуатаційна швидкість автомобіля = 35 км/год.

$$t_{\text{дв}} = 2 \cdot 4 / 35 = 0.23 = 13.8 \text{ хв.}$$

Тоді час циклу транспортного засобу:

$$t_{\text{ц}} = 13.8 + 15 + 4.5 + 5.0 = 38.3 \text{ хв.}$$

Виходячи з проведених розрахунків ми бачимо, що вибраний агрегат і режим його роботи при виконанні даної операції повністю відповідає всім агротехнічним, технологічним та експлуатаційним вимогам та допускам.

2.3 Порівняльна характеристика технологій

2.3.1 Т-70С + УСМК-5,4В. Розрахунок техніко-економічних показників традиційної технології для суцільної культивування агрегатом Т-70С + УСМК-5,4В:

Годинна продуктивність агрегату:

$$W_{\text{год}} = 0.1 B_{\text{р}} V_{\text{р}} \tau, \quad (2.17)$$

де $B_{\text{р}}$ – робоча ширина захвату агрегату, м;

$V_{\text{р}}$ – робоча швидкість руху, км/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, ($\tau = 0.65 - 0.85$).

$$W_{год} = 0.1 \cdot 5.5 \cdot 8.1 \cdot 0.81 = 3.6 \text{ га/год.}$$

Змінний виробіток агрегату

$$W_{3M} = 0.1 B_P V_P T_{3M} \tau, \quad (2.18)$$

де: T_{3M} – час зміни, год.

$$W_{3M} = 0.1 \cdot 5.5 \cdot 8.1 \cdot 8 \cdot 0.81 = 28.8 \text{ га/зм.}$$

Погектарна витрата палива, кг/га:

$$Q_{ГА} = \frac{G_P T_P + G_{XX} T_{XX} + G_O T_O}{W_{3M}} \text{ кг/га.} \quad (2.19)$$

де G_P – годинна витрата палива при роботі під навантаженням, кг/год;

T_P – час чистої роботи за зміну, год;

G_{XX} – годинна витрата палива при холостих переїздах, кг/год;

T_{XX} – час витрачений на холості переїзди за зміну, год;

G_O – годинна витрата палива при зупинках, кг/год;

T_O – час витрачений на зупинки, год.

$$G_P = \frac{g_e \cdot N_{EH}}{1000}, \text{ кг/год} \quad (2.20)$$

де g_e – питома витрата палива, г/кВт·год;

N_{EH} – ефективна потужність двигуна, кВт.

$$G_P = \frac{250 \cdot 59.8}{1000} = 14.95 \text{ кг/год.}$$

$$T_P = \tau \cdot T_{3M}, \text{ год} \quad (2.21)$$

де T_{3M} – час роботи за зміну, год

$$Q_{ГА} = \frac{14.95 \cdot 6.48 + 4.49 \cdot 0.76 + 1.5 \cdot 0.76}{28.8} = 3.5 \text{ кг/га.}$$

Загальні витрати палива на всю площу, кг:

$$Q_{3AG} = Q_{ГА} \cdot F, \text{ кг} \quad (2.22)$$

де: F – площа поля, на якій виконується дана операція

$$Q_{3AG} = 3.5 \cdot 150 = 525 \text{ кг.}$$

Загальна вартість пального, необхідного для виконання операції, грн:

$$S_{3AG} = Q_{3AG} \cdot C_{П} \text{ грн.} \quad (2.23)$$

де: C_{Π} – ціна одного кілограма пального, грн.

$$S_{3AG} = 525 \cdot 10.55 = 5538.78 \text{ грн.}$$

Розрахунок енергоозброєності процесу:

$$\Theta = \frac{N_E}{\sum n}, \quad (2.24)$$

$$\Theta = \frac{51.5}{1} = 51.5.$$

2.3.2. T-70C + CCT-12B. Годинна продуктивність агрегату:

$$W_{ГОД} = 0,1B_P V_P \tau, \quad (2.25)$$

де B_P – робоча ширина захвату агрегату, м;

V_P – робоча швидкість руху, км/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, ($\tau = 0,65 - 0,85$).

$$W_{ГОД} = 0.1 \cdot 5.4 \cdot 8.1 \cdot 0.71 = 3.1 \text{ га/год.}$$

Змінний виробіток агрегату

$$W_{ЗМ} = 0,1B_P V_P T_{ЗМ} \tau, \quad (2.26)$$

де: $T_{ЗМ}$ – час зміни, год.

$$W_{ЗМ} = 0.1 \cdot 5.4 \cdot 8.1 \cdot 8 \cdot 0.71 = 24.8 \text{ га/зм.}$$

Погектарна витрата палива, кг/га:

$$Q_{ГА} = \frac{G_P T_P + G_{XX} T_{XX} + G_O T_O}{W_{ЗМ}}, \text{кг/га} \quad (2.27)$$

де G_P – годинна витрата палива при роботі під навантаженням, кг/год;

T_P – час чистої роботи за зміну, год;

G_{XX} – годинна витрата палива при холостих переїздах, кг/год;

T_{XX} – час витрачений на холості переїзди за зміну, год;

G_O – годинна витрата палива при зупинках, кг/год;

T_O – час витрачений на зупинки, год.

$$G_P = \frac{g_e \cdot N_{EH}}{1000}, \text{кг/год} \quad (2.28)$$

де g_e – питома витрата палива, г/кВт·год;

N_{EH} – ефективна потужність двигуна, кВт.

$$G_p = \frac{250 \cdot 59.8}{1000} = 14.95 \text{ кг/год.}$$

$$T_p = \tau \cdot T_{3M}, \text{ год} \quad (2.29)$$

Загальні витрати палива на всю площу, кг:

$$Q_{3AG} = Q_{GA} \cdot F, \text{ кг} \quad (2.30)$$

де: F – площа поля, на якій виконується дана операція

$$Q_{3AG} = 3.7 \cdot 150 = 555 \text{ кг.}$$

Загальна вартість пального, необхідного для виконання операції, грн:

$$S_{3AG} = Q_{3AG} \cdot C_{\Pi} \text{ грн.} \quad (2.31)$$

де: C_{Π} – ціна одного кілограма пального, грн.

$$S_{3AG} = 555 \cdot 10.55 = 5855.25 \text{ грн.}$$

Затрати праці:

$$H = \frac{\sum n}{W_{год}}, \quad (2.32)$$

де: $\sum n$ – кількість чоловік, які обслуговують агрегат.

$$H = \frac{2}{3.1} = 0.65 \text{ люд} \cdot \text{год/га.}$$

Розрахунок енерговитрат операції:

$$\psi = \frac{N_E}{W_{год}}, \text{ кВт /га} \quad (2.33)$$

де: N_E – ефективна потужність двигуна, кВт.

$$\psi = \frac{51.5}{3.1} = 16.6 \text{ кВт/га.}$$

Розрахунок енергоозброєності процесу:

$$\Theta = \frac{N_E}{\sum n}, \quad (2.34)$$

$$\Theta = \frac{51.5}{2} = 25.75.$$

Загальні витрати палива на всю площу, кг:

$$Q_{3AG} = 525 + 555 = 1080 \text{ кг.}$$

Загальна вартість пального, витраченого на виконання вказаних операцій, грн:

$$S_{\text{ЗАГ}} = 5538.78 + 5855.25 = 11394,03 \text{ грн.}$$

Загальні затрати праці на гектар площі, люд·год/га.

$$H_{\text{ЗАГ}} = 0.28 + 0.65 = 0.93 \text{ люд·год/га.}$$

Загальні енерговитрати операції, кВт/га:

$$\Psi_{\text{ЗАГ}} = 14.3 + 16.6 = 30.9 \text{ кВт/га.}$$

Загальна енергоозброєність процесу виконання даної операції:

$$\Xi_{\text{ЗАГ}} = 51.5 + 25.75 = 77.25 \text{ кВт.}$$

2.3.3. ХТЗ-161+УСМК-5.4В+ССТ-12В. Годинна продуктивність агрегату:

$$W_{\text{ГОД}} = 0,1B_p V_p \tau, \quad (2.35)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

V_p – робоча швидкість руху, км/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, ($\tau = 0,65 - 0,85$).

$$W_{\text{ГОД}} = 0.1 \cdot 5.4 \cdot 7.47 \cdot 0.71 = 2.86 \text{ га/год.}$$

Змінний виробіток агрегату

$$W_{\text{ЗМ}} = 0,1B_p V_p T_{\text{ЗМ}} \tau, \quad (2.36)$$

де: $T_{\text{ЗМ}}$ – час зміни, год.

$$W_{\text{ЗМ}} = 0.1 \cdot 5.4 \cdot 7.47 \cdot 8 \cdot 0.71 = 22.9 \text{ га/зм.}$$

Погектарна витрата палива, кг/га:

$$Q_{\text{ГА}} = \frac{G_p T_p + G_{\text{ХХ}} T_{\text{ХХ}} + G_o T_o}{W_{\text{ЗМ}}}, \text{кг/га} \quad (2.37)$$

де G_p – годинна витрата палива при роботі під навантаженням, кг/год;

T_p – час чистої роботи за зміну, год;

$G_{\text{ХХ}}$ – годинна витрата палива при холостих переїздах, кг/год;

$T_{\text{ХХ}}$ – час витрачений на холості переїзди за зміну, год;

G_o – годинна витрата палива при зупинках, кг/год;

T_o – час витрачений на зупинки, год.

$$G_p = \frac{g_e \cdot N_{EH}}{1000}, \text{ кг/год} \quad (2.38)$$

де g_e – питома витрата палива, г/кВт·год;

N_{EH} – ефективна потужність двигуна, кВт.

$$G_p = \frac{233 \cdot 72.3}{1000} = 16.85 \text{ кг/год.}$$

$$T_p = \tau \cdot T_{3M}, \text{ год} \quad (2.39)$$

Загальна вартість пального, необхідного для виконання операції, грн:

$$S_{3AG} = Q_{3AG} \cdot C_{II} \text{ грн.} \quad (2.40)$$

де: C_{II} – ціна одного кілограма пального, грн.

$$S_{3AG} = 688.5 \cdot 10.55 = 7263.675 \text{ грн.}$$

Затрати праці:

$$H = \frac{\sum n}{W_{год}}, \quad (2.41)$$

де: $\sum n$ – кількість чоловік, які обслуговують агрегат.

$$H = \frac{2}{2.86} = 0.7 \text{ люд.год/га.}$$

Розрахунок енерговитрат операції:

$$\psi = \frac{N_E}{W_{год}}, \text{ кВт /га} \quad (2.42)$$

де: N_E – ефективна потужність двигуна, кВт.

$$\psi = \frac{72.3}{2.86} = 25.3 \text{ кВт/га.}$$

Розрахунок енергоозброєності процесу:

$$\Theta = \frac{N_E}{\sum n}, \quad (2.43)$$

$$\Theta = \frac{72.3}{2} = 36.15.$$

Провівши розрахунок традиційної та розробленої технології для суцільної культивування та посіву цукрового буряка отримали наступні дані. Які представимо у вигляді табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Порівняльна характеристика техніко-економічних показників при підготовці поля до посіву та сівбі цукрових буряків

Показники	Традиційна технологія	Розроблена технологія	Відхилення (+,-) розробленої технології від традиційної
Погектарні витрати палива, кг/га.	7.20	4.59	- 2.61
Загальні витрати палива на всю площу, кг	1080.0	688.5	- 391,5
Загальна вартість пального, витраченого на виконання вказаних операцій, грн.	11394,03	7263,68	- 4130,4
Загальні затрати праці на гектар площі,	0.93	0.70	- 0.23
Загальні енерговитрати операції, кВт/га	30.9	25.3	- 5.6
Загальна енергоозброєність процесу виконання даної операції, кВт	77.25	36.15	- 41.1

Враховуючи розраховані показники можна з впевненістю сказати, що запропонована нами технологія проведення одночасної суцільної культивуції і сівби комплексним є як економічно так і технічно вигідним.

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

3.1. Обґрунтування доцільності та потреби в конструктивній розробці

Конструктивна розробка, представлена в даному дипломному проекті, являє собою начіпну зчіпку. Вона призначена для складання широкозахватних сільськогосподарських агрегатів для сівби та міжрядного обробітку просапних культур в агрегаті з енергонасиченими тракторами типу ХТЗ-121, ХТЗ-161, ЛТЗ-155, МТЗ-1024, JohnDeere 6130/6130D тощо. В нашому випадку для агрегатів ХТЗ-161 і УСМК-5,4.

Дану зчіпку можна використовувати для складання широкозахватного посівного агрегату з сівалками типу СУПН-8/СПЧ-8, але при цьому трактор необхідно обладнати ежектором для створення розрідження в пневмосистемах бокових машин.

При складанні агрегату один культиватор традиційно навішується на задню начіпку трактора, а два інших – на гідрофіковані начіпки правого і лівого крила зчіпки, які в свою чергу закріплені на передній частині трактора.

На раму за допомогою осей шарнірно, у вертикальній площині, встановлюються бокові крила зчіпки. Рама і крила зварені із швелера №14а. На кінцях кожного крила встановлені самонаправляючі опорні колеса. Кріпляться вони на хомутах, що дозволяє підбирати їх положення. Аналогічно на крилах закріплені гідрофіковані навіски. Гідроциліндри навісок зчіпок під'єднуються за допомогою гідрошлангів і трубопроводів до двох вільних секцій гідророзподільника трактора.

Перед виїздом в поле або переїздом на інше поле, на трактор встановлюється лише одна сільськогосподарська машина на задню навіску і раму. Крила зчіпки зібрані і дві інших сільськогосподарських машини

транспортуються окремо. Складання агрегату виконується в полі безпосередньо перед початком роботи. В іншому робота даного агрегату нічим не відрізняється від базових.

3.2 Розрахунки рами на міцність

Виконаємо перевірочний розрахунок балки крила на міцність при згині. Будуємо розрахункову схему балки (рис. 3.1а) зв'язки опор, накладені на балку, замінюємо реакціями (рис. 3.1б).

Сила P , що діє на балку, дорівнює силі опору культиватора [9].

$$P = \Delta p \cdot B_p, \quad (3.1)$$

де Δp – питомий опір с-г машини, кН/м ($\Delta p = 1,4$ кН/м);

B_p – ширина захвату культиватора, м ($B_p = 5,6$ м).

$$P = 1,4 \cdot 5,6 = 7,8 \text{ кН.}$$

Для визначення опорних реакцій складаємо рівняння рівноваги балки [10].

$$\Sigma M_B = R_a \times 4,6 - P \times 1 = 0, \quad (3.2)$$

Звідси

$$R_a = \frac{P}{4,6}, \quad (3.3)$$

$$R_a = \frac{7,8}{4,6} = 1,7 \text{ кН.}$$

$$\Sigma M_A = R_b \times 4,6 - P \times 5,6 = 0, \quad (3.4)$$

$$R_b = \frac{5,6P}{4,6}, \quad (3.5)$$

$$R_b = \frac{5,6 \times 7,8}{4,6} = 9,5 \text{ кН.}$$

Перевіряємо вірність визначених опорних реакцій.

$$\begin{aligned}\Sigma_x &= 0, \\ -R_A + R_B - P &= 0, \\ -1,7 + 9,5 - 7,8 &= 0.\end{aligned}$$

Реакції опор визначені вірно.

Складаємо рівняння рівноваги для залишеної частини балки, задавши позитивний напрямок внутрішніх силових факторів.

Ділянку I розглянемо зліва.

На першій ділянці: $0 \leq Z_1 \leq 4,6\text{м}$ [4].

$$Q_x^1 = \Sigma_x = -R_A,$$

$$M_y^1 = \Sigma M_o = -R_A \times Z, \quad (3.6)$$

При $Z_1 = 0$

$$Q_x (A) = -1,7 \text{ кН.}$$

$$M_y (A) = 0,$$

При $Z_1 = 4,6$

$$Q_x (B) = -1,7 \text{ кН.}$$

$$M_y (B) = -1,7 \times 4,6 = 7,8 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

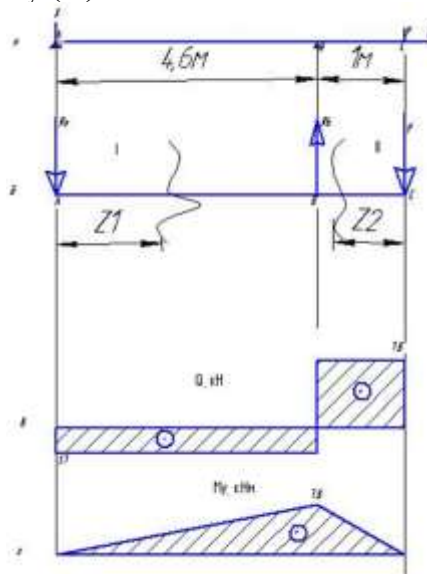


Рис. 3.1 Розрахункова схема

- а) Розрахункова схема;
- б) Розрахункова схема із заміненими опорами на їх реакції
- в) Епюра зусиль Q_x ;
- г) Епюра моментів M_y

Для визначення внутрішніх силових факторів розбиваємо балку на ділянки і використовуємо метод перерізів.

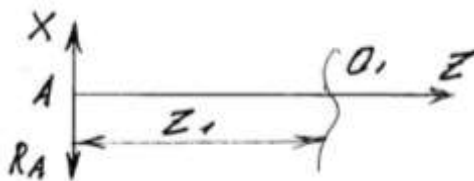


Рис. 3.2. Розрахункова схема I ділянки

Ділянку II розглянемо з правого боку.

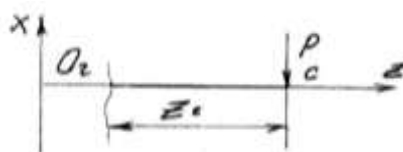


Рис. 3.3 Розрахункова схема II ділянки

На другій ділянці: $0 \leq Z_2 \leq 1$.

$$Q_x = \Sigma_x = P,$$

$$M_y = \Sigma_m = P \times Z_2, \quad (3.7)$$

При $Z_2 = 0$

$$Q_x (C) = P = 7,8 \text{ кН.}$$

$$M_y (C) = 0,$$

При $Z_2 = 1$

$$Q_x (B) = 7,8 \text{ кН.}$$

$$M_y (B) = 7,8 \times 1 = 7,8 \text{ кНм.}$$

По розрахунковим даним будуємо епюри Q_x і M_y .

Аналізуючи отримані епюри, використовуючи їх властивості, можна сказати, що небезпечним перерізом балки є точка В, де:

$$M_y (B) = M_y^{\max} = 7,8 \text{ кНм.}$$

Із умов міцності $[\sigma]$:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_y^{\max}}{W_y} \leq [\sigma], \quad (3.8)$$

Визначаємо значення осевого моменту опору перерізу.

$$W_y = \frac{M_y^{\max}}{[\sigma]}, \quad (3.9)$$

де $[\sigma]$ – допустима напруга, МПа (для вібраційного матеріалу)
 $[\sigma]=350\text{МПа}$

$$W_y = \frac{7,8 \times 10^{-3}}{350} = 2,228 \times 10^{-3} \text{ м}^3 = 22,28 \text{ см}^3.$$

Перевіряємо виконання умови міцності, порівнявши W_y з W_y^{τ} – яке визначається по сортименту для вібраційного швелера ($W_y^{\tau}=26,6$ см – для швелера МПа) [8].

$$W_y \leq W_y^{\tau},$$

$$22,28 \text{ см}^3 < 26,6 \text{ см}^3.$$

Умови міцності при згині виконано.

2) Перевірочний розрахунок балки крила на міцність і жорсткість при крученні:

При підйомі культиватора, навішеного на гідроначіпку бокового крила зчіпки, на балку діє крутний момент.

$$M_k = P_m \times L_n, \quad (3.10)$$

де P_m – вага культиватора, кН; ($P_m = 13,000$ кН);

L_n – плече (довжина тяг навіски) дії сили P_m , м ($1\text{м} = 0,5\text{м}$).

$$M_k = 13 \cdot 0,5 = 0,65 \text{ кНм}.$$

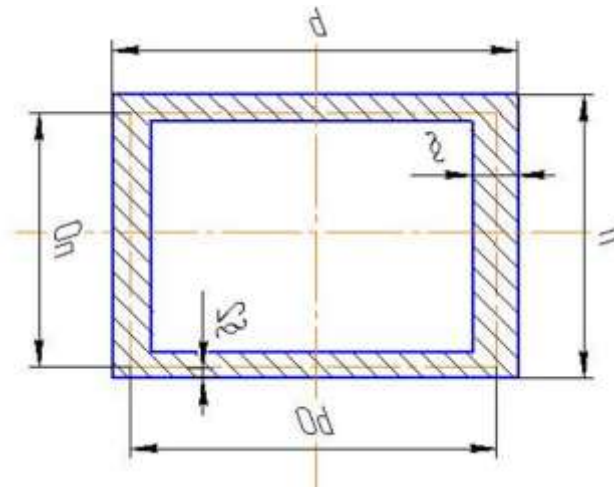


Рис. 3.3 Розрахункова схема балки (поперечний переріз)

Допустимий момент опору кручення, який може забезпечити балка, дорівнює [8]:

$$W_k = 2h_o B_o \sigma \quad (3.11)$$

де $h_o = 13,13$ см; $B_o = 11,91$ см; $\sigma_1 = 4,9$ мм.

$$W_k = 2 \times 13,13 \times 11,91 \times 0,49 = 153,3 \text{ см}^3.$$

При умові міцності при крученні:

$$W_k > W_{k \max} = \frac{M_k}{\tau_{\max}} \quad (3.12)$$

$$W_{k \max} = \frac{6.50 \times 10^{-4}}{280} = 2,3 \times 10^{-6} \text{ см}^3.$$

де $\tau_{\max}$ – максимально-допустима дотична напруга при крученні, мПа;
($\tau_{\max} = 280$ мПа).

Таким чином:

$$153,3 > 2,3 \text{ см}^3.$$

Отже, умови міцності виконано.

Забезпечення жорсткості балки визначимо по найбільшому куту кручення із слідуючої нерівності:

$$\varphi = \frac{M_k \times l}{G \times I_k} \leq [\varphi], \quad (3.13)$$

де l – довжина балки, на якій розраховується кут кручення, см ($l = 1$ м);

G – вплив пружних властивостей матеріалу ($G = 8 \times 10^5$)

I_k – момент інерції перерізу при крученні, см^2

$$I_k = \frac{h_o^2 \times b_o^2 \times \alpha \times \sigma_2}{n \sigma_2 + b \sigma_1 - \sigma_1^2 - \sigma_2^2}, \quad (3.14)$$

де $h = 14\text{см}$; $b = 12,4\text{см}$; $\sigma_2 = 0,87$ см (дані взяті із сортаменту для швелера №14а).

$$I_k = \frac{13,13^2 \times 11,91^2 \times 0,49 \times 0,87}{14 \times 0,87 \times 12,4 \times 0,49 - 0,49^2 - 0,87^2} = 604,02 \text{ см}^4.$$

Допустимий кут закручування $[\varphi]$ для поперечного змінного навантаження приймаємо рівним $[\varphi] = 0,25^\circ$.

Перевіримо умови жорсткості:

$$\varphi_1 = \frac{6500 \times 100}{8 \times 10^5 \times 604,02} = 0,001 \text{ рад} = 0,08^\circ.$$

$$0,08^\circ < 0,25^\circ.$$

Умови жорсткості виконано.

3) Перевірковий розрахунок зварювального [5] шва кріплення кронштейна вісі крила до рами.

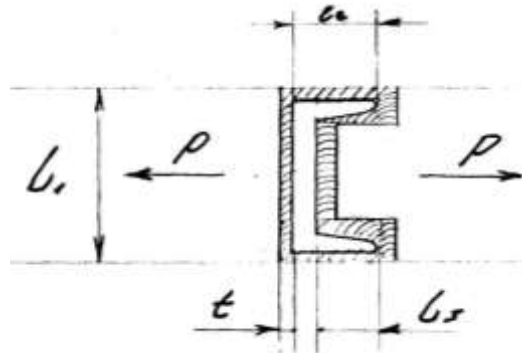


Рис. 3.4 Розрахункова схема зварювального кріплення кронштейна до рами (вид загальний)

Дані із сортаменту:

$$l_1 = 140\text{мм}; l_2 = 62\text{мм}; l_3 = 57\text{мм}.$$

Сила P дорівнює реакції опори в т. А.

$$P = 1,7 \text{ кН}.$$

Так як стик складається із комбінації лобових і флангових швів, то:

$$P = P_{\phi 1} + P_{\phi 2} + P_{\text{л}}, \quad (3.15)$$

$$P_{\phi 1} = 0,7 \times 2 \times t \times l_2 \times \tau_e,$$

$$P_{\phi 2} = 0,7 \times 2 \times t \times l_3 \times \tau_e,$$

$$P_{\text{л}} = 0,7 \times 2 \times t \times l_1 \times \tau_e,$$

де t – катет зварного шва (приймаємо рівним товщині зварного матеріалу), мм ($t=5\text{мм}$);

τ_e – дотична напруга зварного шва (невідомо)

Звідси:

$$P = (l_1 + l_2 + l_3) \cdot 1,4t \times \tau_e, \quad (3.16)$$

Так як P нам відомо, а необхідно визначити виникаючу напругу τ_e , то перетворюємо попередній вираз:

$$\tau_e = \frac{P}{(l_1 + l_2 + l_3) \cdot 1,4t}, \quad (3.17)$$

$$\tau_e = \frac{1700}{(140 + 62 + 57) \cdot 1,4 \cdot 5} = 0,94 \text{ М/мм}^2 = 0,94 \text{ МПа.}$$

При умові міцності:

$$\tau_e \leq [\tau_e],$$

де $[\tau_e]$ – допустима напруга зжимання зварного шва, МПа.

При ручній зварці воно дорівнює:

$$[\tau_e] = 0,6 [\sigma_{\text{м}}],$$

де $[\sigma_{\text{м}}]$ – допустима напруга при розтягу для зварного матеріалу, МПа ($[\sigma_{\text{м}}] = 160 \text{ МПа}$).

$$[\tau_e] = 0,6 \cdot 160 = 96 \text{ МПа.}$$

Таким чином:

$$0,94 \text{ МПа} < 96 \text{ МПа.}$$

Умови міцності виконано.

Виходячи з того, що запас міцності великий, можна порекомендувати застосувати не суцільний круговий спосіб зварювання, а відрізний.

3.3 Розрахунок зварних з'єднань

Проведемо розрахунок шва, що з'єднує несучу балку зчипки з навісним механізмом. Так, товщина балки складає 8 мм, рамки - 12 мм. Сила, що роз'єднує дане з'єднання очевидно буде рівна масі тюка та поворотної рами навантажувача. Прийmemo масу 1000 кг, або 10 кН.

Визначимо допустиме напруження розтягу з'єднувальних балок. Матеріал – сталь Ст2. $\sigma_T = 200$ МПа. Коефіцієнт запасу – $[n] = 1,4$ [10].

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[n]}; \quad (3.18)$$

$$[\sigma_p] = \frac{200}{1,4} = 142,9 \text{ МПа.}$$

Визначимо допустиме напруження шва при розтягу (3-й вид технологічного процесу):

$$[\sigma_p]_e = 0,6[\sigma_p]; \quad (3.19)$$

$$[\sigma_p]_e = 0,6 \cdot 142,9 = 85,87 \text{ МПа.}$$

Визначимо довжину шва.

$$l \geq \frac{Q}{s[\sigma_p]_e}; \quad (3.20)$$

де, Q – навантаження на шов, Н.

S - товщина балки, м.

$$l \geq \frac{10 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^{-3} \cdot 85,87 \cdot 10^6} = 0,0145 \text{ м.}$$

Приймаючи приблизно 8 – 10 мм на не провар, на початку і крater шва у кінці – приймаємо довжину шва – 20 мм.

Розрахуємо лобовий шов, що з'єднує поперечні планки поворотної балки навантажувача.

Матеріал планок – сталь Ст3. Коефіцієнт запасу – $[n] = 1,45$.

Визначимо допустиме напруження розтягу основного металу за формулою (3.18):

$$[\sigma_p] = \frac{225}{1.45} = 155,2 \text{ МПа.}$$

Допустиме напруження шва на зріз (2-й технологічний процес) за формулою (3.2):

$$[\tau_p]_e = 0.6 \cdot 155,2 = 93,1 \text{ МПа.}$$

Приймаємо $k=s=8$ мм. (ручне зварювання електродом Э-42) визначимо довжину шва за формулою [10]:

$$l \geq \frac{Q}{1,4 \cdot k [\tau_p]_e}; \quad (3.21)$$

$$l \geq \frac{10 \cdot 10^3}{1,4 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 93,1 \cdot 10^6} = 0,0096 \text{ м.}$$

Враховуючи можливі технологічні дефекти, приймаємо довжину шва 10 мм.

Розрахуємо флангові шви, які забезпечують міцність рівнобічних кутників. Розміри поперечного перерізу кутика – 70*70*6, товщина 70 мм.

Матеріал – сталь Ст3.

Визначаємо допустиме напруження розтягу за формулою (3.1):

$$[\sigma_p] = \frac{225}{1.45} = 155,2 \text{ МПа.}$$

Допустиме напруження сили розтягу:

$$Q = [\sigma_p] \cdot S_L; \quad (3.22)$$

Де, S_L - площа поверхні, мм².

$$Q = 155,2 \cdot 700 = 108,6 \text{ кН.}$$

За формулою (3.19) визначимо допустиме напруження шва на зріз.

$$[\tau_p]_e = 0.6 \cdot 155,2 = 93,1 \text{ МПа.}$$

Визначаємо сумарну довжину швів:

$$l \geq \frac{Q}{0,7 \cdot \kappa [\tau_{зр}]_e}; \quad (3.23)$$

$$l \geq \frac{108,6 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 93,1 \cdot 10^6} = 0,2 \text{ м.}$$

Визначимо довжину кожного шва.

$$l_1 = L(b - C_x)/(b); \quad (3.24)$$

де, b – товщина, мм;

C_x - довжина катета, мм.

$$l_1 = 200(70 - 20)/(70) = 143 \text{ мм.}$$

$$l_2 = LC_x/(b); \quad (3.25)$$

$$l_2 = (200 \cdot 20)/(70) = 57,1 \text{ мм.}$$

Враховуючи можливість технологічних дефектів процесу ручного зварювання, приймаємо: $l_1 = 145 \text{ мм}$, $l_2 = 60 \text{ мм}$.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

4.1 Аналіз комплексу потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів при вирощуванні цукрових буряків

Небезпечними і шкідливими факторами при вирощуванні цукрових буряків є роботи, виконання яких може в окремих випадках може негативно сказатись на здоров'ї деяких робітників. При вирощуванні буряків найбільш небезпечними є роботи, пов'язані з отрутохімікатами, а також роботи по збиранню врожаю, коли застосовуються машини (комбайни). У цих машинах велика кількість деталей рухомих, що не закриті і потребують уваги в процесі роботи і технічному обслуговуванні (очищення, регулювання). Операції, в більшості випадків, виконуються без зупинки двигуна порушенням всіх правил і вимог безпеки створюються небезпечні ситуації ризику травматизму. Менш небезпечними є всі інші роботи, але і вони також можуть стати причиною травматизму.

Враховуючи тематику даного дипломного проекту, зупинимося на аналізі потенційно небезпечних та шкідливих факторах при передпосівній обробці ґрунту під посіви цукрових буряків та й при самому посіві [20].

Не менш небезпечною операцією є роботи з передпосівного обробітку ґрунту. В першу чергу небезпека даної операції починається ще задовго до початку роботи на полі, а це зумовлено, в першу чергу складністю технологічного процесу. При виконанні даної операції виникають небезпечні фактори, в першу чергу, при комплектуванні машинно-тракторного агрегату, тому забороняється під'єднувати культиватор до трактора, на якому не встановлено противаги, переїжджати з одного поля на інше без зменшення довжини центральної тяги навісної системи трактора, рухатися зі швидкістю більше 8 км/год, залишати культиватор у піднятому положенні та проводити операції пов'язані з технічним обслуговуванням без зупинки двигуна трактора

та під час руху, а також категорично заборонена робота на схилах понад 10° [20].

Не менш важливою та складною операцією є посів цукрових буряків, тому й не виключено виникнення небезпечних ситуацій, які можуть призвести до негативних наслідків, саме тому особливо обережно треба виконувати такі операції, як монтаж, складання, усунення несправностей та технічне обслуговування сівалки. Проводити вище перелічені операції необхідно лише при зупиненому двигуні трактора та підставивши під сівалку спеціальні підставки, під час транспортування начепленої сівалки необхідно рамку авто зчіпки завести в замок, а зчіпку закріпити шплінтом, надійно заблокувати розтяжки навіски трактора, встановити противаги, обслуговуючому персоналу категорично забороняється знаходитись між трактором та сівалкою, а також поблизу при комплектуванні агрегату. Перед початком роботи і перед зупинкою агрегату необхідно користуватися електросигналізацією. Під час роботи забороняється знаходитись на підніжній дошці, ходити по переду сівалки, сідати і сходити з трактора під час руху, очищати сошники, виконувати ремонтні та регульовальні роботи, для очищення сошників використовувати тільки чистик, закріплений на довгій ручці. Обов'язково користуватись засобами індивідуального захисту для запобігання отруєння внаслідок контакту з мінеральними добривами, а також заборонено їсти, палити. Очищати бункери насіннєвих і туковисівних апаратів руками [20].

4.2 Екологічна експертиза проектних рішень

Як і кожна галузь суспільного господарства, сільськогосподарське виробництво взаємодіє своєю виробничою діяльністю з оточуючим природним середовищем і його ресурсами. В рослинництві – це внесення добрив, ядохімікатів, а в тваринництві за рахунок викидів від технологічного процесу – утримання і використання сільськогосподарських тварин.

В Україні здійснюється державна та інші види екологічної експертизи. Проведення екологічної експертизи обов'язково в процесі законодавчої, управлінської, господарської та іншої діяльності, що впливає на стан навколишнього середовища. Охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід'ємні умови стабільного економічного і соціального розвитку України.

Діяльність як окремих фізичних осіб, так і юридичних по відношенню до використання оточуючого природного середовища, регулюється відповідними державними постановами і Законом. Верховною Радою України 25 червня 1991 року прийнятий «Закон України про охорону навколишнього середовища». Його завданням є регулювання відносин в галузі охорони використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, попередження і ліквідації негативного впливу господарської чи іншої діяльності на оточуюче природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів і других природних комплексів, цілісних територій і природних об'єктів, зв'язаних з історично-культурною спадщиною [11].

Стаття 3, пункт «с» Закону зобов'язує проводити екологічну експертизу об'єктів, а пункт «ж» - формувати у населення екологічний світогляд. З цією метою Україна здійснює на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, охорону та раціональне використання земельних ресурсів.

Проведення екологічної експертизи є обов'язковим в процесі законодавчої, інвестиційної, управлінської, господарської і інших видів діяльності, які впливають на стан навколишнього природного середовища.

Як сказано в законі, екологічний експертизі підлягають техніко-економічні обґрунтування і розрахунки, проекти на будівництво і

реконструкцію (розширення, технічне переобладнання) підприємств і інших об'єктів, які можуть негативно вплинути на стан навколишнього природного середовища, незалежно від форм власності і підпорядкування, в тому числі військові призначення.

Під впливом сільськогосподарського виробництва змінюється навколишнє середовище, ґрунт, рослинний і тваринний світ і т.д. В теперішній час проводиться вже розрахунок екологічного збитку від забруднень навколишнього середовища. Так при розгляді даного проекту в основу якого покладена операційна технологія з впевненістю можемо перерахувати фактори, які дуже шкідливо впливають на природне середовище. До таких ми відносимо:

1. Вітрова та водяна ерозії ґрунту
2. Переуцілювання ґрунту механізованими засобами.
3. Забруднення хімічними речовинами (пестицидами, гербіцидами, отрутохімікатами).
4. Великий виніс гумусу з ґрунтів.
5. Забруднення навколишнього середовища вихлопними газами, а також забруднення ґрунту паливно-мастильними матеріалами, які нерідко виливаються на поверхню ґрунту.

З метою попередження наведених вище факторів нами передбачено план міроприємств, в якому включені наступні питання:

1. Одна із головних задач по охороні навколишнього природного середовища полягає в захисті ґрунтів від ерозії. Тому для пропонованої технології передпосівного обробітку і посіву цукрових буряків, при використанні її на нерівних ділянках поля – схилах, необхідно передбачити рух агрегатів впоперек схилу. Даний захід дає можливість частково захистити ґрунт від вимивання поверхневого шару опадами і талими водами, не менш важливим заходом для запобігання ґрунтової ерозії є насадження лісових захисних смуг.

2. За період від підготовки ґрунту від посіву до збирання врожаю різні машини проходять по полю 5-15 раз. Сумарна площа слідів ходових систем нерідко вдвічі перевищує площу поля, а на поворотних смугах – в 6...20 раз. В результаті різко погіршуються такі важливі для росту і розвитку рослин, властивості як щільність, твердість, повітро- і водопроникність.

З метою запобігання переущільнення ґрунту потрібно комбінувати декілька операцій в одну, щоб зменшити кількість проходів техніки по полю, тобто використовувати комбіновані агрегати.

3. Відмічаючи виключно важливу роль агрономічної хімії у збільшенні виробництва продукції, а в цілому, і підвищення рентабельності виробництва, не можна не зазначити, що ці хімічні речовини, при невірному їх використанні, можуть негативно впливати на врожай рослин і навколишнє середовище.

У наш час розроблено комплекс заходів, що запобігає забрудненню навколишнього середовища хімічними речовинами.

При вирощуванні цукрових буряків, добрива та пестициди використовуються згідно встановлених норм та строків, тому не спостерігається їх негативна дія на навколишнє середовище. Саме для рішення даної проблеми в вказаному господарстві регулярно проводяться інструктажі поміж трактористів – машиністів та водіїв транспортних засобів по питанню проведення польових технічних обслуговувань. Засвідчення правильності зберігання хімічних речовин та впроваджений жорсткий нагляд за дотриманням норм внесення отрутохімкатів.

4. Для зменшення даного негативного явища в господарстві запроваджено чітке дотримання агротехнічних вимог щодо глибини обробітку та строків проведення тієї чи іншої операції. Вчасне внесення по полях перегною та дотримання сівозміни значною мірою поліпшує структуру ґрунту, та значно зменшує виніс гумусу з ґрунтів.

5. Так як при пропонованій технології використовується підвищений рівень механізації, то робота двигунів внутрішнього згорання у всякому випадку буде забруднювати атмосферу шкідливими компонентами, незважаючи на невелике скупчення машин на полях. Найменш забруднюють атмосферу справні і вірно відрегульовані машини. Тому, при суцільній передпосівній культивації та посіві цукрових буряків по запропонованій технології, необхідно забезпечити високий рівень роботи служби технічного обслуговування і ремонту машин, щоб знизити забруднення атмосфери вихлопами і картерними газами до мінімуму. Не менш важливим питанням з охорони навколишнього середовища є вилив паливно – мастильних матеріалів на поверхню поля, тому для вирішення даної проблеми необхідно запровадити жорсткий контроль інженерної служби за технічним станом агрегатів, які виїжджають на поле. Але не слід обмежуватись даним заходом, так як поломки можуть виникнути і при роботі на полі, тому потрібно періодично проводити контроль агрегатів і при їх роботі, незалежно від контролю самого механізатора. А в разі поломки на полі проводити ремонт агрегату, який пов'язаний з ПММ, використовувати спеціальні ємності для злиття паливно – мастильних матеріалів, а найкращим рішенням даної проблеми є проведення ремонтів на тракторній бригаді, чи в ремонтній майстерні, що не можна сказати про дане господарство.

В даному дипломному проекті для вирішення питань пов'язаних з охороною природного середовища та підтримання в належному стані екологічної обстановки, розроблено зчіпку для проведення широкозахватного посіву зчіпкою з двох сівалок ССТ-12В та запропонована нова технологія проведення передпосівної суцільної культивації та посіву цукрових буряків. Використання розробленої зчіпки при посіві дасть змогу скоротити майже вдвічі прохід одного і того самого агрегату по полі, таким чином зменшиться ущільнення ґрунту, а це чи не найголовніший показник для росту і розвитку рослин, так як він характеризує такі показники, як: щільність, твердість,

повітро- та водопроникність. Запропонована нова технологія проведення суцільної культивуації та посіву цукрових буряків також впливає на збереження екологічної обстановки. Суть даної технології полягає в тому, що ми запропонували використання комплексного агрегату для одночасного проведення вказаних двох операцій, до складу даного агрегату входять такі машини: трактор ХТЗ-121, культиватор УСМК-5,4В та сівалка ССТ-12В . Маса даного агрегату, в порівнянні з традиційним (трактор Т-70С + УСМК-5,4В – культивуація; Т-70С+ССТ-12В) збільшилась на 35,4%, але при традиційній технології для виконання даних операцій машиною – тракторний агрегат повинен проїхати щонайменше 2 рази по одному і тому сліді, а це значить що за час виконання при використанні традиційної роздільної технології культивуації та посіву, традиційний агрегат матиме загальну масу на 20,3% ніж пропонуваній. Не менш важливим фактором є і те, що при використанні запропонованої технології значно зменшаться викиди шкідливих компонентів, так як на полі одночасно буде працювати один енергетичний засіб, а не два разом.

Таким чином коротко давши характеристику нашої запропонованої технології можна зробити такий висновок: з екологічної точки зору наша розробна технологія ніякої шкоди навколишньому природному середовищу не приносить, а навіть навпаки в кінцевому результаті значно знижує вагу агрегату, що зменшує в свою чергу навантаження на ґрунт, що в меншій мірі спонукає до виникнення переущільнення ґрунту, а також поряд з цим знижується кількість шкідливих компонентів, які викидаються в атмосферу, що в свою чергу зменшує забруднення навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

5.1 Розрахунок витрат на вирощування за запропонованою технологією

Визначимо собівартість вирощування цукрових буряків за розробленою нами в 2 розділі технологією. Сама технологія та комплекс машини для її реалізації відображені в технологічній карті (графічна частина проекту). Згідно технологічної карти визначимо собівартість. Спочатку визначимо витрати на оплату праці.

Розрахунок виконаємо згідно тарифної сітки на механізовані та ручні роботи в рослинництві. Оплату праці визначимо згідно кількості відпрацьованих нормо-змін, які визначаються за формулою [7]:

$$K_{н-зм} = \frac{W_{\phi}}{W_{\Gamma} \cdot 7}; \quad (5.1)$$

де, W_{ϕ} – фізичний обсяг робіт (згідно технологічної карти);

W_{Γ} – годинна продуктивність;

7 – тривалість зміни, год.

Для прикладу визначимо кількість нормо-змін для операції оранки.

$$K_{н-зм} = \frac{150}{2 \cdot 7} = 10,71.$$

Оплата праці складатиме:

$$ОП = K_{н-зм} O_{ТАР}; \quad (5.2)$$

де, $O_{ТАР}$ – тарифна ставка відповідної роботи, грн./н-зм.

У випадку оранки тарифна ставка складає 724,72 грн. Тоді:

$$ОП = 10,71 \cdot 724,72 = 7761,75 \text{ грн.}$$

Також до оплати праці нараховується додаткова оплата у розмірі 10% від основної, передбачено доплати працівникам за класність у розмірах: 20% за I клас, 10% за II клас, за роботу на гусеничних тракторах – 10% від основної

оплати праці. Надбавки за стаж складають 8% за стаж 2-5 років, 10% - за 5-10 років, 13% за 10-15 років і 16% за стаж, більший 15 років. Сума оплати праці, додаткової оплати та усіх надбавок складають фонд оплати праці. Розрахунки про усіх операціях виконаємо у середовищі MSExcel.

Відрахування на оплату праці передбачають відрахування ЕСВ (22%) від фонду оплати праці. Отже відрахування складатимуть:
 $0,22 \cdot 16393,58 = 3606,58 \text{ грн.}$

Тоді, разом оплата праці з нарахуваннями:
 $16393,58 + 3606,58 = 20000,16 \text{ грн.}$

Далі визначимо витрати на оборотні засоби. Визначимо витрати на насіння та мінеральні добрива.

$$B_{oz} = H_v \cdot C ; \quad (5.3)$$

де, H_v – норма висіву (внесення), кг/га;

C – ціна матеріалу, грн/кг.

Запишемо розрахунок витрат у вигляді таблиці.

Таблиця 5.1 – Розрахунок витрат на мінеральні добрива і насіння

Назва матеріалів	Норма витрат, т/га	Вартість, грн/т	Необхідно, т	Витрати, грн
Мінеральні добрива (комплексні NPK)	0,15	3000	22,5	67500
Насіння	0,017	7200	2,55	18360
Дефекат	5,3	25	800	20000
Разом витрат				105860

Визначимо вартість засобів захисту рослин. За технологією передбачено двічі вносити гербіциди з нормою 2,2 л/га. За ціни 120 грн/кг витрати на гербіциди складатимуть: $2,2 \cdot 2 \cdot 150 \cdot 120 = 79200 \text{ грн.}$

Далі визначимо витрати на ПММ. Розрахунок витрат виконуємо згідно даних технологічної карти. Витрати мастильних матеріалів приймаємо згідно нормативних даних у відношенні до палива [6, 16]. Розрахунок виконуємо у вигляді таблиці в розрізі марок енергозасобів. Проведені розрахунки представлено в додатку Б.

Згідно технологічної карти витрати дизпалива складають 32262 кг, аналогічно попереднім рохрахункам вартість складатиме: $32262 \cdot 22 = 709764$ грн. Тоді загальна вартість ПММ складатиме: $709764 + 19661,39 = 729425,39$ грн.

Разом вартість усіх оборотних засобів складатиме: $105860 + 79200 + 729425,39 = 914485,39$ грн.

Далі визначимо витрати на утримання основних засобів (реновація), до яких відносяться відрахування на ремонти і ТО техніки та амортизаційні відрахування. Амортизаційні відрахування визначаються з виразу [6]:

$$A = \frac{Bв \cdot Ha}{100 \cdot Q_{год}} Q; \quad (5.4)$$

де, Бв – балансова вартість, грн.;

Ha – норма амортизації, %;

Q_{год} – річна норма навантаження відпрацьованих годин;

Q – відпрацьовано годин.

Балансову вартість визначимо з даних підприємства. Для машин, яких немає в підприємстві будемо приймати вартість нової техніки. Норми амортизації складають для тракторів і сільськогосподарських машин 15%, для автомобілів і комбайнів – 25%, для споруд і будівель – 5% [5].

Для зручності розрахунки виконаємо в табличному редакторі MSExcel. Отже, амортизаційні відрахування складають 70283,6 грн. Оскільки нормативи відрахувань на ремонти і ТО такі ж, як і на амортизацію, то вони будуть такими самими. Тобто, витрати на реновація складають $70283,6 + 70283,6 = 140567,2$ грн.

Визначимо накладні витрати (витрати на управління), які складають 8% вартості прямих затрат, без вартості насіння. Отже:

Накл. = $[20000,16 + (105860 - 18360) + 79200 + 729425,39 + 140567,2] \cdot 0,08 = 84535,42$ грн.

Позавиробничі затрати складають 2,5% прямих затрат. Тобто:

Поз. = $(20000,16 + 914485,39 + 140567,2) \cdot 0,025 = 937999,73$ грн.

Страхові платежі складають 6,5-8,5% від вартості продукції. вартість врожаю складає – $(50 \cdot 150)180=1350000$ грн. Приймаємо страховий поліс 6,5% від вартості.

Тобто, страхові платежі складатимуть:

$$\text{Стр.} = 0,065 \cdot 1350000 = 87750 \text{ грн.}$$

Отже, повна собівартість вирощування:

$$C = 20000,16 + 914485,39 + 140567,2 + 84535,42 + 937999,73 + 87750 = 2185337,9 \text{ грн.}$$

Як бачимо собівартість нижча умовної вартості продукції, що свідчить про економічну ефективність виробництва. Визначимо прибуток від реалізації буряків. Так вартість вирощеного урожаю складає: $50 \text{ т/га} \cdot 150 \text{ га} \cdot 437 \text{ грн/т} = 3277500$ грн. Тоді прибуток: $P = 3277500 - 2185337,9 = 1092162,1$ грн. ПДВ складає 20%, тобто:

$$\text{ПДВ} = 0,2 \cdot 1092162,1 = 218432,42 \text{ грн. Прибуток} = 1092162,1 - 218432,42 = 873729,68 \text{ грн.}$$

$$\text{Податок на прибуток складає 25\%, тобто: } P_p = 0,25 \cdot 873729,68 = 218432,42 \text{ грн.}$$

$$\text{Тоді чистий прибуток складатиме: } Ч_p = 873729,68 - 218432,42 = 655297,26 \text{ грн.}$$

Визначимо рівень рентабельності за формулою:

$$P_p = \frac{Ч_p}{C} 100\%, ; \quad (5.5)$$

$$P_p = \frac{655297,26}{2186337,9} 100 = 30\%.$$

Такий рівень рентабельності є високим значенням для цукробурякового виробництва, що підтверджує доцільність впровадження технологічних прийомів, запропонованих нами в даному дипломному проекті.

5.2 Економічне обґрунтування конструктивної розробки

Економічний ефект зумовлений різницею затрат при запропонованій та традиційній технологіях відповідно. Наша конструктивна розробка спрямована

на економію коштів на ПММ, оплату праці, амортизацію, відрахування на оплату праці та матеріал за рахунок збільшення ширини захвату агрегату. В даному випадку зростає продуктивність і скорочуються строки виконання робіт, що сприяє зменшенню нерівномірності сходів. Дані для розрахунку економічного ефекту запишемо у вигляді порівняльної таблиці (табл. 5.2.) Розрахунок проведемо згідно методики [5].

Таблиця 5.2 – Дані для техніко-економічного розрахунку

№	Показники	технологія	
		традиційна	запропонована
1.	Склад комплексу машин:		
	- трактор	Т-70С	ХТЗ-161
	- с.г. машини	УСМК-5,4	УСМК-5,4-2 од. / зчіпка
2.	Продуктивність, га/год	2,2	3,9
3.	Тарифна ставка механізатора, грн/год	37,2	37,2
4.	Амортизаційні відрахування, %	15	15
5.	Відрахування на ТО і ремонт, %	15	15
6.	Обслуговуючий персонал, чол	1	1
7.	Питомі витрати палива, г/кВт·год	240	240

Конструктивна розробка спрямована на покращення зрізування та зменшення величини стерні, що в свою чергу зумовлює збільшення маси кормів.

Визначимо вартість розробленої зчіпки. Згідно прайс-листів «Агроресурс», вартість зчіпки СП-21 складає 17000 грн. Прирівняємо нашу зчіпку до неї та врахуємо вартість двох коліс з культиватора УСМК-5,4м. Тобто:

$$B = 17000 + (712 \cdot 2) = 18424 \text{ грн.}; \quad (5.6)$$

Проведемо розрахунки затрат різних за різними технологіями.

Визначимо витрати на заробітну плату складають:

$$З = \frac{n}{W_{год}} \cdot CT; \quad (5.7)$$

де, CT – тарифна ставка, грн./год.

n – кількість механізаторів, чол.

Традиційний МТА:

$$З = 7,81 \text{ грн} / \text{га}.$$

Модернізований МТА:

$$З = 4,3 \text{ грн} / \text{га}.$$

Амортизаційні відрахування визначаються за формулою:

$$A = \frac{1,1 \cdot C \cdot Q}{t_H \cdot W_z}; \quad (5.8)$$

де, C – вартість машини, грн.;

Q – амортизаційні відрахування, %;

t_H – планове річне навантаження, год.

Традиційна технологія:

трактор:

$$A_m^c = \frac{1,1 \cdot 170000 \cdot 0,15}{1200 \cdot 2,2} = 10,7 \text{ грн} / \text{га}.$$

культиватор:

$$A_k^c = \frac{1,1 \cdot 32000 \cdot 0,15}{400 \cdot 2,2} = 6 \text{ грн} / \text{га}.$$

Разом: $A_c = 10,7 + 6 = 16,7 \text{ грн} / \text{га}.$

Запропонована технологія:

Трактор:

$$- \quad A_m^3 = \frac{1,1 \cdot 400546 \cdot 0,15}{2000 \cdot 3,9} = 8,5 \text{ грн} / \text{га}.$$

Культиватор:

$$A_m^3 = \frac{1,1 \cdot 32000 \cdot 0,15}{400 \cdot 3,9} = 3,3 \cdot 2 = 6,6 \text{ грн/га.}$$

Зчіпка:

$$A_3^3 = \frac{1,1 \cdot 18424 \cdot 0,15}{515 \cdot 3,9} = 1,5 \text{ грн/га.}$$

Разом $A_3 = 8,5 + 6,6 + 1,5 = 16,6$ грн/га.

Відрахування на ПР та ТО:

$$R = \frac{Ц \cdot 1,1 \cdot r}{t_H \cdot W_z}; \quad (5.9)$$

де, r – планове відрахування на ПР і ТО, %.

Традиційна технологія:

трактор:

$$R_m^c = \frac{1,1 \cdot 170000 \cdot 0,15}{1200 \cdot 2,2} = 10,7 \text{ грн/га.}$$

культиватор:

$$R_k^c = \frac{1,1 \cdot 32000 \cdot 0,15}{400 \cdot 2,2} = 6 \text{ грн/га.}$$

Разом: $R_c = 10,7 + 6 = 16,7$ грн/га.

Запропонована технологія:

Трактор:

$$R_m^3 = \frac{1,1 \cdot 400546 \cdot 0,15}{2000 \cdot 3,9} = 8,5 \text{ грн/га.}$$

Культиватор:

$$R_m^3 = \frac{1,1 \cdot 32000 \cdot 0,15}{400 \cdot 3,9} = 3,3 \cdot 2 = 6,6 \text{ грн/га.}$$

Зчіпка:

$$R_3^3 = \frac{1,1 \cdot 18424 \cdot 0,15}{515 \cdot 3,9} = 1,5 \text{ грн/га.}$$

Разом $R_3 = 8,5 + 6,6 + 1,5 = 16,6$ грн/га.

Визначимо витрати на пальне:

$$\Pi = \frac{\alpha \cdot N \cdot q \cdot d}{W_{\text{год}}}; \quad (5.10)$$

де, α – густина палива, т/м³;

q – питома витрата палива, кг/кВт год;

d – ціна на паливо в регіоні, грн/л.

N – потужність двигуна, кВт.

Традиційна технологія:

$$\Pi^c = \frac{0,825 \cdot 58 \cdot 0,24 \cdot 22}{2.2} = 62.6 \text{ грн / га.}$$

Запропонована технологія:

$$\Pi^3 = \frac{0,825 \cdot 108 \cdot 0,23 \cdot 22}{3.9} = 63 \text{ грн / га.}$$

Тепер можемо визначити прямі витрати, які включають в себе суму усіх витрат.

$$B = 3 + A + R + \Pi; \quad (5.11)$$

Серійний МТА:

$$B^c = 7.81 + 16.7 + 16.7 + 62.6 = 103.81 \text{ грн / га.}$$

Модернізований МТА:

$$B^3 = 4.3 + 16.6 + 16.6 + 63 = 100.5 \text{ грн / га.}$$

Питомі капіталовкладення визначаються за формулою:

$$K = \frac{1,1 \cdot C}{t_H \cdot W_{\text{год}}}; \quad (5.12)$$

Традиційна технологія:

$$K_{\text{м}}^c = \frac{1,1 \cdot 32000}{400 \cdot 2.2} = 40 \text{ грн / га.}$$

Запропонована технологія:

$$K_{\text{м}}^p = \frac{1,1 \cdot (18424 + 32000)}{400 \cdot 3.9} = 35.5 \text{ грн / га.}$$

З величини питомих капіталовкладень визначаються приведені витрати, які визначаються за формулою:

$$I = B + (C \cdot K); \quad (5.13)$$

де, C – коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень (C) складає 0,15.

Отже, визначимо приведені затрати для обох технологій.

Традиційна технологія:

$$I_c = 103,81 + (0,15 \cdot 40) = 110 \text{ грн / га.}$$

Запропонована технологія:

$$I_p = 100,5 + (0,15 \cdot 35,5) = 105,8 \text{ грн / га.}$$

Знаючи приведені витрати можемо визначити річний економічний ефект, який визначається за наступною формулою:

$$E = (I_c - I_p) \cdot W_{\text{од}} \cdot t_H; \quad (5.14)$$

$$E = (110 - 105,8) \cdot 3,9 \cdot 400 = 6513 \text{ грн.}$$

Отже, застосування розробленої нами зчіпки дає річний економічний ефект в сумі 6513 грн. Визначимо термін окупності вкладених в проект інвестицій (капіталовкладень).

$$T = \frac{Ц}{E}; \quad (5.15)$$

$$T = \frac{18424}{6513} = 2,8 \text{ роки.}$$

Отже, капіталовкладення окупляться за 2,8 роки. Таке значення терміну окупності значно менше планового часу наробітку до відмови зчіпок. Отже, можемо стверджувати про економічну доцільність та ефективність використання запропонованої конструктивної розробки.

ВИСНОВКИ

При виконанні даного дипломного проекту було отримано ряд висновків теоретичного та практично-прикладного характеру, зокрема:

1. Виробничо-господарські впровадження на підприємстві інтенсивних технологій вирощування технічних культур, зокрема цукрового буряка.

2. Згідно теми дипломного проектування нами спроектована технологія вирощування та збирання цукрових буряків зазначеному господарстві на площі 150 га. Показники технології - щільність механізованих робіт 9,4 ум.ет.га/ф.га; питомі витрати палива 215 кг/ф.га; питомі затрати праці 11 л-год/ф.га. Планова урожайність 50 т/га, культура розміщується в сівозміні після озимого ріпаку.

3. В конструктивній частині проведено проектування та розрахунок навісної зчіпки для двох дванадцятирядних машин типу ССТ-12 та УСМК-5,4. Дана розробка сприяє зменшенню питомого ущільнення ґрунту та кількості стикових міжрядь.

4. Розроблені заходи з охорони праці, які дозволять покращити умови праці на підприємстві.

5. Застосування розробленої зчіпки при вирощуванні цукрових буряків з використанням трактора ХТЗ-161 з передньою навіскою дає річний економічний ефект в сумі 6513 грн, капіталовкладення окупляться за 2,8 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Войтюк Д. Г., Яцун С. С., Довжик М.Я Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навч. посібник / За ред. Д. Г. Войтюка. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. — 543 с.
2. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. — К.: Урожай, 1994. — 448 с.
3. Герук С.М., Обиход А.І., Сукманюк О.М. Інженерно-технічні вимоги до написання дипломних (курсових) проектів і робіт (спеціальностей 091902; 090215; 090219). - Житомир: Видавництво "Державний агроекологічний університет", 2006. - 256 с.
4. Гузенков П.Г. Детали машин: Учеб. для вузов. – 4-е изд., испр. М.: Высш. Шк., 1986. – 359 с.
5. Данильченко М.Г., Гладич Б.Б., Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. – Тернопіль: Економічна думка, 2001. – 61с.
6. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві В.Ю. Ільченко, І. П. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1993.-288 с.
7. Зангиев А.А. Лышко Г.П., Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. - М.: Колос, 1996. - 320 с.
8. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин. Часть 2. – Вища школа – 139с.
9. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. – 2-е изд. перераб. и доп.-М.: Колос, 1980. - 671 с.
10. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов/ С.А.

Чернавский, К.Н., Боков, И. М. Чернин и др.- 2-е изд., перераб. и доп. – М. Машиностроение, 1988. – 416 с.

11. Лихочвор В.В., Петриненко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур, - Львів: НВФ «українські технології», 2006.-730с.

12. Методические указания к разработке комплекса машин для уборки сахарной свеклы. – Выписка из ГОСТ 7696-84, 1998, 8 с.

13. Музаренко А.М. Справочник по эксплуатации свеклоуборочных комплексов / А.М. Музаренко, И.И.Русанов, В.И. Сухомлин и др.;Под ред. А.М. Музаренко.-К.: Урожай, 1984.-128 с., ил.

14. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін.; За ред. С. С. Яцуна. — К: Мета, 2003. — 448 с.

15. Мотрук Б.Н. Рослинництво / К.: Урожай, 1999.-461с.

16. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. посібник / За ред. Мельника І.І. – К.: Кондор. – 2004. – 284с.

17. ПІ 2.00-013-99. Інструкція з охорони праці для тракториста-машиніста сільськогосподарського виробництва

18. П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. Конструирование узлов и деталей машин. Узд. 7-е испр. – М. Высшая школа, 2001. – 446 с.

19. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н.Салатенко, М.А.Білоножко ; За ред. О.І. Зінченка.- К.: Аграрна освіта, 2001.-591с.

20. Самуилов В.В. и др. Охрана труда. 1977г.-297 с.

21. Скотников В. А. Практикум по сельскохозяйственным машинам: [Для с.-х. вузов по спец. «Механизация сел. хоз-ва»]/В.А. Скотников, В.Н. Кондратьев, Р.С. Сташинский и др.];-Мн.: Ураджай, 1984. – 375с.