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

Допущено до захисту
“__” _____ 2025р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____А.В. Войтік___
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)
перший (бакалаврський)
(назва освітнього ступеня)

тема роботи **«Механізація вирощування цукрових буряків з розробкою зачіпки до трактора»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
освітньої програми __бакалавра_____
спеціальності_____
208 «Агроінженерія»
Ананьєв О.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Шевчук В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 рік

ЗМІСТ

ВСТУП …… 3
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ …… 6
1.1 Технологічні особливості вирощування цукрових буряків …… 7
1.2 Особливості впровадження інтенсивної технології вирощування цукрових буряків …… 8
1.2.1 Догляд за посівами …… 8
1.2.2 Механічне та хімічне знищення бур'янів …… 8
1.2.3 Підготовка ґрунту і сівба …… 8
1.2.4 Система живлення …… 9
1.2.5 Технічне обслуговування та налаштування обладнання …… 11
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ОДНОЧАСНОЇ КУЛЬТИВАЦІЇ ТА СІВБИ …… 11
2.1 Агротехнічні вимоги …… 11
2.2 Розрахунок складу та режимів роботи агрегатів …… 16
2.3 Порівняльна характеристика технологій …… 17
2.4 Обґрунтування доцільності та потреби в конструктивній розробці …… 18
2.5 Розрахунки рами на міцність …… 20
2.6 Розрахунок зварних з'єднань …… 21
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ …… 22
3.1 Аналіз комплексу потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів при вирощуванні цукрових буряків …… 22
3.2 Охорона праці в проектних рішеннях …… 24
Висновок до розділу 3 …… 26
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ …… 27
4.1 Розрахунок витрат на вирощування за запропонованою технологією …… 27
4.2 Економічне обґрунтування конструктивної розробки …… 31
ВИСНОВКИ …… 33
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ …… 35

ВСТУП

Виробництво сільськогосподарської продукції спрямоване на забезпечення населення продовольством і постачання сировини для різних галузей промисловості. Одним із ключових стратегічних продуктів харчування є цукор, який отримують із рослинної сировини — цукрової тростини або цукрових буряків. При цьому цукор, виготовлений із буряків, вважається якіснішим і кориснішим, що зумовлює його вищу цінність.

Сучасні цукрові заводи відчувають дефіцит сировини, тоді як попит на буряки залишається стабільно високим при закупівельній ціні понад 200 грн/тонну. Технологія вирощування цукрових буряків є однією з найбільш трудомістких, оскільки в агровиробництві досі широко застосовується ручна праця. Зниження трудомісткості можливе завдяки впровадженню сучасної техніки, прогресивних агротехнологій, хімічних засобів захисту рослин, а також автоматизованих систем для механізації робіт у буряківництві.

Ефективність вирощування значною мірою залежить від технічного та транспортного забезпечення технологічного процесу. Зокрема, під час збирання врожаю втрати коренеплодів у ґрунті можуть досягати 10 %, що пов’язано з неоднорідною схожістю рослин та значною кількістю стикових міжрядь на полях.

У зв’язку з цим у даному дипломному проєкті ставиться мета розробити зчіпний пристрій для широкозахватних агрегатів, призначених для сівби та догляду за посівами цукрових буряків. Основне завдання — скоротити строки сівби й міжрядного обробітку, зменшити кількість стикових міжрядь і максимально використовувати тягові характеристики енергонасичених тракторів. Запропонована технічна система має сприяти вдосконаленню технологічних процесів та підвищенню ефективності бурякової галузі підприємства.

РОЗДІЛ 1
ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Вирощування цукрових буряків є важливим чинником підвищення агротехнічного рівня землеробства та продуктивності сівозмін. Обробіток ґрунту під цю культуру сприяє очищенню полів від бур'янів, покращуючи їхній фітосанітарний стан.

На основі багаторічних досліджень Український науково-дослідний інститут землеробства розробив механізований спосіб вирощування і збирання цукрових буряків, який забезпечує отримання стабільного врожаю на рівні 350–450 ц/га за мінімальних витрат ресурсів і без застосування ручної праці. Ця система отримала назву інтенсивної технології виробництва цукрових буряків і базується на принципах високої культури землеробства. Вона включає такі основні елементи:

1. Вирощування буряків після найкращих попередників;
2. Використання науково обґрунтованих доз органічних і мінеральних добрив з урахуванням балансу поживних речовин;
3. Застосування вдосконалених систем основного обробітку ґрунту (покращене зяблеве оброблення, напівпаровий метод, двоярусна оранка з повним загортанням добрив і пожнивних залишків) та ранньовесняний передпосівний обробіток;
4. Пунктирна сівба відкаліброваного насіння районованих сортів з високою схожістю (не менше 95 %) на задану відстань або за мінімальних норм висіву;
5. Застосування агротехнічних заходів у початкові фази розвитку культури;
6. Механізоване формування густоти посівів, використання комплексного захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб;
7. Міжрядне рихлення та підживлення під час вегетації;

8. Механізоване збирання коренеплодів потоковим або перевалочним способом з одночасним збиранням гички, без необхідності ручного доочищення.

Сучасна інтенсивна технологія вирощування цукрових буряків розглядається як цілісна система взаємопов'язаних агротехнічних процесів і організаційних заходів, спрямованих на максимальне вилучення цукру з одиниці площі при мінімальних витратах праці та ресурсів.

Ключовою умовою ефективної механізації бурякової галузі є повне усунення ручної праці шляхом її заміни на машинну. Проте на сьогодні ручна праця все ще широко застосовується у трьох основних операціях:

1. Формування оптимальної густоти стояння рослин;
2. Прополювання бур'янів на посівах;
3. Доочищення коренеплодів та збирання залишків урожаю через технічну недосконалість наявної збиральної техніки.

Автоматизація зазначених технологічних процесів дозволить суттєво скоротити, а в перспективі — повністю усунути необхідність у ручній праці.

1.1 Технологічні особливості вирощування цукрових буряків

Розміщення цукрових буряків у сівозміні є ключовим елементом ефективного землеробства.

Науково обґрунтовано, що повторне або беззмінне вирощування цукрового буряка призводить до інтенсивного розмноження небезпечних шкідників, зокрема кореневої попелиці, що може спричинити втрати врожаю до 30–40% і більше. Для збереження врожайності та забезпечення фітосанітарного захисту культури буряк повинен повертатися на те саме поле не раніше ніж через 3–4 роки, при дотриманні питомої ваги в сівозміні не більше 25–30%.

Вимоги до попередників та живлення**:** умовах інтенсивної технології цукровий буряк слід вирощувати після культур, що забезпечують чистоту

поля від бур’янів, покращують водний режим ґрунту та дозволяють ефективно вносити добрива й проводити обробіток з осені. У зоні господарства до таких попередників належать озимі (пшениця, жито), кукурудза на зелений корм, горох, овочеві та зернобобові культури.

Цукровий буряк має високі потреби у поживних речовинах. Для формування 1 т коренеплодів він засвоює з ґрунту:

- 4–7 кг азоту,
- 1–3,5 кг фосфору,
- 6–9 кг калію, а також потребує мікроелементів: кальцію, натрію, магнію, сірки, заліза, бору, марганцю, молібдену тощо. Ефективним вважається внесення добрив у дозі N130P140K140, що дає середній приріст врожаю 10,4 т/га. Оптимальне співвідношення: 1 одиниця азоту до 1–1,2 фосфору та 1,3–1,5 калію.

У господарстві доцільно використовувати:

- азот — у вигляді аміачної селітри (0,47 т/га),
- фосфор — суперфосфат легкорозчинний (0,64 т/га),
- калій — хлористий калій або 40% калійна сіль. Складні добрива, зокрема нітрофоска (N11P10K11), дозволяють знизити витрати на приготування та внесення, хоча мають недоліки щодо доступності.

Осіннє внесення посліду (40 т/га) під попередник або безпосередньо під буряк покращує живлення рослин, зменшує засміченість посівів та підвищує урожайність. Завантаження органіки здійснюється агрегатом з трактора МТЗ-80 та навантажувача РПН-4.

Система обробітку ґрунту:

- Основний обробіток:
  - лущення стерні (Т-150К + ЛГД-15, глибина 6–8 см, дворазово),
  - глибока оранка (30–35 см, ПЛН-5-35 + Т-150),
  - допуск відхилення глибини — не більше ±2 см.

- Зимовий період:
  - снігозатримання (МТЗ-100 + СВШ-7, лютий, човниковий рух поперек вітру).

Передпосівні та післяпосівні заходи:

- передсходове боронування — під кутом 7–9º, дає змогу знищити до 70–90% бур'янів,
- формування густоти насаджень — механізоване проріджування (ПСА-2,7) до 5–6 рослин/м,
- при щільності 14–16 рослин/м прорідження починають у фазі 1 пари справжніх листків.

Схема проріджування: 15–18 см (виріз — 7,5–9,5 см, букет — 7,5–9,5 см) дозволяє досягти густоти 90–100 тис. рослин/га з рівномірним розміщенням, що полегшує роботу збиральної техніки (РКМ-6).

Подальший догляд**:**

- культивація (4–5 см) з одночасним внесенням добрив (УСМК-5,4 + Т-70С),
- захисна зона під час перших рихлень — 6–8 см, далі — 10–12 см.

Захист рослин:

- буряки пошкоджують блішки, довгоносики, тля,
- застосування інсектицидів:
  - ГХЦГ 50% — 0,8 кг/га,
  - дихлор 80% — 3 кг/га,
  - приготування розчинів агрегатом "Темп" з МТЗ-80.

1.2 Особливості впровадження інтенсивної технології вирощування цукрових буряків

Інтенсивна технологія вирощування цукрових буряків передбачає поєднання комплексу заходів, спрямованих на досягнення максимального врожаю з одиниці площі при мінімальних витратах праці, ресурсів і часу. Ефективність застосування цієї технології значною мірою залежить від суворого дотримання агротехнічних вимог, своєчасності виконання операцій та використання сучасного технічного оснащення.

1.2.1 Догляд за посівами

Після завершення формування густоти насаджень, що становить 5–6 рослин на 1 погонний метр рядка, проводять міжрядне розпушування ґрунту. Перше рихлення здійснюється у фазі 2–3 пар справжніх листків із одночасним внесенням мінеральних добрив. Поживні речовини подають у ґрунт на глибину 10–12 см, з використанням міжрядного підживлювача, розміщеного в середині міжряддя.

1.2.2 Механічне та хімічне знищення бур’янів

Комплексна система боротьби з бур’янами передбачає поєднання агротехнічних та хімічних методів. Механічне знищення бур’янів виконується шляхом міжрядного обробітку ґрунту, а в рядках – за допомогою гербіцидів стрічкового внесення. Такий підхід дозволяє знизити конкуренцію з боку бур’янів і забезпечити краще засвоєння поживних речовин культурними рослинами.

1.2.3 Підготовка ґрунту і сівба

Передпосівна підготовка ґрунту повинна забезпечити оптимальні умови для проростання насіння – рівномірну глибину загортання та відсутність грудок. Необхідно уникати ущільнення, що негативно впливає на розвиток коренеплодів. Сівбу проводять пунктирним способом сівалками типу СКТ-12А або СКТ-12Б з міжряддям 45 см. Після сівби обов’язково виконується коткування для покращення контакту насіння з ґрунтом.

1.2.4 Система живлення

Цукрові буряки мають високу потребу в елементах живлення. Для формування 1 т коренеплодів вони засвоюють з ґрунту: 4–7 кг азоту, 1–3,5 кг фосфору, 6–9 кг калію, а також мікроелементи – кальцій, бор, марганець, молібден, залізо тощо. При використанні добрив у дозі N130P140K140 спостерігається приріст урожайності до 10,4 т/га. Особливу увагу слід приділяти бору – його нестача може призводити до порушення розвитку рослин, особливо на кислих ґрунтах після вапнування. У таких випадках доцільно застосовувати боратовмісні добрива (наприклад, боратовий суперфосфат).

Застосування складних добрив, таких як нітрофоска (N11P10K11), дозволяє суттєво зменшити витрати праці, хоча потребує надійного логістичного забезпечення.

1.2.5 Технічне обслуговування та налаштування обладнання

Якість виконання сівби значною мірою залежить від технічного стану сівалки. Необхідно регулярно перевіряти стан сошників, висівних апаратів, дисків, викидачів та інших елементів. Своєчасна заміна зношених деталей забезпечує рівномірний розподіл насіння та формування бажаної густоти посівів.

РОЗДІЛ 2
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ОДНОЧАСНОЇ КУЛЬТИВАЦІЇ ТА СІВБИ

2.1 Агротехнічні вимоги

Якісне проведення напівпарової або покращеної оранки восени з ретельним вирівнюванням поверхні поля (розгінних борозен і звальних гребенів) у більшості випадків дає змогу навесні обмежитися лише поверхневим обробітком. Такий обробіток включає розпушування за допомогою зубових борін і подальше вирівнювання комбінованими агрегатами — шлейф-боронами та боронами.

Однак у роки з несприятливими погодними умовами, особливо на ґрунтах із схильністю до запливання чи на необроблених ділянках у зонах достатнього зволоження, додатково застосовують глибший обробіток. Для цього використовують культиватори типу УСМК-5,4А, оснащені стрілчастими лапами, шлейф-балками і зубовими боронами, з подальшим ущільненням поля котками з райборінками. Такий підхід забезпечує прискорене доспівання ґрунту, покращує його водопроникність і вирівнює поверхню.

У роки з різким підвищенням температури і сухою, сонячною погодою верхній шар ріллі швидко готовий до обробітку. У таких умовах доцільно поєднувати розпушування та вирівнювання в одній операції за допомогою комбінованих агрегатів — шлейф- та зубових борін. У цьому випадку передпосівний обробіток проводиться безпосередньо перед сівбою культиватором УСМК-5,4А, що є частиною єдиного технологічного циклу. Важливо уникати тривалої перерви між обробітком і сівбою, оскільки це призводить до пересихання верхнього шару ґрунту, що негативно впливає на проростання насіння.

Основна мета передпосівного обробітку полягає в тому, щоб розпушити верхній шар ґрунту до дрібногрудкуватого стану на задану глибину. При дефіциті вологи обробіток повинен бути мінімально енергоємним, з

обмеженим перемішуванням ґрунту, а за високої вологості — інтенсивним. Крім того, ця операція забезпечує знищення бур’янів, загортання гербіцидів і вирівнювання поверхні поля.

Агротехнічні вимоги та допустимі відхилення при виконанні передпосівного обробітку ґрунту під цукрові буряки наведено в таблиці 2.1 [16].

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.

Удосконалення конструкції дозволили збільшити відстань між робочими органами, водночас підвищивши їх кількість на кожному гряділі. Це забезпечує якісне виконання широкого спектра технологічних операцій,

зокрема внесення гербіцидів, інсектицидів та фунгіцидів смуговим способом під час догляду за посівами цукрових буряків. Культиватори агрегатуються з тракторами Т-70С, а також усіма модифікаціями МТЗ та ЮМЗ.

Для обробітку ґрунтів із підвищеною гребнистістю, вологістю та щільністю культиватори УСМК-5,4А і УСМК-5,4Б оснащують стрілчастими лапами з шириною захвату 270 мм, шлейф-балками і зубовими боронами.

Середньо ущільнені ґрунти з високою вологістю обробляються агрегатами, які поєднують стрілчасті лапи з ліво- та праворізальними лапами шириною захвату 150 мм, а також шлейф-балки з боронами.

На легких вологих ґрунтах із нерівною поверхнею використовують виключно ліво- та праворізальні лапи із захватом 150 мм у комбінації з шлейф-балками і зубовими боронами.

Для обробки поверхні ґрунтів середньої та зниженої вологості культиватори обладнуються двослідними роторами замість шлейф-балок та борін. Тип лап при цьому вибирається відповідно до твердості ґрунту за вже встановленим порядком.

Сівба цукрових буряків є однією з ключових агротехнічних операцій, адже саме від її своєчасності та якості залежить рівномірність та густота сходів, а також ефективність подальшого догляду й збирання врожаю.

Терміни сівби: Найкращі результати дає сівба у вологий, добре розпушений ґрунт, чого можна досягти тільки при ранніх строках посіву. Правильним моментом для сівби вважається досягнення фізичної стиглості ґрунту та середньодобової температури 5–6°С на глибині 8–10 см.

Агротехнічні вимоги до сівби буряків представлені в таблиці 2.2 [12].

Показники	Вимоги і допуски
Строки сівби	Починати сівбу буряків, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 8-10 см досягне +5 - 6°С, слідом за передпосівним обробітком ґрунту і закінчувати її на одному полі за 1-2 робочих дні
Глибина загортання насіння в грунт	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 осьової 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 грунт, 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 невід'ємною частиною єдиного технологічного процесу сівби цукрових буряків. Затримка між цим обробітком і сівбою призводить до пересихання розпушеного шару ґрунту, що суттєво погіршує умови проростання насіння. Основна мета цієї операції — розпушити верхній шар ґрунту до дрібно грудкуватого стану на визначену глибину з мінімальним перемішуванням у разі нестачі вологи або з інтенсивним перемішуванням — за умов підвищеної вологості. Додатково необхідно знищити проростки і сходи бур'янів, загорнути гербіциди в ґрунт та вирівняти поверхню поля.

Ділянка має уклін 3%, площа обробітку становить 150 га. Для виконання цієї роботи рекомендовано використовувати культиватор УСМК-5,4В у агрегаті з трактором Т-70С. Відповідно до агротехнічних вимог підбираються оптимальні швидкісні режими, що наведено в таблиці 2.3 [16].

Таблиця 2.3 – Тягова характеристика трактора Т-70С

Передача	Потужність на крюку, $N_{КР}$, кВт	Сила на крюку, $P_{КР}$, кН.	Робоча швидкість, $V_Р$, км/год	Буксування, δ, %	Витрати палива, $G_Т$, 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

Згідно з проведеними розрахунками, обраний агрегат і режими його роботи повністю відповідають усім агротехнічним, технологічним і експлуатаційним нормам та допускам.

Передпосівний обробіток ґрунту є невід'ємною частиною єдиного технологічного процесу сівби цукрових буряків. Затримка між цією операцією та висівом призводить до пересихання верхнього шару ґрунту, що значно погіршує умови для набухання та проростання насіння. Це, в свою чергу, знижує польову схожість, затягує строки появи сходів та призводить до

зниження врожайності. Тому надзвичайно важливо забезпечити своєчасне й якісне виконання передпосівного обробітку.

Основною метою цієї операції є підготовка ґрунту до сівби: його розпушення до дрібно грудкуватого стану на визначену глибину з урахуванням вологозабезпеченості. При дефіциті вологи обробіток виконується з мінімальним перемішуванням ґрунту, щоб зберегти вологу, а в умовах надмірної вологості — з більш інтенсивним перемішуванням задля покращення структури ґрунту. Додатково під час обробітку знищуються проростки бур'янів, загортаються внесені гербіциди та вирівнюється поверхня ріллі, що сприяє рівномірній глибині висіву та одночасній появі сходів.

Польова ділянка має уклін 3% і площу 150 га. Для виконання передпосівного обробітку обґрунтовано запропоновано використання культиватора УСМК-5,4В в агрегаті з трактором Т-70С. Відповідно до агротехнічних вимог підібрано низку швидкісних режимів роботи, що наведені в таблиці 2.3 [16]. За результатами розрахунків установлено, що обраний агрегат і рекомендовані режими його роботи повністю відповідають усім агротехнічним, технологічним і експлуатаційним вимогам. Це гарантує ефективне виконання передпосівного обробітку, що є запорукою дружних сходів і високої врожайності цукрових буряків.

Розрахунок складу та режимів роботи агрегатів при виконанні технологічної операції суцільної культивації повністю відповідає всім агротехнічним, технологічним та експлуатаційним вимогам та допускам проведено за стандартною методикою та представлено в Додаток А

2.3 Порівняльна характеристика технологій

Провівши розрахунок традиційної та розробленої технології для суцільної культивації 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

Розрахунок вильоту маркера а сівалці ССТ-12В при посіві цукрових буряків проведено за стандартною методикою та представлено в Додаток А.

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

2.4. Обґрунтування доцільності та потреби в конструктивній розробці

У дипломному проєкті представлено конструктивну розробку навісної зчіпки, призначеної для формування широкозахватних сільськогосподарських агрегатів, які застосовуються під час сівби та міжрядного обробітку просапних культур. Ця зчіпка розроблена для роботи в агрегаті з енергонасиченими тракторами типу ХТЗ-121, ХТЗ-161, ЛТЗ-155, МТЗ-1024, John Deere

6130/6130D тощо. У межах даного проєкту її використання передбачено в комбінації з трактором ХТЗ-161 та культиватором УСМК-5,4.

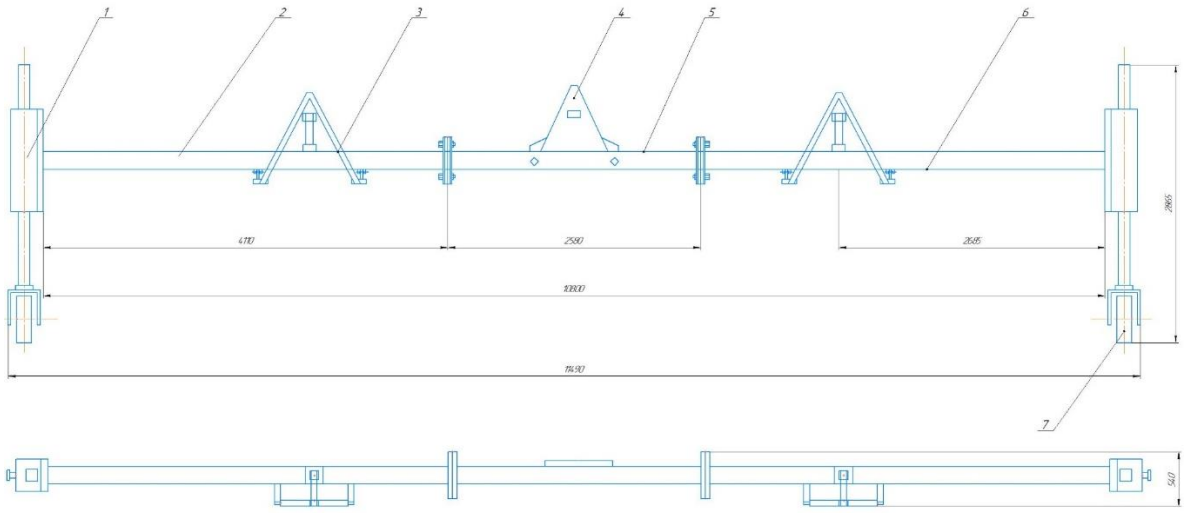


Рисунок 2.1 Розроблена конструкція зчіпки

Розроблена конструкція дозволяє застосування зчіпки для формування широкозахватного посівного агрегату із сівалками, такими як СУПН-8 або СПЧ-8. Водночас, для забезпечення ефективної роботи пневматичних систем бокових сівалок, трактор необхідно дообладнати ежекторами, що створюють необхідне розрідження.

У стандартній конфігурації під час складання агрегату один із культиваторів навішується на задню начіпку трактора, тоді як два інших монтуються на гідрофіковані навісні системи, розміщені на бокових крилах зчіпки. Останні, у свою чергу, жорстко закріплюються на передній частині трактора. Така компоновка забезпечує рівномірне розподілення навантаження та стабільну роботу агрегату під час обробітку ґрунту.

Бокові крила зчіпки встановлюються на раму шарнірно у вертикальній площині за допомогою осей, що дає можливість складання або розкладання конструкції залежно від умов транспортування чи роботи в полі. Як рама, так і крила виготовлені зі зварного швелера №14а, що забезпечує достатню міцність та жорсткість конструкції. На кінцях крил закріплені

самонаправляючі опорні колеса, положення яких регулюється завдяки монтажу на хомутах. Гідрофіковані навіски також закріплюються на крилах, а керування гідроциліндрами здійснюється через підключення до двох вільних секцій гідророзподільника трактора за допомогою гідрошлангів і трубопроводів.

Перед виїздом у поле або переїздом між полями на трактор монтується лише одна сільськогосподарська машина — на задню начіпку та раму. Бокові крила при цьому залишаються складеними, а решта машин транспортується окремо. Остаточне складання агрегату здійснюється безпосередньо в полі перед початком виконання технологічного процесу. У робочому режимі функціонування агрегату не відрізняється від роботи базових моделей, однак запропонована конструкція забезпечує більшу універсальність, зручність транспортування та ефективність під час сільськогосподарських робіт.

2.5 Розрахунки рами на міцність

Здійснимо перевірний розрахунок міцності балки крила на вигин. Для цього будуємо розрахункову схему (рис. 2.2), у якій замінюємо зв'язки з опорами відповідними реакціями, що діють на балку.

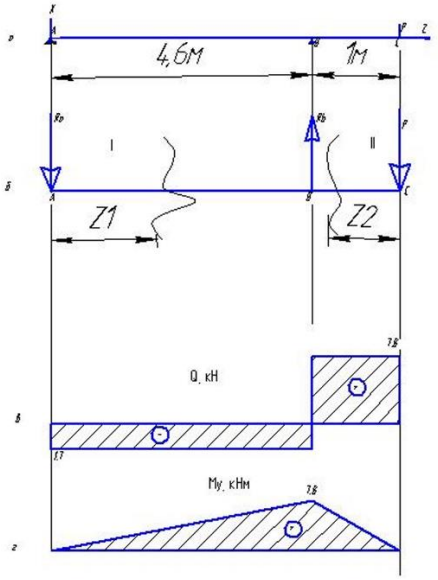


Рис. 2.2 Розрахункова схема

Перевірний розрахунок міцності представлено в Додаток Б.

Умови міцності дотримані.

Зважаючи на значний запас міцності конструкції, доцільно рекомендувати замість суцільного кругового зварного шва застосувати відрізний шов, що дозволить зменшити витрати матеріалів і трудомісткість виготовлення без втрати надійності.

2.6 Розрахунок зварних з’єднань

Виконаємо розрахунок зварного шва, який з’єднує несучу балку зчіпки з елементами навісного механізму. Товщина стінки несучої балки становить 8 мм, тоді як товщина елемента рамки — 12 мм. Основне навантаження на дане з’єднання створюється масою тюка разом із поворотною рамою навантажувача, яка передається через навісний механізм.

Оскільки це з’єднання працює в умовах можливого динамічного навантаження, приймаємо з урахуванням коефіцієнта запасу масу навантаження на рівні 1000 кг, що еквівалентно зусиллю 10 кН. Ця сила прикладається у напрямку, що прагне роз’єднати зварне з’єднання, і слугує розрахунковим навантаженням при визначенні міцності шва на зсув та розрив.

Для забезпечення надійності конструкції необхідно перевірити несучу здатність шва за відповідними формулами міцності, враховуючи тип шва (кутовий чи тавровий), довжину з’єднання, тип навантаження (статичне або динамічне), а також умови експлуатації.

Перевірний розрахунок зварних швів представлено в додатку Б.

РОЗДІЛ 3
ОХОРОНА ПРАЦІ

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

У процесі вирощування цукрових буряків працівники сільськогосподарського виробництва піддаються дії комплексу потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які в окремих випадках можуть призвести до травматизму або негативно вплинути на стан здоров'я. Особливо високим рівнем небезпеки відзначаються операції, пов'язані з використанням отрутохімікатів, а також механізоване збирання врожаю із застосуванням бурякозбиральних машин та іншої складної техніки. У таких агрегатах наявна велика кількість відкритих рухомих елементів, що створюють додаткову загрозу при технічному обслуговуванні, очищенні або регулюванні, особливо у випадках, коли ці роботи виконуються без вимкнення двигуна — з порушенням вимог техніки безпеки.

Менш ризикованими з точки зору травмонебезпеки є інші агротехнічні операції, однак і вони можуть призвести до нещасних випадків у разі нехтування встановленими правилами охорони праці. З огляду на тематику даного дипломного проєкту, детальнішого аналізу потребують небезпечні та шкідливі фактори, що виникають на етапі передпосівного обробітку ґрунту та посіву цукрових буряків.

Передпосівний обробіток ґрунту

Передпосівна підготовка ґрунту є складним технологічним процесом, під час якого виникає значна кількість потенційно небезпечних ситуацій. Підвищений ризик формується ще на етапі підготовки до роботи, зокрема при комплектуванні машинно-тракторного агрегату. Зокрема, забороняється:

- приєднувати культиватор до трактора без встановлених баластних противаг;

- переміщати агрегат з поля на поле без вкорочення центральної тяги навісної системи;
- перевищувати допустиму швидкість руху (не більше 8 км/год);
- залишати агрегат у піднятому положенні без фіксації;
- проводити технічне обслуговування під час роботи двигуна або в русі;
- працювати на схилах з ухилом понад 10°.

Кожне з вищенаведених порушень може спричинити втрату стійкості техніки, наїзд на працівника, пошкодження вузлів агрегату та інші аварійні ситуації. Тому необхідно дотримуватись чіткої послідовності дій під час приєднання, транспортування, технічного обслуговування та виконання польових робіт.

Посів цукрових буряків

Сівба є однією з найважливіших і водночас технічно складних операцій у технології вирощування цукрових буряків. Вона потребує особливої уважності через підвищений ризик виникнення аварійних ситуацій, зумовлених як технічними, так і організаційними чинниками. Під час виконання робіт із налаштування, складання, ремонту та технічного обслуговування сівалки обов’язково слід:

- зупиняти двигун трактора перед будь-яким втручанням у конструкцію агрегату;
- фіксувати сівалку за допомогою спеціальних упорів;
- під час транспортування замикача сівалки з’єднувати із замком автозчіпки та фіксувати шплінтом;
- блокувати розтяжки навісної системи трактора та встановлювати противаги для забезпечення стійкості;
- уникати перебування персоналу між трактором та сівалкою, а також поруч під час комплектування агрегату.

Для попередження травмування слід дотримуватись таких правил:

- не перебувати на підніжках агрегату під час руху;
- не сідати та не сходити з трактора під час руху;

- не ходити перед сівалкою під час роботи;
- не очищати сошники вручну — слід використовувати чистик із довгою ручкою;
- не проводити ремонтні або регулювальні операції без повної зупинки техніки.

Особливу увагу слід приділяти роботі з мінеральними добривами та насінням, обробленим пестицидами. Для уникнення контакту з шкідливими речовинами працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту (рукавиці, респіратори, захисні окуляри тощо). Забороняється палити, вживати їжу або очищати робочі елементи руками під час виконання зазначених робіт.

3.2 Охорона праці в проектних рішеннях

Сільськогосподарське виробництво, як і будь-яка інша сфера господарської діяльності, тісно пов’язане з навколишнім середовищем та його ресурсами. У рослинництві це проявляється через використання мінеральних добрив, пестицидів, гербіцидів, а в тваринництві — через викиди, пов’язані з утриманням та експлуатацією худоби.

В Україні функціонує державна система охорони навколишнього природного середовища, яка реалізується через відповідну політику, законодавство та нормативно-правові акти. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991) визначає порядок раціонального використання природних ресурсів, а також заходи для запобігання негативному впливу виробничої діяльності на природу.

Згідно з цим законом, проекти, які можуть впливати на довкілля, обов’язково підлягають державній експертизі. Це стосується об’єктів будівництва, реконструкції та технічного переоснащення. Закон також передбачає формування свідомого ставлення населення до охорони природи як складової сталого розвитку.

Сільськогосподарська діяльність змінює стан ґрунтів, рослинного покриву, водних ресурсів та тваринного світу. На сьогодні активно проводиться оцінка збитків, пов’язаних із забрудненням довкілля. Проект, що базується на сучасній операційній технології обробітку ґрунту та посіву, дозволяє виокремити такі основні шкідливі фактори:

- Ерозія ґрунтів (вітрова, водна);
- Переущільнення ґрунтів внаслідок проходження техніки;
- Забруднення отрутохімікатами;
- Виснаження гумусового шару;
- Забруднення ґрунту і повітря паливно-мастильними матеріалами.

Для зменшення негативного впливу передбачені такі заходи:

- Використання технологій, що перешкоджають ерозії — наприклад, обробіток упоперек схилів, створення захисних лісосмуг;
- Зменшення кількості проходів техніки завдяки комбінованим агрегатам, що знижує ступінь ущільнення ґрунту;
- Дотримання норм використання хімікатів, проведення інструктажів серед механізаторів щодо правил поводження з ними;
- Внесення органічних добрив у визначені строки, застосування сівозміни для підтримки родючості та структури ґрунтів;
- Своєчасне технічне обслуговування техніки, контроль за викидами та недопущення розливу ПММ у полі.

У межах проекту запропоновано використання зчіпки з двох сівалок ССТ-12В, що дозволяє зменшити кількість проходів техніки майже вдвічі. Це суттєво знижує тиск на ґрунт і, відповідно, зменшує його ущільнення. Використання одного агрегату, до складу якого входять трактор ХТЗ-121, культиватор УСМК-5,4В та сівалка ССТ-12В, дає змогу поєднати дві операції — культивацію та посів — в одному технологічному циклі, що сприяє підвищенню продуктивності та зменшенню навантаження на землю.

Таким чином, запропоновані у проекті технологічні рішення не тільки не шкодять довкіллю, а й покращують його стан завдяки зменшенню негативного антропогенного впливу на природні ресурси.

Висновок до розділу 3

У процесі вирощування цукрових буряків працівники аграрного сектору зазнають дії численних потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Найбільший ризик становлять операції з використанням отрутохімікатів, а також робота з бурякозбиральною технікою, яка містить відкриті рухомі елементи та потребує суворого дотримання правил техніки безпеки. Навіть менш складні агротехнічні операції — передпосівний обробіток ґрунту та сівба — можуть бути джерелом підвищеної небезпеки в разі порушення встановлених норм і вимог. Для забезпечення безпечних умов праці необхідно суворо дотримуватись правил при підготовці агрегатів, їхньому обслуговуванні, транспортуванні та безпосередньому виконанні польових робіт. Особлива увага має приділятися використанню засобів індивідуального захисту, а також попередженню аварійних ситуацій через чітку організацію робочих процесів. Комплексний підхід до аналізу ризиків і впровадження профілактичних заходів є ключовим чинником зниження виробничого травматизму та охорони здоров’я працівників.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНЕОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

4.1 Розрахунок витрат на вирощування за запропонованою технологією

Розрахуємо собівартість вирощування цукрових буряків відповідно до технології, розробленої у другому розділі. Сама технологія разом із комплексом машин, необхідних для її реалізації, відображені в технологічній карті, яка є частиною графічної частини проекту. Виходячи з цієї карти, визначимо загальні витрати. Насамперед обчислимо витрати на оплату праці.

Розрахунок буде здійснено згідно з тарифною сіткою, яка регламентує оплату механізованих та ручних робіт у рослинництві. Заробітна плата визначатиметься на основі кількості відпрацьованих нормо-змін, що розраховується за формулою [7].

$$K_{н-зм} = \frac{W_{ф}}{W_{Г} \cdot 7}; \quad (4.1)$$

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

$W_{Г}$ – 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:

$$ОП = K_{н-зм} O_{ТАР}; \quad (4.2)$$

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

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

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

До основної заробітної плати додається 10% додаткової оплати, а також передбачені надбавки: за класність — 20% для I класу, 10% — для II класу, за роботу на гусеничних тракторах — 10%. Стаж роботи також враховується: 8% — за 2–5 років, 10% — за 5–10 років, 13% — за 10–15 років, 16% — понад 15 років. Загальна сума основної зарплати, доплат і надбавок формує фонд оплати праці.

Усі обчислення виконуватимуться в середовищі MS Excel. Додатково передбачаються обов'язкові відрахування на оплату праці — зокрема, єдиний соціальний внесок (ЄСВ) у розмірі 22% від фонду оплати праці.: 0,22·16393,58=3606,58грн.

Тоді, разом оплата праці з нарахуваннями: 16393,58+3606,58=20000,16грн.

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

$$B_{ОЗ} = Нв \cdot Ц ; \quad (4.3)$$

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

$Ц$ – ціна матеріалу, грн/кг.

Запишемо розрахунок витрат у вигляді таблиці.

Таблиця 4.1 – 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

Розглянемо витрати на засоби захисту рослин. Згідно з прийнятою технологією, гербіциди вносяться двічі по нормі 2,2 л/га. За умов вартості 120 грн/кг загальні витрати на гербіциди становитимуть: 2,2 × 2 × 150 × 120 = 79 200 грн.

Наступним етапом визначимо витрати на паливно-мастильні матеріали (ПММ). Розрахунок базується на даних технологічної карти. Обсяги мастильних матеріалів приймаються згідно з нормативами у співвідношенні до обсягу використаного палива [6, 16]. Розрахунки подано у формі таблиці за окремими марками енергозасобів, детальні дані наведено в додатку Б.

Відповідно до технологічної карти, загальні витрати дизельного палива становлять 32 262 кг. Враховуючи ціну 22 грн/кг, його вартість складе: 32 262 × 22 = 709 764 грн.

До цієї суми додаються витрати на мастильні матеріали — 19 661,39 грн. Отже, загальні витрати на ПММ становитимуть: 709 764 + 19 661,39 = 729 425,39 грн.

Таким чином, загальна вартість оборотних засобів (насіння, гербіциди, ПММ) становить: 105 860 + 79 200 + 729 425,39 = 914 485,39 грн.

Далі розглянемо витрати на утримання основних засобів, що включають витрати на ремонт, технічне обслуговування та амортизацію техніки. Амортизаційні відрахування розраховуються за формулою [6]:

$$A = \frac{Бв \cdot На}{100 \cdot Qгод} Q; \quad (4.4)$$

де, Бв – балансова вартість, грн.;

На – норма амортизації, %;

*Q*год – річна норма навантаження відпрацьованих годин;

Q – відпрацьовано годин.

Балансова вартість техніки визначається на основі даних підприємства. У випадку відсутності тієї чи іншої машини в господарстві, приймаємо її вартість як вартість нової одиниці техніки. Згідно з нормативами, річні ставки амортизації становлять: для тракторів і сільськогосподарських машин — 15%, для автомобілів і комбайнів — 25%, а для споруд та будівель — 5% [5].

Розрахунки виконуємо за допомогою табличного процесора MS Excel. Загальна сума амортизаційних відрахувань становить 70 283,60 грн. Оскільки нормативи витрат на ремонти й технічне обслуговування дорівнюють амортизаційним відрахуванням, то їх розмір також становить 70 283,60 грн. Таким чином, загальні витрати на реновацію техніки становлять: 70 283,60 + 70 283,60 = 140 567,20 грн.

Далі визначаємо накладні витрати (витрати на управління), які складають 8% від суми прямих витрат (без врахування вартості насіння). Отже:

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

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

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

Страхові платежі приймаються в межах 6,5–8,5% від вартості кінцевої продукції. У нашому випадку, при врожайності 180 ц/га та площі 150 га, загальна вартість урожаю становить: 50 × 150 × 180 = 1 350 000 грн**.** Приймаємо страхову ставку на рівні 6,5%, відповідно страхові платежі складуть:

1 350 000 × 0,065 = 87 750 грн.

Тобто, страхові платежі складатимуть:

Стр.=0,065·1350000=87750 грн.

Отже, повна собівартість вирощування:

С= 20000,16+914485,39 +140567,2+84535,42+937999,73+87750=2185337,9 грн.

Порівняння собівартості з умовною вартістю продукції показує, що виробництво цукрових буряків є прибутковим, а це свідчить про економічну ефективність впровадженої технології**:** 50т/га·150га·437грн/т=3277500 грн. Тоді прибуток: П=3277500-2185337,9=1092162,1 грн. ПДВ складає 20%, тобто:

ПДВ=0,2·1092162,1 =218432,42 грн. Прибуток = 1092162,1 -218432,42 =873729,68 грн.

Податок на прибуток складає 25%, тобто: Пп=0,25·873729,68 =218432,42 грн.

Тоді чистий прибуток складатиме: Чп=873729,68-218432,42 =655297,26 грн.

Визначимо рівень рентабельності за формулою:

$$Pp = \frac{Чп}{С}100\%,; \qquad (4.5)$$

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

Отже, прибуток від реалізації продукції свідчить про високий рівень рентабельності, що підтверджує доцільність та ефективність технологічних рішень, закладених у цьому дипломному проекті.

4.2 Економічне обґрунтування конструктивної розробки

Економічна вигода досягається за рахунок різниці витрат між запропонованою технологією та традиційною. Розроблене нами конструктивне рішення дозволяє зменшити витрати на паливно-мастильні матеріали, оплату праці, амортизацію, а також нарахування на заробітну плату і матеріали завдяки збільшеній ширині захвату агрегату. Це, у свою чергу, підвищує продуктивність та скорочує терміни виконання польових робіт, що позитивно впливає на рівномірність сходів культури.

Запропоноване технічне рішення також покращує якість зрізу та зменшує висоту стерні, що сприяє збільшенню маси зібраних кормів.

Дані для оцінки економічного ефекту представлено у вигляді порівняльної таблиці (табл. 4.2), розрахунок проведено згідно з методикою [5].

Таблиця 4.2 – 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

Як показано в додатку В, капіталовкладення окупність за 2,8 року. Такий термін значно коротший за розрахунковий ресурс експлуатації зчіпки до відмови, що підтверджує економічну доцільність та ефективність впровадження запропонованої конструкції.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання даного дипломного проекту було сформульовано низку висновків як теоретичного, так і практичного характеру, що мають значення для розвитку сільськогосподарського виробництва:

1. На базі досліджень підтверджено доцільність впровадження інтенсивних технологій вирощування технічних культур, зокрема цукрових буряків, у виробничо-господарську діяльність підприємства. Це дозволяє підвищити ефективність використання ресурсів та забезпечити стабільно високі врожаї.

2. В межах теми дипломного проєкту було розроблено технологічну схему вирощування і збирання цукрових буряків для конкретного господарства на площі 150 га. Основні технологічні показники: щільність механізованих робіт — 9,4 умовно-еталонних гектарів на фактичний гектар; питомі витрати пального — 215 кг/ф.га; трудомісткість — 11 людино-годин на фактичний гектар. Запланована врожайність становить 50 т/га, культура розміщується у сівозміні після озимого ріпаку, що сприяє покращенню фітосанітарного стану поля.

3. У конструкторській частині проєкту виконано проєктування та інженерний розрахунок навісної зчіпки для сумісної роботи двох дванадцятирядних машин типу ССТ-12 та УСМК-5,4. Впровадження даного технічного рішення дозволяє зменшити ущільнення ґрунту, знизити кількість стикових міжрядь і покращити рівномірність обробітку.

4. Запропоновано комплекс заходів з охорони праці, спрямованих на покращення умов праці, підвищення безпеки працівників та зниження виробничих ризиків. Особливу увагу приділено засобам індивідуального захисту, організації робочого місця та дотриманню нормативів щодо експлуатації техніки.

5. Застосування розробленої навісної зчіпки в агротехнологічному процесі вирощування цукрових буряків із використанням трактора ХТЗ-161 з передньою навіскою забезпечує річний економічний ефект у розмірі 6513 грн. Термін окупності капіталовкладень становить 2,8 роки, що значно менше за нормативний строк експлуатації обладнання, підтверджуючи економічну доцільність і ефективність впровадженого рішення.

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. Сельськохозяйственые и мелиоративные машины: Элементы теории робочих процесов, 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 учащиъхся 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.