

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології вирощування буряків цукрових
і конструкції коренезбиральної машини**

Виконав: студент факультету за спеціальністю
208 «Агроінженерія»

_____ Істратов Даниїл Сергійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро, 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин
Освітній ступінь: "Магістр"
Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин
(назва кафедри)
ДОЦЕНТ
(вчене звання)

(підпис) _____ (прізвище, ініціали)
„_____” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

- _____
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи _____

- керівник роботи _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом закладу вищої освіти від “_____” _____ 20__ року
№ _____
2. Строк подання студентом роботи _____
3. Вихідні дані до роботи _____

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

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

А Н О Т А Ц І Я

Істратов Д.С. Удосконалення технології вирощування буряків цукрових і конструкції коренезбиральної машини/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 77 с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій і розроблено технологію вирощування буряків цукрових для умов і на замовлення селянського фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Проведено аналіз технічної літератури і розроблена конструкція копача і проведені розрахунки основних його параметрів і режиму роботи. Визначено технологічні показники роботи машини.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні буряків і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 37540 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року її використання.

Ключові слова: буряк цукровий, коренеплоди, технологія, збиральна машина, копач, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА.	9
1.1 Попередники.	9
1.2 Удобрення.	9
1.3 Обробіток ґрунту.	10
1.4 Сівба.	12
1.5 Догляд за посівами.	13
1.6 Захист від шкідників і хвороб.	15
1.7 Збирання врожаю.	16
2 ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ І ПАРАМЕТРІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ.	20
2.1 Обґрунтування і опис змін, внесених в конструкцію базової машини.	20
2.2 Розрахунок кінематичних параметрів трансмісії приводу роторних копачів.	21
2.3 Розрахунок приводних ланцюгових передач.	22
2.4 Розрахунок ведучого вала ланцюгового редуктора приводу роторного копача на міцність.	25
2.5 Розрахунок підшипників ведучого вала редуктора приводу копачів.	30
2.6 Розрахунок ланцюгової муфти з'єднання привідного вала з валом приводу роторних копачів.	32
2.7 Розрахунок зубчатого (шліцевого) з'єднання.	33
3 УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.	38
3.1 Основні вимоги і організація збиральних робіт.	38
3.2 Розрахунок технологічних показників роботи удосконаленої машини.	42
4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.	48
4.1 Складання технологічної карти вирощування цукрових буряків.	48
4.2 Визначення потреби в техніці.	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.	52
5.1 Основні правила з техніки безпеки.	52
5.2 Основні правила пожежної безпеки.	55
5.3 Захист від вібрацій.	56
6 РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЄКТУ.	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	67
Д О Д А Т К И.	70

ВСТУП

Загальна світова площа посівів цукрових буряків становить близько 9 млн. га, з них 80% розміщується в Європі. В Україні цукрові буряки в 70-х роках минулого століття займали близько 1,7 млн. га [1]. Але останнім часом ці площі значно скоротилися. У 2010 р цукровим буряком в Україні було засіяно тільки 502,86 тис. га площ. А вже у 2020 р. — 217, 5 тис. га (урожайність 41,6 т/га, валовий збір – 9046,6 тис. т), у 2021 р. посівні площі в Україні склали 210,8 тис. га (урожайність 47,8 т/га, валовий збір на рівні 9 759,0 тис. т) [1, 2]. І скорочення площ посіву цукрових буряків, недостатня забезпеченість галузі матеріальними ресурсами, недосконалість взаємостосунків між виробниками і переробними підприємствами, а також порушення технології вирощування перетворили цукрову галузь у збиткову.

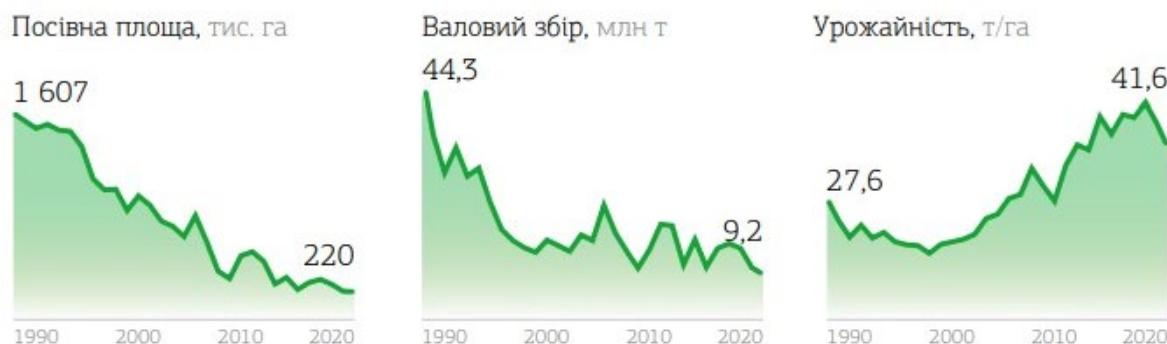


Рисунок 1 – Виробництво цукрового буряка в 1990 -2020 рр.

(Джерело: Інфобук Агробізнес України 2020/2021)

З початком широкомасштабного вторгнення росії появилися нові загрози і проблеми для сільськогосподарського виробництва в Україні. Але разом з тим вирощування цукрових буряків може стати альтернативою в умовах екстремальних ризиків на зерновому ринку і відсутністю чітких гарантій подальшої роботи «зернового коридору» [3, 4]. Як зауважують

експерти «у порівнянні з зерновими культурами у цукрових буряків дві ключових переваги. По-перше, це можливість їхньої переробки всередині країни, тобто радикальне спрощення логістики: агровиробнику не потрібно ламати голову над тим, як одночасно досягти двох цілей — і продукцію експортувати, і маржу на транспортуванні не втратити. По-друге, вирощування буряків — добре виправдовує себе економічно» [4].

Але при цьому слід враховувати, що цукровий буряк це технологічно вибаглива культура. І для призупинення спаду та подальшого нарощування обсягів виробництва цукросировини та цукру, що забезпечить не лише задоволення внутрішніх потреб, а й суттєве поповнення державного бюджету за рахунок експорту цукру, в Україні необхідне наукове забезпечення галузі з подальшим удосконаленням технології вирощування і машин та обладнання.

Для підвищення рентабельності цієї культури в господарствах слід впроваджувати сучасні технології і засоби механізації для їх реалізації. Зокрема раціонально скомплектовані машинно-тракторні агрегати повинні забезпечувати високоякісне виконання операцій відповідно до агротехнічних вимог, а також максимальну продуктивність і паливну економічність при повному використанні тягової потужності тракторів; відповідати ґрунтово-виробничим умовам використання щодо обсягу робіт, розмірів і конфігурації полів тощо; забезпечувати щонайменші затрати праці і коштів на одиницю площі, а також відповідати санітарно-гігієнічним вимогам.

Найскладнішим в технології вирощування цукрових буряків є процес збирання врожаю. Оскільки ефективність бурякозбиральних машин обумовлюється сукупністю ряду показників — агротехнічних, техніко-експлуатаційних і економічних, то для знаходження оптимальних параметрів машин по екстремальних значеннях цих показників необхідно виконати синтез машин і їх комплексів, тобто виконати такі розрахунки і проекти, які дозволяють врахувати об'єктивні взаємозв'язки між прийнятими механіко-технологічними принципами збирання врожаю, застосованими технічними рішеннями, факторами зовнішнього середовища і існуючими критеріями

ефективності.

При вирішенні цієї задачі обґрунтування оптимальних видів механізованих процесів і типажу бурякозбиральних машин доцільно виконувати таким чином, щоб забезпечувалася необхідна якість збирання цукрових буряків і високі експлуатаційні і економічні показники в різних природно-виробничих умовах, які змінюються, а також при зберіганні сировини і її переробці.

Метою дипломної роботи є удосконалення технології вирощування цукрових буряків з розробкою і обґрунтуванням параметрів копача збиральної машини.

1 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА

Послідовне і своєчасне виконання технологічних операцій із застосуванням сучасних машин, оптимальної кількості і якості добрив та засобів захисту рослин дозволить отримати високий врожай цукрових буряків.

1.1 Попередники

Правильне розміщення цукрових буряків у сівозміні — один з основних чинників поліпшення забезпеченості рослин вологою і елементами живлення, зменшення засмічення посівів, кількості шкідників і хвороб, усунення токсичності ґрунтів, підвищення врожайності та якості коренеплодів.

У зоні достатнього зволоження найсприятливіші умови для цукрових буряків створюються при розміщенні їх після озимих зернових, які висівали після багаторічних трав на один укіс, по зайнятих парах, після гороху. У зоні нестійкого зволоження буряки розмішують після озимих, по зайнятих, а в південно-східних районах — і по чистих парах, після гороху, багаторічних трав на один укіс. У зоні недостатнього зволоження кращим попередником для буряків є озимі після чорних удобрюваних парів. Якщо площа буряків більша за площу чорного пару, їх розміщують у ланках з однорічними травами на зелений корм або з багаторічними травами одного року використання на один укіс.

1.2 Удобрення

При правильному поєднанні з іншими агротехнічними заходами внесення добрив є найефективнішим чинником інтенсифікації буряківництва. Приріст урожаю коренеплодів цукрових буряків при внесенні 1 кг азоту становить у середньому 35,7 кг; 1 кг фосфору — 37,5; 1 кг калію — 18,8 кг. Внесення повного мінерального добрива в оптимальних

співвідношеннях його елементів забезпечує збільшення вмісту цукру в коренеплодах на 0,2 - 0,4 %. Надмірна кількість азоту знижує цукристість буряків на 0,3 - 0,4 %; фосфор сприяє незначному підвищенню цукристості (0,2-0,3 %), а калій помітно підвищує її (0,3-0,6%). Підвищені дози азоту погіршують технологічні якості коренеплодів, а фосфорні й калійні добрива поліпшують їх.

Підстилковий гній, який зберігався не менше 6 місяців рекомендується вносити безпосередньо під цукрові буряки восени під час зяблевого обробітку ґрунту з розрахунку 40 - 50 т/га, залежно від типу ґрунту та зони зволоження. Кислі ґрунти також вапнують. Під основний обробіток вносять більшу частину річної норми мінеральних добрив в оптимальному співвідношенні їх складових з урахуванням вмісту елементів живлення на кожному конкретному полі. Добрива вносять розкидачами РОУ-6 та ін.

У рядки добриво вносять в усіх зонах. У зоні достатнього, а інколи і нестійкого зволоження доцільні підживлення у фазі 2-4 пар листків буряків у дозі $N_{30}P_{30}K$ на глибину 12 - 14 см. У зоні недостатнього зволоження через пересихання верхнього шару ґрунту (10 - 15 см) всю річну норму добрив вносять під зяблеву оранку, за винятком за винятком тієї частини добрив, яку вносять під час сівби в рядки. Застосовують аміачну селітру, суперфосфат, хлорид калію інші добрива, при потребі збагачені на мікроелементи. Підвищенню цукристості коренеплодів сприяє застосування регуляторів росту (обпудрюють насіння ресином — 2 кг/т, обробляють посіви за 20 —30 днів до збирання натрієвою сіллю гідрозиду малеїнової кислоти — 2 - 2,5 кг препарату розчиняють у 250 - 300 л води з розрахунку на 1 га).

1.3 Обробіток ґрунту

Для вирощування цукрових буряків потрібен глибокий орний шар, в якому розвивається міцна коренева система й активно відбуваються мікробіологічні процеси, накопичуються великі запаси води й поживних

речовин, Високоякісна підготовка ґрунту восени й навесні сприяє також одержанню дружних і рівномірних сходів.

Основний обробіток ґрунту під цукрові бур'яки включає лушення стерні та глибоку зяблеву оранку. Кращим є поліпшений або напівпаровий обробіток ґрунту. Поліпшений обробіток ефективніший у зонах нестійкого та недостатнього зволоження, особливо в посушливі роки й на полях, засмічених коренепаростковими та кореневищними бур'янами. Він включає два лушення і глибоку зяблеву оранку. Перше лушення проводять услід за збиранням озимих дисковими лущильниками ЛДГ-10(15) у два сліди на глибину 6-8 см або дисковими боролами БД-10А, БДТ-7, друге — через 10 - 12 днів на глибину 12 - 14 см лемішними лущильниками, наприклад, ППЛ-10-25 в агрегаті з важкими зубовими боролами, а в посушливу погоду — кільчасто-шпоровими котками ЗКШ-6А. Замість лемішного лушення можна здійснювати плоскорізний обробіток. У міру з'явлення бур'янів поле 1-2 рази обробляють на глибину 6-10 см. Зяблеву оранку проводять у вересні — на початку жовтня на глибину 28 - 32 см плугами ПН-4-35А, ПЛН-5-35, ПТК-9-35 або двоярусними плугами ПЯ-3-35, ПНЯ-4-40, які краще заробляють післяжнивні рештки і зменшують забур'яненість посівів.

Весняний обробіток ґрунту включає ранньовесняне розпушування, вирівнювання та передпосівний обробіток. Метою ранньовесняного обробітку є розпушування поверхневого шару фізично спілого ґрунту до дрібногрудочкуватого стану, щоб зменшити витрати вологи, вирівняти поверхню поля і створити умови для високоякісного передпосівного обробітку й сівби. Для розпушування використовують агрегати з важких БЗТС-1,0 або середніх БЗСС-1,0 борін (перший ряд) і посівних ЗПБ-0,6А або райборінок ЗОР-0,7 (другий ряд). Вирівнюють поверхню ґрунту агрегатами з шлейф-борін ШБ-2,5 (перший ряд) і борін ЗБП-0,6 або ЗОР-0,7 (другий ряд). Слід зазначити, що на не ущільнених ґрунтах і при швидкому дозріванні ґрунту вирівнювання й розпушування здійснюють одним агрегатом із шлейф-борін і зубових борін за один-два проходи. Агрегати

рухаються по діагоналі поля. Глибина передпосівного обробітку на 0,5 -1,5 см менша за глибину загортання насіння, виконується культиваторами УСМК-5,4Б(А) в агрегаті з трактором Т-70С. Для обробітку середньоущільнених ґрунтів із зниженою нормальною вологістю на культиваторах установлюють стрічасті лапи, потім спіральні ротори з шарнірними шлейфами. Агрегати рухаються під кутом 3-4° до напрямку сівби із швидкістю до 7 км/год.

1.4 Сівба

Для сівби слід використовувати насіння районованих сортів і гібридів, яке за своїми посівними якостями відповідає вимогам діючих стандартів і технічних умов. Лабораторна схожість насіння має бути не менше 80%, а одноростковість і вирівняність — 95%. Насіння цукрових буряків готують до сівби на насінних заводах, де його калібрують на фракції 4,5 - 5,5 мм і 3,5 - 4,5 мм, шліфують або дражують і обробляють захисними та стимулюючими речовинами.

Сівбу починають з настанням фізичної спілості ґрунту, коли температура на глибині 5 - 7 см досягає 6-8 °С, ґрунт добре кришиться і містить достатню кількість вологи. Цей період збігається з періодом масової сівби ранніх зернових культур (у квітні).

Сівбу на кожному полі слід проводити за 1-1,5 дня груповим методом, щоб забезпечити можливість наступного механізованого суцільного досходового розпушування та проріджування сходів.

Сіють буряки одночасно з передпосівним обробітком ґрунту, не допускаючи його висихання, пунктирними сівалками ССТ-12А, ССТ-12Б, якими одночасно вносять у рядки мінеральні добрива. Ширина міжрядь 45 см. Сівалки обладнують слідоутворювачами по центру міжряддя між сьомою і восьмою посівними секціями.

При застосуванні звичайної технології на забур'яненних полях при відсутності гербіцидів або екологічно виправданій відмові від них

оптимальна норма висіву становить 18 - 22 насінини на 1 м (5 — 6 кг/га). При дотриманні всіх вимог агротехніки така норма висіву забезпечує одержання 14 - 16 сходів на 1 м рядка і дає змогу поєднати механічне формування густоти посівів з механічним доглядом за ними.

Насіння буряків має невеликий запас поживних речовин і під час проростання виносить сім'ядолі на поверхню ґрунту, тому не витримує глибокого загортання. При достатній вологості ґрунту його загортають на глибину 3 - 3,5 см, а в посушливу весну — на 4 - 5 см у вологий шар ґрунту. Швидкість руху агрегатів під час сівби 4-5 км/год. Важливо забезпечити прямолінійність рядків. Відхилення від прийнятої ширини міжрядь (45 см) не повинно перевищувати ± 10 мм.

У посушливу погоду при інтенсивному підсиханні поверхні ґрунту посіви буряків доцільно коткувати водоналивними (СКГ-2-1, СКГ-2) або кільчасто-зубчастими (ККН-2,8) котками. Коткування відновлює капілярність у верхньому шарі ґрунту, що прискорює бубнявіння та проростання насіння.

1.5 Догляд за посівами

Догляд за посівами цукрових буряків передбачає суцільне розпушування ґрунту до появи сходів (досходові боронування), перше розпушування ґрунту в міжряддях і зоні рядків (шарування), формування густоти стояння рослин, розпушування в міжряддях з присипанням бур'янів ґрунтом у рядках (у разі потреби — одночасно з підживленням), захист рослин від шкідників та хвороб.

Суцільне уздовж рядків розпушування ґрунту до появи сходів буряків проводять не більш як на 2/3 глибини загортання насіння, на 4 - 5-й день після початку сівби при з'явленні в поверхневому шарі проростків бур'янів у вигляді «білих ниточок». У прохолодну затяжну весну, коли проростання насіння буряків затримується, необхідне одно-, іноді навіть дворазове досходове розпушування. Не можна проводити його, коли проростки буряків

досягли висоти 1 см. Якщо боротьба з ґрунтовою кіркою збігається за часом з появою проростків, треба, незалежно від довжини їх, застосовувати ротаційні робочі органи, але при швидкості агрегату не більше 4 км/год. Досходове розпушування уздовж рядків проводять культиваторами УСМК-5,4Б(А), які обладнують ротаційними робочими органами і двобарабанными спіральними роторами без шлейфів. Агрегати рухаються уздовж рядків [правою гусеницею (колесом) по маркерній борозні, утвореній слідоутворювачем, із швидкістю до 9 км/год.

Перше міжрядне шарування виконують після позначення рядків для розпушування ґрунту в міжряддях на глибину 3-4 см. Ширина захисної зони з обох боків рядка має бути не більше 6-7 см. При цьому мають бути повністю знищені бур'яни в міжряддях, а ґрунт розпушений до стану дрібногрудочкуватого. Кількість засипаних і уражених рослин буряків не повинна перевищувати 10 %. Для шарування застосовують культиватори УСМК-5,4Б(А) та їх аналоги, обладнані захисними дисками й однобічними плоскорізальними лапами із захватом 150 мм, які переміщуються в міжряддях, а також ротаційними батареями, що переміщуються в зонах рядків; Щоб прошарувати посіви з малими (3 - 5 см в один бік рядка) захисними зонами і полегшити умови праці тракториста, на культиваторі встановлюють щільувачі-напрямлячі. Швидкість руху агрегату до 6 км/год. У необроблених рядках і захисних смугах залишаються сходи бур'янів, тому після першого шарування міжрядь потрібно обробити ці смуги упоперек або по діагоналі посіву легкими борінками ЗОР-0,7 або борінками - «гвоздівками». При такому обробітку гинуть сходи бур'янів і проріджуються посіви.

Для знищення бур'янів і ґрунтової кірки частково проріджують сходи вдруге у фазі першої пари справжніх листків при густоті посівів більш як 8 рослин на 1 м рядка. Ушкоджених рослин буряків може бути не більше 20 %, а присипаних ґрунтом — 8 %. Цю операцію виконують культиваторами УСМК-5,4Б(А) з ротаційними робочими органами або райборінками ЗОР-

0,7 чи посівними боронами ЗБП-0,6А на тязі гусеничних тракторів. Культиватори рухаються уздовж рядків зі швидкістю до 8 км/год. Виконані своєчасно і якісно, такі обробітки є реальною альтернативою застосуванню гербіцидів.

Для створення сприятливих умов росту росли після формування густоти посівів і знищення сходів бур'янів розпушують ґрунт у міжряддях, одночасно присипаючи бур'яни ґрунтом у зоні рядків. Необхідність розпушувань і присипань, а також глибину ходу робочих органів (від 5 - 6 до 10-12 см) визначають з урахуванням кількості опадів і ступеню забур'яненості посівів. Перше присипання бур'янів у зонах рядків поєднують з розпушуванням ґрунту в міжряддях культиваторами УСМК-5,4Б(А) у фазі 2-3 пар справжніх листків і висоті рослин буряків 5-7 см. Для цього використовують спеціальні підгортачі, які подають розпушений ґрунт у зони рядків для знищення сходів бур'янів.

Удруге бур'яни присипають у зонах рядків буряків, поєднуючи цю операцію з підгортанням рослин і розпушуванням ґрунту в міжряддях, при змиканні рослин буряків у рядках, а втретє — перед змиканням листків у міжряддях.

1.6 Захист від шкідників і хвороб

При вирощуванні буряків слід старанно захищати рослини від шкідників і хвороб, виконуючи увесь комплекс агротехнічних заходів. Хімічні засоби варто застосовувати тільки при загрозі масового з'явлення шкідників і розвитку хвороб. Треба обов'язково враховувати економічну доцільність застосування пестицидів, так званий економічний поріг шкідливості. Може бути так, що затрати на пестициди не окупляться приростом урожаю, що, як показують спостереження, буває дуже часто. Це серйозний аспект у технології вирощування цукрових буряків та інших польових культур. Пестициди досить часто застосовують тільки тому, що це передбачено технологічною картою, а не у зв'язку із загрозою епіфітотій (масові хвороби) або епізоотій (масова поява шкідників).

При прогнозованій масовій появі шкідників, які живуть у ґрунті (бурякова крихітка, дротяники, личинки пластинчастовусих жуків та ін.), потрібно вносити в рядки під час сівби гранульовані інсектициди, кг/га: 10 %-й фурадан (10- 15); 10 %-й каунтер. Останнім часом на насінних заводах насіння цукрових буряків обробляють системними інсектицидами зокрема фураданом 35, який забезпечує внутрішню токсикацію рослин і захищає їх від ґрунтових та наземних шкідників протягом 15 - 30 днів. Проти бурякових довгоносиків, бліх, щитоносок мертвоїда застосовують один з таких препаратів, кг/га: 16 %-ну мінерально-масляну емульсію, 40 %-й змочуваний порошок базудину (2,5); 50 %-й волатон (2,5). Посіви обробляють у разі потреби, але не частіше як через 7 - 9 днів. Для знищення гусениць совок і лучного метелика плантації обприскують відповідними, рекомендованими в рік обробітку препаратами. Проти гусениць озимої та інших підгризаючих совок розсівають по рядках 10 %-й гранульований базудин (50 кг/га). У період льоту метеликів і масового відкладання яєць на посіви буряків випускають трихограму (50 - 100 тис. самок на 1 га) в три прийоми через кожні 3-5 днів у співвідношенні 50 : 30 : 20 %. Для боротьби з листковою попелицею, мінуючою міллю, мінуючою мухою, павутинним кліщиком теж застосовують рекомендовані на час обробітку препарати.

1.7 Збирання врожаю

Щоб полегшити роботу збиральних машин і знизити забрудненість коренеплодів ґрунтом, за 10 - 15 днів до початку збирання буряків розпушують міжряддя на глибину 10 - 12 см. Масове збирання цукрових буряків рекомендується проводити при настанні їх технологічної стиглості (з 20 вересня по 20 жовтня) переважно потоковим способом без ручного доочищення коренів із застосуванням очищувачів. Найбільшу

Рисунок 1.1 – Бурякозбиральний комбайн SF 10 фірми KLEINE

Рисунок 1.2 – 6-рядний бурякозбиральний комбайн фірми HOLMER

продуктивність праці, своєчасне закінчення збирання урожаю і вивезення якісної сировини на заводи забезпечує груповий метод використання вітчизняних бурякозбиральних машин БМ-6Б(А), ОГД-6, КС-6Б, КС-0,2, РКС-6, РКМ-6, МКК-6-02 (на зрошуваних землях БМ-4, РКС-4), буряконавантажувачів СПС-4,2А, СПС-4,2А-0,2, самоскидних причепів і автомобілів. В останні роки все більше використовуються комплекси збиральних машин провідних фірм – STOLL, HOLMER, MATROT, ROPA, TIM та ін.

Рисунок 1.3 – Бункерний бурякозбиральний комбайн КТ 8
фірми KUNL\THYREGOD

Рисунок 1.4 – Комплекс бурякозбиральних машин для двофазного
збирання фірми і KLEINE

При потоковому способі зібрані машиною коренеплоди транспортують безпосередньо на бурякоприймальні пункти, а гичку збирають у тракторні причеми і відвозять до місць силосування. Перевалочний спосіб передбачає вивезення коренеплодів від збиральних машин

Рисунок 1.5 – Бурякозбиральний комбайн ТАНКЕР М2011 PLUS
на збиранні перевалочним способом

тракторними причепами на край або середину поля і вкладання в тимчасові польові кагати. Потім, у міру вивільнення автотранспорту, коренеплоди вивозять на бурякоприймальні пункти цукрових заводів.

ПАРАМЕТРІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

2.1 Обґрунтування і опис змін, внесених в конструкцію базової машини

У конструкції базової машини передбачено установку залежно від природно-виробничих умов дискового, вильчатого, вібраційного і типу диск-леміш викопуючих пристроїв. Метою даної роботи є розширення універсальності машини з точки зору можливості використання додаткового варіанту викопуючого пристрою з робочими органами ударно-імпульсного типу або використання його взамін викопуючого пристрою вильчатого типу, з яким запропонований викопуючий пристрій має схоже призначення.

Основними недоліками викопуючого пристрою вильчатого типу є його складність, висока трудомісткість виготовлення, висока металомісткість, з точки зору забезпечення якісних показників виконання технологічного процесу недоліком є значна засміченість потоку коренеплодів грудками гранту, особливо в посушливих умовах збирання буряків, з тієї причини, що викопуючі вилки при викопуванні коренеплодів в основному сколюють пласти ґрунту, недостатньо їх змільчують, що і є причиною появи грудок у потоці коренеплодів. Запропонована конструкція викопуючого пристрою розрахована для використання у природно-виробничих умовах аналогічно викопуючому пристрою вильчатого типу.

Суть змін – заміна вильчатих викопуючих органів – вилок і пальчастих коренезабірників на роторні копачі аналогічні копачам комбайна “Вікон”, в яких підкопування, розрихлення ґрунту, розхитування, викопування коренеплоду виконується чотирма лемешами, закріпленими у вигляді лап на маточинах, що закріплені на осях ланцюгового редуктора, при цьому їх осі встановлені під кутами аналогічно дискам дискового викопуючого органа. У просторі між лапами встановлені підпирні пружинні пальці, які піддержують коренеплоди при викопуванні, утворюючи робоче русло, по якому

піднімається коренеплід і транспортується на очисник. Завдяки використанню пружинних пальців забезпечується ефективна сепарація ґрунту.

Дослідами [19] встановлено, що найбільший ефект при викопуванні коренеплодів забезпечується при імпульсній дії робочих органів. Цей принцип – удар по імпульсній дії закладений у даній конструкції. Робоча частота обертання роторів вибрана аналогічно існуючим конструкціям - $n = 176$ об/хв. Діаметр розташування лап, а також кути розташування осей кріплення маточин роторних копачів вибираємо аналогічно існуючим робочим органам машини КС-6Б. Збільшення частоти обертів копачів забезпечує подачу коренеплодів на шнековий очисник без застосування бітерних лопатевих валів, що значно спрощує конструкцію, і дозволяє зменшити пошкодження коренеплодів. Для забезпечення необхідної глибини ходу робочих органів змінена конструкція кріплення гідроциліндра підйому викопуючого пристрою [19].

2.2 Розрахунок кінематичних параметрів трансмісії приводу роторних копачів

За основу при розробці викопуючого пристрою з робочими органами ударно-імпульсного типу прийнято викопуючий пристрій машини коренезбиральної КС-6Б-01, у якому взамін викопуючого органу, що складається з викопуючих активних вилок і роторних коренезабірників передбачено встановлення роторних активних копачів.

Для приводу копачів використано існуючий розподільчий редуктор, від якого за допомогою карданних передач, ланцюгової передачі на приводний вал роторних копачів і за допомогою наступної ланцюгової передачі, виконаної у вигляді ланцюгового редуктора, здійснено привід робочих роторних органів копача. Кількість обертів роторних робочих органів вибираємо, беручи за основу аналогічний бурякозбиральний голландський комбайн “Вікон” $n = 175$ об/хв.

Виходячи із заданих обертів робочих органів і обертів на вихідних валах розподільчого редуктора визначаємо кінематичні параметри ланцюгових передач. Для першої ланцюгової передачі від карданного вала до приводного вала копачів вибираємо ланцюгову передачу з параметрами зірочок $z_1^I = 32$, $z_2^I = 17$, передаточне число передачі

$$i = \frac{z_1^I}{z_2^I} = \frac{32}{17} = 1,88.$$

Тоді кількість обертів веденої зірочки

$$n_B = n_{BX} \cdot i = 272 \cdot 1,88 = 511 \text{ об/хв.}$$

Для другої передачі, враховуючи обмеження на габарити для ведучої зірочки приймаємо $z_1^{II} = 11$ і визначаємо кількість зубів веденої зірочки, враховуючи, що її частота повинна бути $n \approx 175 \text{ об/хв}$

$$z_2^{\text{вед}} = \frac{n_B \cdot z_1^{II}}{n_P} = \frac{511 \cdot 11}{175} = 32,12.$$

Приймаємо $z_2^{\text{вед}} = 32$ зуба і уточняємо оберти на валу роторного копача

$$n_P = \frac{n_B \cdot z_1^{II}}{z_2^{\text{вед}}} = \frac{511 \cdot 11}{32} = 175,6 \text{ об/хв.}$$

2.3 Розрахунок приводних ланцюгових передач

Для приводу роторних копачів застосовано дві ланцюгові передачі.

Перша передача – від карданного вала до приводного вала ланцюгового редуктора приводу роторних копачів, друга – ланцюгова передача вказаного ланцюгового редуктора.

Вихідні параметри для ланцюгових передач наведені у таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Вихідні дані для ланцюгових передач

Назва параметра	Величина	
	Перша передача	Друга передача
Кількість валів, W	2	2
Частота обертів ведучого вала, n , об/хв	270	511
Потужність на ведучих валах, N , кВт	4,8	4,2
Розрахунковий ресурс, T , год	1500	1500
Коефіцієнт динамічності (відношення максимального навантаження до номінальної) K_D	1,7	1,7
Умови експлуатації по запиленості	Запиленість повітря	Закритий редуктор

Розрахунок приводних роликів ланцюгових передач наведено у таблиці 2.2.

З розрахунку видно, що для ланцюга з кроком $t = 19,05$ мм заданий ресурс не гарантується $N_P < N_{19,05}$. Для другої передачі заданий ресурс

гарантується із значним запасом $\frac{N_{25,4}}{N_P} = \frac{24}{7,75} = 3,09$.

З умови уніфікації ланцюгів і зірочок ланцюгових передач вибираємо ланцюг з кроком $t = 25,4$ мм. Так, як для відкритих передач рекомендують швидкість ланцюга до 4 м/с, а для закритих 4-8 м/с, після вибору ланцюга уточнюємо його швидкість за формулою

$$V = \frac{z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 1000}, [31, \text{стор.15}].$$

Для першої передачі:

$$V = \frac{32 \cdot 25,4 \cdot 270}{60 \cdot 1000} = 3,6 \text{ м/с} < 4 \text{ м/с}.$$

Для другої передачі:

Таблиця 2.2 - Розрахунок приводних роликів ланцюгових передач

Розрахункові параметри	Розрахункова формула	Величина	
		Перша передача	Друга передача
1	2	3	4
Коефіцієнт корисної дії, η	[31, табл.1]	0,92	0,96
Потужність, що передається, N , кВт	N/η , [31, стор.10]	5,22	4,4
Коефіцієнт типу ланцюга для ланцюга типу ПР	[31,табл.3]	1	1
Коефіцієнт рядності C_P	[31, табл.2]	1	1
Коефіцієнт регулювання натягу ланцюга, C_H	[31, табл. 4]	1	1
Коефіцієнт валів, C_B	$C_B = 0,9^{W-2}$ [31, стор. 11]	1	1
Передаточне число передачі, i	i (з кінематичного розрахунку)	1,88	2,9
Число зубів ведучої зірочки, z	z (з кінематичного розрахунку)	32	11
Коефіцієнт впливу, C_H	[31, табл. 5]	0,8	0,86
Число зубів ведених зірочок	з кінематичного розрахунку	17	32
Граничне збільшення середнього кроку ланцюга, $\Delta t_{CEP}, \%$	ОСТ 23.2.54-82	3	3
Ресурс еталонного ланцюга, T_E , год	[31, табл. 6]	15000	15000
Коефіцієнт довговічності, C_D	$C_D = \sqrt[3]{T_E/T}$ [31, стор. 13]	2,2	2,2
Коефіцієнт мащення, C_C	[31, табл. 7]	0,3	0,3
Розрахункова потужність, N_P , кВт	$N_P = \frac{N}{C_P C_T C_H C_D C_H C_B C_C}$	9,16	7,75

Продовження табл.2.2

1	2	3	4
Таблична потужність, кВт Для першої передачі: ($t = 19,05 \text{ мм}$; $n = 270 \text{ хв}^{-1}$) ($t = 25,4 \text{ мм}$; $n = 270 \text{ хв}^{-1}$) Для другої передачі: ($t = 19,05 \text{ мм}$; $n = 511 \text{ хв}^{-1}$) ($t = 25,4 \text{ мм}$; $n = 511 \text{ хв}^{-1}$)	[31, табл. 8]	5,2 14,2	 7,6 24

$$V = \frac{11 \cdot 25,4 \cdot 511}{60 \cdot 1000} = 2,38 \text{ м/с} < 4 - 8 \text{ м/с}.$$

Так як умови з обмеження швидкостей виконано, остаточно приймаємо ланцюг ПР-25,4-6000 ГОСТ 13568-75.

2.4 Розрахунок ведучого вала ланцюгового редуктора приводу роторного копача на міцність

Вихідні дані для розрахунку. Схема вала зображена на рис.2.1. Крутний момент, що передається валом складається з суми моментів трьох копачів. Максимальний крутний момент на окремому валу приймаємо за граничним моментом запобіжної муфти, яка встановлена на даному валу. Момент передається ланцюговою передачею ланцюгового редуктора. $M_{1KP \max} = 80 \text{ Нм}$, частота обертання вала $n = 511 \text{ об/хв}$, кутова швидкість вала $\omega_1 = 53,5 \text{ рад/с}$.

Матеріал вала – сталь 45, нормалізована, $\sigma_{IIЧ} = 610 \text{ Н/мм}^2$, $\sigma_r = 360 \text{ Н/мм}^2$, число зубів зірочки $z = 11$, крок ланцюга $t = 25,4 \text{ мм}$, ширина маточини зірочки $L = 38 \text{ мм}$.

Розрахунок ведемо для вала першого копача зі сторони приводу. Так, як цим валом передається крутний момент для приводу трьох копачів, його

значення приймаємо за даними тензометрування $M_{KP} = 202 \text{ Нм}$.

Визначаємо зусилля на валу від дії ланцюгової передачі

$$P = K_B \cdot P_1 + 2P_0,$$

де K_B - коефіцієнт навантаження вала, $K_B = 1,05$ [14, табл.5.7];

$$P_1 - \text{окружне зусилля ланцюгової передачі, } P_1 = \frac{N \cdot 10^3}{V},$$

$V = 2,38 \text{ м/с}$ – з попереднього розрахунку;

N - потужність на валу,

$$N = w_1 \cdot M_{1KP \max} = 53,5 \cdot 80 \cdot 10^{-3} = 4,28 \text{ кВт};$$

тоді

$$P_1 = \frac{4,28 \cdot 10^3}{2,38} = 1798 \text{ Н};$$

P_0 - попередній натяг ланцюга від провисання веденої вітки ланцюга,

$$P_0 = k_f \cdot q \cdot a \cdot g,$$

тут k_f - для вертикальних передач, $k_f = 1$, [14, стор.94];

q - маса 1м ланцюга, $q = 2,6 \text{ кг/м}$;

a - міжцентрова відстань ланцюгової передачі, $a = 0,398 \text{ м}$;

g - прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Відповідно

$$P_0 = 1 \cdot 9,81 \cdot 2,6 \cdot 0,398 = 10,2 \text{ Н}.$$

Тоді

$$P = 1,05 \cdot 1798 + 10,2 = 1898 \text{ Н}.$$

Визначаємо опорні реакції

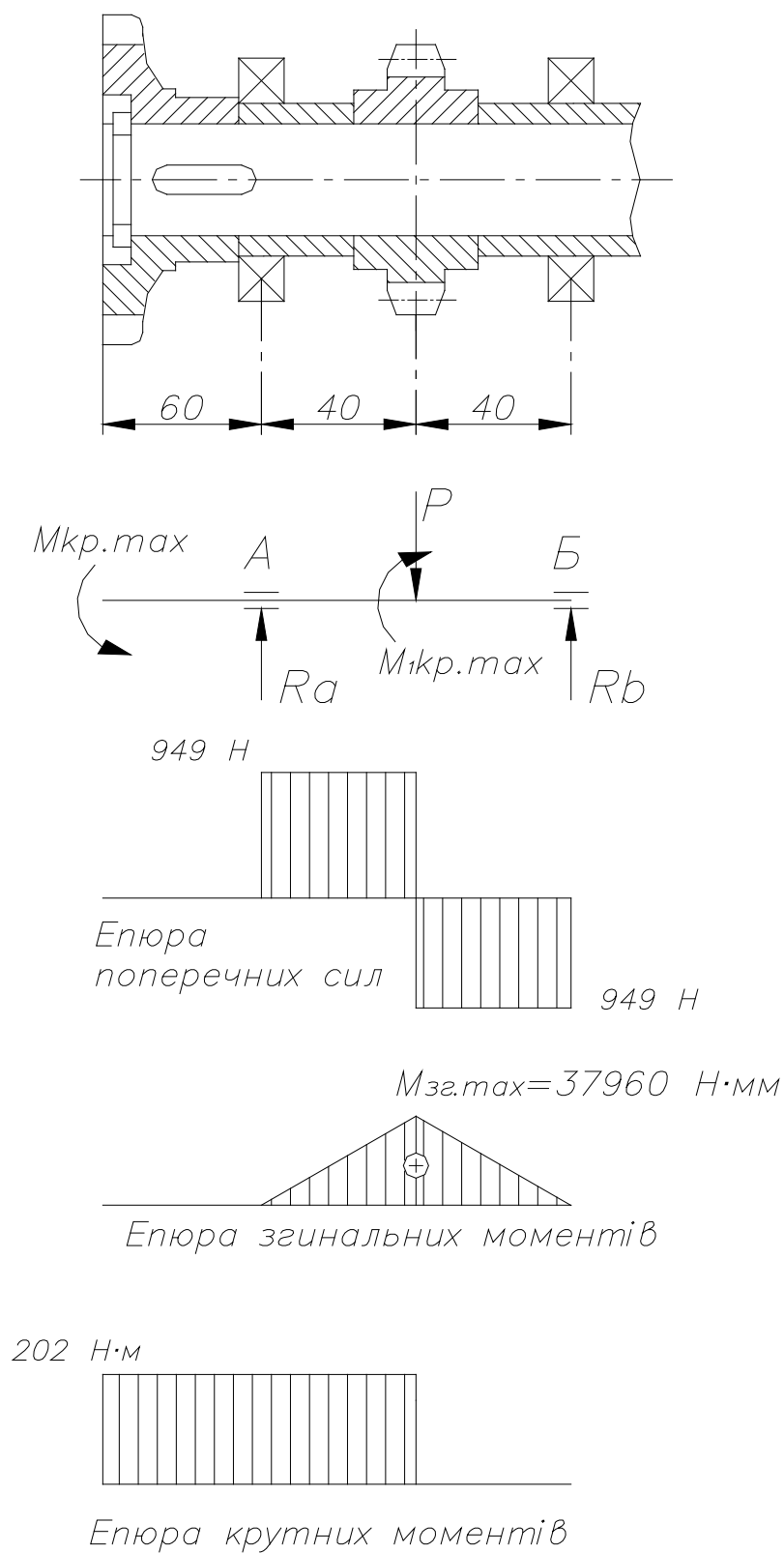


Рисунок 2.1 - Розрахункова схема і епюри моментів ведучого вала ланцюгового редуктора приводу роторного копача

$$\Sigma M_A = 0; \quad P \cdot 40 - R_B \cdot 80 = 0;$$

$$R_B = \frac{P \cdot 40}{80} = \frac{1898 \cdot 40}{80} = 949 \text{ Н};$$

$$\Sigma M_B = 0; \quad -P \cdot 40 + R_A \cdot 80 = 0;$$

$$R_A = \frac{P \cdot 40}{80} = \frac{1898 \cdot 40}{80} = 949 \text{ Н}.$$

Визначаємо згинальний момент

$$M_{3\Gamma \max} = R_A \cdot 40 = 949 \cdot 40 = 37\,960 \text{ Нмм}.$$

Еквівалентний момент за III теорією міцності

$$M_{EKB} = \sqrt{M_{3\Gamma \max}^2 + M_{KP}^2} = \sqrt{37\,960^2 + 202\,000^2} = 203\,076 \text{ Нмм}.$$

Діаметри вала під зірочкою [12, формула 13.19]

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{EKB}}{0,1[\sigma_{-1}]_{3\Gamma ИИУ}}} = \sqrt[3]{\frac{203\,076}{0,1 \cdot 50}} = 34,2 \text{ мм}.$$

Діаметр вихідного кінця вала [12, формула 13.16]

$$d_K = \sqrt[3]{\frac{M_{KP}}{0,2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{202\,000}{0,1 \cdot 30}} = 32,5 \text{ мм}.$$

Приймаємо діаметр вала $d = 35 \text{ мм}$.

Границі виносливості сталі 45 [12, формули 13.24, 13.26]:

- при згині

$$[\sigma_{-1}] \approx 0,43\sigma_{HЧ} = 0,43 \cdot 610 = 260 \text{ Нмм}^2;$$

- при крученні

$$\tau_{-1} \approx 0,58\sigma_{-1} = 0,58 \cdot 260 = 150 \text{ Н/мм}^2.$$

Нормальні напруження для перерізу під зірочкою [12, формула 13.27]

$$\sigma_{3\Gamma} = \frac{M_{3\Gamma}}{W} = \frac{37\,960}{4\,207} = 9,02 \text{ Н/мм}^2,$$

де W - момент інерції перерізу вала під зірочкою,

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 35^3}{32} = 4\,027 \text{ мм}^3.$$

Дотичні напруження нульового циклу для перерізу під зірочкою [12, формула 13.28]

$$\tau_m = \tau_T = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{M_{KP}}{2W_R},$$

де W_K - момент опору перерізу вала при крученні [12, табл. 13.2]

$$W_K = \frac{\pi \cdot d^3}{16} = \frac{3,14 \cdot 35^3}{16} = 8\,414 \text{ мм}^3.$$

Тоді

$$\tau_m = \frac{202\,000}{2 \cdot 8\,414} = 12 \text{ Н/мм}^2.$$

Масштабний фактор для вала $d = 35 \text{ мм}$ [12, табл. 13.3]:

$$\varepsilon_\sigma = 0,86; \quad \varepsilon_\tau = 0,74.$$

Коефіцієнти, що враховують вплив постійної складової циклу для середньо вуглецевих сталей [12, табл. 13.4]:

$$\psi_\sigma = 0,2; \quad \psi_\tau = 0,1; \quad \sigma_m = 0.$$

Ефективні коефіцієнти концентрації напружень $K_\sigma = 1$, $K_\tau = 1$.

Коефіцієнт запасу міцності по нормальних напруженнях [12, формула 13.22]

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \sigma_a + \psi_\sigma \sigma_m} = \frac{260}{\frac{1}{0,86} \cdot 26 + 0,2 \cdot 0} = 8,6.$$

Коефіцієнт запасу міцності по дотичних напруженнях [12, формула 13.23]

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_\tau + \psi_\tau \tau_m} = \frac{150}{\frac{1}{0,74} \cdot 12 + 0,1 \cdot 12} = 8,61.$$

Отже, міцність і жорсткість забезпечено.

2.5 Розрахунок підшипників ведучого вала редуктора приводу копачів

Перевіряємо придатність підшипника 209 ведучого вала редуктора, який працює з ударним навантаженням.

Частота обертів і кутова швидкість вала: $n_1 = 511 \text{ хв}^{-1}$; $\omega_1 = 53,5 \text{ с}^{-1}$.

Реакції в підшипниках рівні між собою $R = 949 \text{ Н}$ (з попереднього розрахунку). Осьову силу, що виникає із-зі перекосів при встановленні ланцюгових муфт прийmemo 20% від радіальної

$$F = 0,2R = 0,2 \cdot 949 = 190 \text{ Н}.$$

Задану довговічність підшипника приймаємо $L_h = 15\,000 \text{ год}$.

Характеристика підшипників: величини радіальної і осьової вантажопідйомності [14, табл. К27]

$$C_z = 32 \text{ кН}; \quad C_{O\check{C}} = 17,8 \text{ кН}.$$

Коефіцієнт обертання $V=1$, так як обертається внутрішнє кільце підшипника.

Коефіцієнт радіального навантаження для радіальних підшипників $X = 0,56$; [14, табл. 9.1].

Коефіцієнт безпеки $K_B = 1,3$; [14, табл. 9.4].

Температурний коефіцієнт $K_T = 1$; [14, табл. 9.5].

Визначаємо відношення

$$\frac{R_a}{VR} = \frac{190}{1 \cdot 949} = 0,2; \quad \text{тут } R_a = F;$$

$$\frac{R_a}{C_{O\check{C}}} = \frac{190}{17\,800} = 0,011.$$

Із [14, табл. 9.2] знаходимо коефіцієнт впливу осьового навантаження $e = 0,18$.

Коефіцієнт осьового навантаження $Y = 2,3$.

По співвідношенню $\frac{R_a}{VR} < e$ [14, табл. 9.1] вибираємо формулу і

визначаємо еквівалентну динамічне навантаження

$$R_E = V \cdot R \cdot K_B \cdot K_T = 1 \cdot 949 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1 = 1\,233 \text{ Н}.$$

Визначаємо динамічну вантажопідйомність

$$C_{\check{C}P} = \sqrt[3]{R_E \cdot 573 w_1 \cdot \frac{L_n}{10^6}} = 1233 \cdot \sqrt[3]{573 \cdot 53,5 \cdot \frac{15\,000}{10^6}} = 961 \text{ Н} < C_{\check{C}}.$$

Визначаємо довговічність підшипника:

$$L_{1oh} = \frac{10^6}{573 \cdot w_1} \cdot \left(\frac{C_q}{R_E} \right)^3 = \frac{10^6}{573 \cdot 53,5} \cdot \left(\frac{32 \cdot 10^6}{1233} \right)^3 = 570\,000 > L_h.$$

Підшипник відповідає вимогам довговічності і вантажопідйомності.

2.6 Розрахунок ланцюгової муфти з'єднання привідного вала з валом приводу роторних копачів

Визначаємо значення розрахункового крутного моменту M_p за формулою [20, стор.21]

$$M_p = \frac{9\,740 N \cdot K_E}{n},$$

де N - потужність на приводному валу горизонтального валу приводу коре-невикопуючих роторних органів, з попереднього розрахунку $N = 5,22$ кВт;

n - частота обертів вала, $n = 511 \text{ хв}^{-1}$;

K_E - коефіцієнт експлуатації,

$$K_E = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \text{ [20, стор.22].}$$

Враховуючи нерівномірне, з поштовхами навантаження, горизонтальне розташування з'єднаних валів, періодичне навантаження ланцюгової муфти, двозмінну роботу

$$K_1 = 1,3; \quad K_2 = 1; \quad K_3 = 1,25; \quad K_4 = 1,25,$$

коефіцієнт експлуатації

$$K_E = 1,3 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,25 = 2,03.$$

Тоді

$$M_p = 9740 \cdot \frac{5,22 \cdot 2,03}{511} = 202 \text{ Нм.}$$

З [20, табл.1] приймаємо ланцюгову муфту з кроком 25,4мм з числом зубів $z = 12$, ланцюг ПР 25,4-6000 згідно ГОСТ 13568-72, номінальний крутний момент муфти 250Нм.

Компенсуючі властивості муфти:

- кутове зміщення осей валів $[\beta]$ не більше 1° ;
- радіальне зміщення осей валів $[q]$ не більше 0,2мм.

Матеріал півмуфт – сталі з механічними властивостями не нижче Ст.45 за ГОСТ 1050-74. Твердість зубів і впадин півмуфт повинна бути у межах HRC 42-52.

При складанні муфти на зуби півмуфт і ланки ланцюга необхідно нанести консистентну змазку не нижче УС-1 за ГОСТ 1033-79.

2.7 Розрахунок зубчатого (шліцевого) з'єднання

Проводимо перевірочний розрахунок шліцевого з'єднання пальця і маточини приводу робочого виконуючого органу копача (рис.2.2).

Шліцеве з'єднання згідно ГОСТ 1139-58 з номінальними розмірами 6x26x30.

Вихідні дані для розрахунку:

Допустимий розрахунковий крутний момент (найбільший з довго діючих моментів) - $M_{KP} = 80 \text{ Нм.}$

Розрахункова частота обертів $n_{OB} = 171 \text{ хв}^{-1}$.

Матеріал робочих поверхонь – сталь 40Х, термообробка – покращення HRC28, змащування середнє, навантаження змінне, більшу частину часу робочий орган працює із середніми навантаженнями.

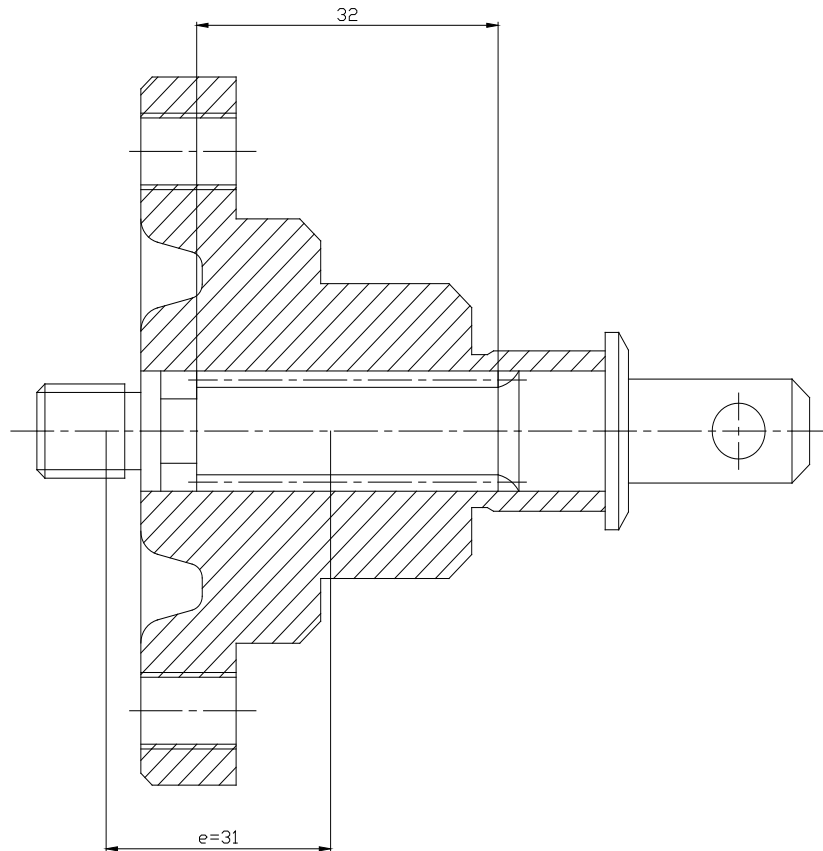


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема шліцевого з'єднання

Довжина шліцевого з'єднання $l = 32$ мм.

Так як у даному шліцевому з'єднанні передається тільки крутний момент, то згідно загальних положень [25] розрахунок навантажувальної здатності з'єднання ведеться з розрахунку на зминання.

Із [25, табл.2] визначаємо умовний сумарний статичний момент площі робочих поверхонь з'єднання відносно осі вала $S_F = 118$ $\text{мм}^3/\text{мм}$.

Середній діаметр шліцевого з'єднання $d = 28$ мм.

Розрахунок з'єднання на зминання проводимо за формулою

$$\sigma = \frac{M_{KP}}{S_F \cdot l} \leq [\sigma]_{3M},$$

$$\sigma = \frac{80 \cdot 1000}{118 \cdot 32} = 21,2 \text{ МПа},$$

тут $[\sigma]_{3M}$ – допустиме напруження на зминання,

$$[\sigma]_{3M} = \frac{\sigma_T}{n \cdot K_{3M} \cdot K_D}.$$

Для прийнятої у розрахунках сталі 40Х при вказаній термообробці приймаємо $\sigma_T = 55 \text{ МПа}$.

Коефіцієнт запасу міцності при розрахунку на зминання приймаємо $n = 1,4$; [25, табл.1].

Загальний коефіцієнт концентрації навантаження при розрахунку на зминання

$$K_{3M} = K_3 \cdot K_{PP} \cdot K_H.$$

Для з'єднання, навантаженого тільки крутним моментом, коефіцієнт нерівномірності розподілення навантаження між зубами $K_3 = 1$, [25, табл.3].

Коефіцієнт поздовжньої концентрації навантаження (на довжині з'єднання) $K_{PP} = K_{KP}$, тут K_{KP} - коефіцієнт концентрації навантаження від закручування вала. Залежно від відношення розмірів l і D шліцевого з'єднання $\frac{l}{D} = \frac{32}{30} = 1,06$; із [25, табл.3] $K_{KP} = 1,7$.

Коефіцієнт змінності навантаження при роботі здебільшого із середніми навантаженнями $K_H = 0,57$; [25, табл.5].

Тоді $K_{3M} = 1 \cdot 1,7 \cdot 0,57 = 0,97$.

Коефіцієнт динамічного навантаження [25, табл.1]

$$K_D = \frac{M_{KP \max}}{M_{KP}}.$$

Враховуючи режим роботи і відсутність реверсування приймаємо $K_D = 1,6$.

Тоді напруження на зминання

$$[\sigma]_{3M} = \frac{55}{1,4 \cdot 0,97 \cdot 1,6} = 25,3 \text{ МПа.}$$

З'єднання задовольняє умові міцності на зминання.

2.8 Розрахунок шпонкового з'єднання приводного вала і півмуфти ланцюгової муфти

Вихідні дані з попереднього розрахунку:

Діаметр вала $d = 35 \text{ мм}$.

Шпонка 10x8x36 – вибираємо конструктивно залежно від діаметру вала.

Максимальний крутний момент, що передається шпонковим з'єднанням

$$M_{KP} = 202 \text{ Нм.}$$

Допустиме напруження на зминання і зріз при сталевих з'єднаннях вала і маточини

$$[\sigma]_{3M} = 150 \text{ Н/мм}^2;$$

$$[\tau]_{3P} = 90 \text{ Н/мм}^2;$$

Умова міцності на зминання [12, формула 4.1]

$$\sigma_{3M} \approx \frac{4,4M_{KP}}{l_P \cdot d \cdot h} < [\sigma]_{3M},$$

$$\sigma_{3M} \approx \frac{4,4 \cdot 202 \cdot 10^3}{(36 - 10) \cdot 35 \cdot 8} = 122 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma]_{3M}.$$

Умова міцності на зріз [12, формула 4.2]

$$\tau_{3P} \approx \frac{2M_{KP}}{l_P \cdot d \cdot b} < [\tau]_{3P},$$

$$\tau_{3P} \approx \frac{2 \cdot 202 \cdot 10^3}{(36 - 10) \cdot 35 \cdot 10} = 44,3 \text{ Н/мм}^2 < [\tau]_{3P}.$$

Умови міцності шпонки на зріз і зминання забезпечені.

Отримані результати розрахунків використовуємо при проєктуванні вузлів і деталей удосконаленої коренезбиральної машини.

3 УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

3.1 Основні вимоги і організація збиральних робіт

Машини коренезбиральні самохідні призначено для збирання коренеплодів, із яких попередньо зрізано гичку, з одночасним навантаженням їх у транспортний засіб.

Машини коренезбиральні самохідні обов'язково оснащують автоматичною системою керування напрямком їх руху по міжряддях, системою автоматичного контролю за виконанням технологічного процесу, за обліком часу роботи та зібраної площі, за іншою інформацією з можливістю її перенесення в комп'ютерну мережу.

Робоча швидкість машин має бути не меншою 6,0 км/год, транспортна — близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу — не менше 1,62 га. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу — не менше 0,98, коефіцієнт використання змінного часу — не менше 0,75. Коренезбиральні машини повинні забезпечувати 98,5% збору коренеплодів. У купі зібраних коренеплодів домішок має бути не більше 8,0%, у тому числі рослинних решток — не більше 0,20%. Пошкоджених коренеплодів може бути не більше 10,0%, у тому числі сильно пошкоджених — не більше 5,0. Питомі витрати палива мають становити не більше 15,0 кг/га. Напрацювання на відмову повинно бути не менше 50 год основного часу, коефіцієнт готовності за оперативним часом — не менше 0,95. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов — не більше 0,06 люд·год/год. Середньозмінний оперативний час ТО - не більше 0,30 год. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО — не більше 0,06 люд·год/год. Питома конструкційна маса на виконанні технологічної операції — не більше 3300 кг/м $\pm$ 3%. Питома матеріаломісткість — не більше 8000 кг/га/год $\pm$ 3%. Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче

і навпаки — не більше 0,10 люд·год. Дорожній просвіт — не менше 300 мм. Коренезбиральні машини повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189–93 та ГОСТ 12.2.019–76, щоб їх міг обслуговувати один тракторист. Витрати праці мають становити не більше 0,80 люд·год/га за річного завантаження 160 годин. Термін експлуатації машин — 8 років. У машин повинен бути бункер, щоб можна було продовжувати збирання коренеплодів під час заміни транспортних засобів, вона має піддаватися переобладнанню для збирання маточних коренеплодів, у ній повинні просто замінятися робочі органи, проводитись ТО та ремонт.

За двофазного збирання, крім гичкозбиральної та бурякозбиральної машин, може додатково використовуватися третя окрема машина — доочищувач головок коренеплодів для додаткового інтенсивнішого очищення головок коренеплодів від решток гички та видалення рослинних решток із зони рядків або з усієї зони проходження гичкозбиральної машини до збирання коренеплодів коренезбиральною машиною. Доочищувачі головок коренеплодів повинні відповідати таким вимогам.

Робоча швидкість доочищувачів має бути не менше 6,0 км/год, транспортна — близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу - не менше 1,62 га. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу - не менше 0,98, коефіцієнт використання змінного часу - не менше 0,80. Маса гички з коренеплодами, що залишилися після доочищення, не повинна перевищувати 0,5%. Ступінь доочищення коренеплодів - не менше 30%. Кількість вибитих із рядків коренеплодів - не більше 0,1%. Питома витрата палива - не більше 8,0 кг/га. Напрацювання на відмову - не менше 60 год основного часу. Коефіцієнт готовності за оперативним часом - не менше 0,98. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов — не більше 0,04 люд·год/год. Середньозмінний оперативний час ТО — не більше 0,20 год. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО — не більше 0,04 люд·год/год. Питома конструкційна маса на виконанні технологічної операції — не більше 300 кг/м. Питома матеріаломісткість — не більше 620 кг/га/год. Оперативна

трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки — не більше 0,10 люд·год. Дорожній просвіт — не менше 300 мм. Очищувачі головок коренеплодів повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189–93, щоб їх міг обслуговувати один тракторист. Витрати праці не повинні перевищувати 0,77 люд·год/га за річного завантаження 160 год. Термін експлуатації машин — 8 років. Доочищувачі повинні обладнуватись автоматичною системою навішування на енергетичний засіб.

При перевалочному і поточно-перевалочному способі збирання в господарстві цукрові коренеплоди укладають в тимчасові кагати. Для підбирання коренеплодів із польових валків і буртів, для їх доочищення й навантаження в транспортні засоби використовують буряконавантажувачі, які повинні забезпечувати таку якість роботи.

Буряконавантажувачі оснащено автоматичною системою контролю за виконанням та керуванням технологічним процесом робочими органами, за обліком часу роботи та за іншою інформацією з її збереженням і можливістю перенесення в комп'ютерну мережу.

Робоча швидкість буряконавантажувачів має бути 0,05–0,74 км/год, транспортна — близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу — не менше 200 т. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу — не менше 0,98, коефіцієнт використання змінного часу — не менше 0,75. Буряконавантажувачі повинні забезпечувати 99,5% підбору коренеплодів. У купі зібраних коренеплодів домішок має бути не більше 5,0%, у тому числі рослинних решток — не більше 0,10%. Ступінь доочищення коренеплодів має бути не менша 35%. Пошкоджених коренеплодів може бути не більше 5,0%, у тому числі сильно пошкоджених — не більше 2,0%. Питомі витрати палива повинні становити не більше 0,090 кг/т. Напрацювання на відмову має бути не менше 60 годин основного часу, коефіцієнт готовності за оперативним часом — не менше 0,96. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов — не більше 0,06 люд·год/год. Середньозмінний оперативний час ТО — не більше 0,25 години. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО — не

більше 0,06 люд·год/год. Питома матеріаломісткість — не більше 60 кг/т/год. Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки — не більше 0,10 люд.год. Дорожній просвіт — не менше 300 мм. Буряконавантажувачі повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189–93, ГОСТ 12.2.019, їх має обслуговувати один тракторист. Витрати праці повинні становити не більше 0,01 люд·год/т за річного завантаження 160 годин. Термін експлуатації машин — 8 років. У буряконавантажувачів мають бути: проста заміна робочих органів, проведення ТО та ремонту.

В Україні монополюють використовують самохідні очищувачі-навантажувачі СПС-4,2А виробництва КВП “ДКЗ”.

Якість виконання технологічного процесу машинами для збирання цукрових буряків великою мірою залежить від стану полів, на яких їх вирощують, та погодно-кліматичних умов на час збирання. Машини для збирання цукрових буряків повинні забезпечувати приведені техніко-технологічні вимоги до якості виконання технологічного процесу на полях, які мають бути такими.

Поздовжній схил поверхні поля — не більше 8 градусів, а схил упоперек рядків — не більше 2 градусів. Максимальна вологість ґрунту на час збирання в горизонті 0–10 см на важких ґрунтах може бути близько 27%, на середніх — близько 23, а на легких — близько 20%. Твердість ґрунту — близько 2,0 МПа. Ширина основних міжрядь — 45 ± 3 см, стикових — 44–49 см. Біологічна урожайність гички — не менше 25 т/га, висота гички — 25–100 см. Стан гички — конус-розетка. Біологічна урожайність коренеплодів — 20–70 т/га. Діаметр коренеплодів — 5–18 см. Висота головок коренеплодів щодо поверхні ґрунту — від -4 до +8 см. Мінімальна відстань між краями коренеплодів у суміжних рядках — 16 см. Маса бур’янів на 1 м² — близько 0,05 кг. Кількість коренеплодів на 1 м рядка — 3–6 шт. Допустиме відхилення осі коренеплодів від теоретичної лінії рядка на довжині 10 м — не більше 10 см. Маса розкиданої гички на 1 м² — до 0,1 кг. Кількість необрізаної гички на коренеплодах після її зрізання — не більше 2,07%. Для підбирачів-

навантажувачів — кількість коренеплодів на 1 м довжини валка — 20–40 шт., ширина валка — до 1,0 м. Для буряконавантажувачів — ширина валка не більше 4,0 м, висота — не більше 2,0 метрів, у купі зібраних коренеплодів має бути не менше 85%, домішок — не більше 15%, у тому числі рослинних решток — не більше 1,0%.

3.2 Розрахунок технологічних показників роботи удосконаленої машини

При розрахунках за вихідні дані приймаємо:

- площа посівів цукрового буряку – $F = 300$ га;
- довжина гонів поля - $L = 2000$ м;
- урожайність коренеплодів – $Q_k = 350$ ц/га;
- урожайність гички – $Q_r = 150$ ц/га;
- середній кут нахилу поля - $\alpha = 2^\circ$;
- ширина міжрядь - $a = 450$ мм;
- відстань перевезення коренеплодів на приймальний пункт цукрового заводу – $l_{тр} = 3$ км;
- цукровий буряк посіяний сівалкою ССТ-12Б з шириною захвату $B_c = 5,4$ м.

За існуючою методикою [16] визначаємо, що радіус повороту агрегату становить $R = 4,1$ м. Ширину поворотної смуги визначаємо за рівнянням:

$$E = 3R + e, \quad (3.1)$$

де e – довжина виїзду агрегату з рядків – відстань, на яку необхідно вивести агрегат від контрольної лінії на поворотній смузі до початку повороту, щоб запобігти пошкодженню і втратам коренеплодів.

$$E = 3 \cdot 4,1 + 4,0 = 16,3 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги збирального агрегату повинна бути узгоджена з шириною поворотної смуги посівного агрегату. Для посівного агрегату (Т-70С + ССТ-12Б) ширина поворотної смуги визначається аналогічно і перевіряється умовою:

$$E_{\Pi} = \Pi \cdot B_{\Sigma}, \quad (3.2)$$

де Π – число проходів посівного агрегату при засіванні поворотної смуги.

$$E_{\Pi} = 3 \cdot 5,4 = 16,4 \text{ м}$$

Приймаємо ширину поворотної смуги по більшому значенню – $E = 16,4 \text{ м}$ і вона збирається при підготовці поля до збирання.

Робочу довжину поля визначаємо за рівнянням:

$$L_p = L - 2E \quad (3.3)$$

$$L_p = 2000 - 2 \cdot 16,4 = 1967,2 \text{ м.}$$

Довжина холостого ходу агрегату на повороті буде дорівнювати:

$$L_{x.x} = 6R + 2(0,5 \cdot e) \quad (3.4)$$

$$L_{x.x} = 6 \cdot 4,1 + 2 \cdot 0,5 \cdot 4,0 = 28,6 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів агрегату визначаємо за рівнянням:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_{x.x}} \quad (3.5)$$

$$\varphi = \frac{1967,2}{1967,2 + 28,6} = 0,99.$$

При подальших розрахунках приймаємо, що швидкість руху агрегату на поворотній смузі дорівнює робочій швидкості, тобто:

$$V_{x.x} = V_p \quad (3.6)$$

Коефіцієнт тривалості поворотів дорівнює:

$$\tau = \frac{1 - \varphi}{\varphi} \quad (3.7)$$

$$\tau = \frac{1 - 0,99}{0,99} = 0,01$$

При проведенні розрахунків приймаємо час зміни $T_{зм} = 7$ годин. Робочий час визначається з врахуванням наступних складових:

$$T_{\text{роб}} = \frac{T_{зм} - (T_{\text{ТЕХ}} + T_{\text{ТО}} + T_{\phi} + T_{\text{ОР}})}{1 + \tau}, \quad (3.8)$$

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

$T_{\text{тех}}$ – час, що витрачається на технологічне обслуговування, год;

$T_{\text{то}}$ – час, необхідний для виконання технічного обслуговування агрегату, год;

$T_{\text{ф}}$ – час на фізіологічні потреби механізатора, год;

$T_{\text{ор}}$ – час на організаційні питання, год.

$$T_{\text{роб}} = \frac{7 - (0,2 + 0,4 + 0,1 + 0,1)}{1 + 0,01} = 6,14 \text{ год.}$$

З врахуванням цих значень визначаємо коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{T_{\text{роб}}}{T_{\text{зм}}} \quad (3.9)$$

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{6,14}{7} = 0,88.$$

Тоді продуктивність за зміну удосконаленої коренезбиральної машини буде дорівнювати:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot T_{\text{зм}} \cdot V_p \cdot \tau_{\text{зм}} \quad (3.10)$$

де B_p – робоча ширина захвату коренезбиральної машини, м;

V_p – робоча швидкість руху машини, $V_p = 4,3$ км/год.

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 4,3 \cdot 0,88 \cdot 7 = 7,15 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність агрегату за годину визначається рівнянням:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau_{\text{зм}} \quad (3.11)$$

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 4,3 \cdot 0,88 = 1,02 \text{ га/год.}$$

Визначаємо питомі витрати палива при збиранні коренеплодів цукрових буряків удосконаленою коренезбиральною машиною КС-6Б:

$$q = \frac{G_p T_p + G_{\text{х.х}} T_{\text{х.х}} + G_0 T_0}{W_{\text{зм}}} \quad (3.12)$$

де G_p , $G_{\text{х.х}}$, G_0 – витрати палива відповідно на робочому, холостому ході і на зупинках;

$T_p, T_{x.x}, T_o$ – час роботи, холостих ходів і зупинок на протязі зміни.

При збиранні коренеплодів цукрових буряків згідно норм витрат [14] палива і режиму роботи агрегату приймаємо: $G_p = 12$ кг, $G_{x.x} = 5,1$ кг, $G_o = 2$ кг, $T_p = 6,14$ год, $T_{x.x} = 0,6$ год, $T_o = 0,3$ год. Тоді питомі витрати палива будуть дорівнювати:

$$q = \frac{12 \cdot 6,14 + 5,1 \cdot 0,6 + 2 \cdot 0,3}{7,15} = 10,81 \text{ кг/га.}$$

Час циклу роботи визначається за рівнянням:

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot L_p \cdot 60}{1000 \cdot V_p} + \frac{2 \cdot L_{x.x} \cdot 60}{1000 \cdot V_{x.x}} + t_{T.O} \quad (3.13)$$

де $t_{T.O}$ – час на технічне обслуговування машини за один цикл (час на технічне обслуговування за нормативами приймаємо $t_{T.O} = 6$ хв).

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 1967,2 \cdot 60}{1000 \cdot 4,3} + \frac{2 \cdot 28,6 \cdot 60}{1000 \cdot 4,3} + 6 = 61,7 \text{ хв.}$$

Кількість циклів за зміну визначається рівнянням:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - t_1}{t_{\text{ц}}} \quad (3.14)$$

де $t_1 = 35$ хв – час технічного обслуговування кожної зміни;

$T_{\text{зм}}$ – чистий час зміни ($T_{\text{зм}} = 420$ хв.)

$$n_{\text{ц}} = \frac{420 - 35}{61,7} = 6,2$$

Продуктивність агрегату за цикл буде дорівнювати:

$$W_{\text{ц}} = \frac{B_p \cdot 2L_p}{10000} \quad (3.15)$$

$$W_{\text{ц}} = \frac{2,7 \cdot 2 \cdot 1967,2}{10000} = 1,06 \text{ га/цикл.}$$

Витрати палива за цикл визначаються за рівнянням:

$$q_{\text{ц}} = q \cdot W_{\text{ц}} \quad (3.16)$$

$$q_{\text{ц}} = 12,47 \cdot 1,06 = \text{кг/цикл}$$

При середній урожайності коренеплодів цукрових буряків $Q_k = 350$ ц/га за годину змінного часу збирається:

$$Q_{\text{год}} = Q_k \cdot W_{\text{год}} \quad (3.17)$$

$$Q_{\text{год}} = 35,0 \cdot 1,02 = 35,7 \text{ т/год.}$$

Для транспортування коренеплодів на приймальний пункт цукрового заводу, який знаходиться на відстані 3 км від господарства при поточній технології збирання приймаємо автомобілі КаМАЗ вантажопідйомністю 8 т. Час завантаження такого автомобіля збиральною машиною буде дорівнювати:

$$t_3 = \frac{Q_a}{Q_{\text{год}}} \quad (3.18)$$

де Q_a – вантажопідйомність автомобіля.

$$t_3 = \frac{8}{35} = 0,23 \text{ год.}$$

Час транспортування коренеплодів до місця призначення і в зворотному напрямку буде дорівнювати:

$$t_{TP} = \frac{l_{TP}}{V_{TP}} + \frac{l_{TP}}{V_X} \quad (3.19)$$

де V_{TP} , V_X – швидкість руху автомобіля при завантаженому кузові і на холостому ходу в зворотному напрямку, км/год [16].

$$t_{TP} = \frac{3}{30} + \frac{3}{40} = 0,175 \text{ год.}$$

Час розвантаження автомобіля за нормативними даними становить $t_{\text{роз}} = 0,08$ год. Всього затрати часу на цикл транспортування дорівнюють:

$$t'_{TP} = t_3 + t_{TP} + t_{\text{роз}} \quad (3.20)$$

$$t'_{TP} = 0,23 + 0,175 + 0,08 = 0,485 \text{ год.}$$

Необхідна кількість транспорту для безперервного транспортування коренеплодів на приймальний пункт цукрового заводу дорівнює:

$$n_{TP} = \frac{t'_{TP}}{t_3} \quad (3.21)$$

$$n_{TP} = \frac{0,485}{0,23} = 2,4$$

Приймаємо 3 автомобілів КаМАЗ для транспортування коренеплодів за потоковою технологією збирання.

4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

4.1 Складання технологічної карти вирощування цукрових буряків

Технологічна карта включає такі основні блоки інформації: агрономічний блок, який містить назву операції, обсяг робіт, початок і тривалість робіт; технічне забезпечення операцій і нормативи на використання техніки; потреба в ресурсах: кількість технічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і нормозмін, палива і технологічних матеріалів; показники ефективності: затрати праці, прямі і приведені витрати [7].

Приклад заповнення технологічної карти покажемо на першій операції – лущення стерні.

Дата початку роботи та її тривалість обумовлюються агротехнікою вирощування цукрових буряків.

Коефіцієнт змінності $K_{зм}$ підраховуємо за формулою:

$$K_{зм} = \frac{T_{\partial}}{T_{зм}} \quad (4.1)$$

де T_{∂} – тривалість роботи агрегату за добу, год.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.;

Тривалість зміни становить 7 годин, а при роботі з отрутохімікатами – не більше 6 годин.

Тривалість робочого часу за добу встановлюють на основі прийнятого у господарстві робочого дня на даний період та з урахуванням операції, що виконується, тоді

$$K_{зм} = \frac{10,5}{7} = 1,5.$$

Для лущення стерні вибираємо такий склад машинно-тракторного агрегату – трактор Т-150К і лущильник дисковий ЛДГ-10.

Змінну норму виробітку і норму витрати палива на одиницю роботи визначаємо за [8]. Вони відповідно становлять $W_{зм} = 53,5$ га /зм та $g_{п} = 2,9$ л /га.

Норма витрати технологічних матеріалів визначається агротехнікою вирощування цукрових буряків. При луценні стерні технологічні матеріали не використовують.

Кількість механізаторів і допоміжних робітників, обслуговуючих агрегат, визначають в залежності від його складу і рекомендацій заводів-виробників машин. Для даної операції потрібно 1 механізатор.

Значення годинної еталонної продуктивності λ згідно [9] для трактора Т-150К становить 1,65 у.е.га /год.

Необхідну кількість агрегатів n_a визначаємо за формулою:

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} K_{зм} D_p}, \quad (4.2)$$

де Ω – обсяг робіт, га;

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

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

D_p – тривалість роботи, днів;

$$n_a = \frac{220}{53,5 \cdot 1,5 \cdot 5} = 0,55 \text{ агрегатів.}$$

Приймаємо 1 агрегат.

Кількість днів, протягом яких фактично буде виконана робота, підраховуємо за формулою

$$D_{\phi} = \frac{\Omega}{n_a \cdot W_{зм} \cdot K_{зм}} \quad (4.3)$$

$$D_{\phi} = \frac{220}{1 \cdot 53,5 \cdot 1,5} = 2,74 \text{ дні.}$$

Приймаємо три дні.

Кількість нормозмін, необхідних для виконання роботи, знаходимо за формулою:

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}}, \quad (4.4)$$

де $N_{зм}$ – кількість нормозмін.

$$N_{зм} = \frac{220}{53,5} = 4,1 \text{ нормозмін.}$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою:

$$n_{м} = m_{м} \cdot n_{а} \cdot K_{зм}, \quad (4.5)$$

де $m_{м}$ – кількість механізаторів, обслуговуючих агрегат.

$$n_{в} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ механізатор.}$$

Кількість палива, необхідного для виконання роботи визначаємо за формулою

$$G_n = \Omega \cdot g_n. \quad (4.6)$$

$$G_n = 220 \cdot 2,9 = 638 \text{ л.}$$

Затрати праці на виконання всього обсягу роботи підраховуємо за формулою:

$$З_n = (n_{м} + n_{д}) \cdot N_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (4.7)$$

$$З_n = (1 + 0) \cdot 4,1 \cdot 7 = 28,7 \text{ люд. год.}$$

Виробіток машинно-тракторного агрегату в умовних одиницях визначаємо за формулою:

$$\Omega_{у} = \lambda \cdot N_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (4.8)$$

де $\Omega_{у}$ – виробіток агрегату в умовних одиницях, у.е.га.

$$\Omega_{у} = 1,65 \cdot 4,1 \cdot 7 = 47,4 \text{ у.е.га.}$$

Всі отримані дані заносимо у відповідні їм колонки технологічної карти. Аналогічні розрахунки виконуємо для всіх технологічних операцій, необхідних для вирощування і збирання цукрових буряків. Отримані дані зводимо у технологічну карту.

4.2 Визначення потреби в техніці

Для виконання сільськогосподарських робіт, пов'язаних з вирощуванням і збиранням цукрових буряків необхідно мати певну кількість тракторів та сільськогосподарської техніки. Структурний та кількісний набір машин можна визначити методом побудови графіків завантаження тракторів і сільськогосподарських машин. Графіки будується на основі даних технологічної карти. При побудові графіків завантаження тракторів і сільськогосподарських машин записують загальні назви групи машин. В графу “Марка” у відповідності із загальною назвою групи машин. Графу “Строки використання машин” розбиваємо на шість граф, що відповідає кількості місяців, під час яких проводять операції, пов'язані з вирощуванням і збиранням цукрових буряків. Під графу місяця ділять на три частини, кожна з яких відповідає певній декаді місяця.

У відповідності з технологічною картою прямокутниками позначають роботу кожної із машин. Довжина основи прямокутника дорівнює кількості днів роботи, початок основи співпадає з початком роботи, а кінець – з кінцем. Для різновидності площа кожного прямокутника містить номер операції з технологічної карти, під час якої використовується та чи інша машина або агрегат. В результаті побудови графіку визначають набір машин для вирощування і збирання цукрових буряків у господарстві.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Для організації охорони праці в господарстві слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542) [22].

5.1 Основні правила з техніки безпеки

Під час експлуатації удосконаленої коренезбиральної машини необхідно виконувати всі вимоги безпеки, вказані в “Правилах техніки безпеки при роботі на тракторах, сільськогосподарських і спеціалізованих машинах”.

Для безпечної роботи на машині необхідно:

1. Не допускати до роботи осіб без посвідчення тракториста-машиніста і прав на управління збиральною машиною і які не пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що повинен бути зроблений відповідний запис в реєстраційному журналі.

2. Під час руху машини тракторист-машиніст повинен знаходитися на сидінні в кабіні трактора. Стороннім особам категорично забороняється знаходитися на машині, яка працює, а також в безпосередній близькості від неї.

3. Забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів і робочих органів машини при працюючому двигуні. Всі види регулювань і технічного обслуговування виконуються тільки після повної зупинки машини і заглушеному двигуну трактора.

4. Забороняється проводити будь-які роботи під машиною, якщо під її колеса не поставлені гальмівні башмаки. Забороняється проводити будь-які роботи під копачем, який знаходиться в транспортному положенні. Для проведення таких робіт необхідно зафіксувати копач механічним фіксатором,

а в місцях піддомкращення поставити спеціальні підставки, під колеса – гальмівні башмаки. При піддомкращуванні машини в випадку слабкого ґрунту під домкрат необхідно підставити міцну дошку, але ні в якому випадку не підкладку з крихкого матеріалу. Всі огороження повинні бути закріплені деталями, які передбачені конструкцією машини.

Особливу увагу слід звернути на наступне: задня площадка повинна бути закріплена двома болтами. Місця встановлення домкрата і опор для піднімання різних частин машини вказані на машині. Необхідно своєчасно усувати несправності домкрата.

5. Перед включенням двигуна приводу машини і важеля коробки передач для переміщення машини необхідно обов'язково подати тривалий звуковий сигнал.

6. Після подання сигналу перевірити можливість руху машини і роботи її механізмів і, впевневшись, що це нікому не загрожує, провести запуск двигуна або включити привід машини.

7. Необхідно дотримуватися особливої уваги і не знаходитися поблизу неогороджених робочих органів і деталей, які обертаються. Не розпочинати роботу при знятих огороженнях.

8. Забороняється робота машини при ослабленому кріпленні вузлів та агрегатів.

9. Забороняється чіпати руками робочі органи збиральної машини під час роботи.

10. Необхідно систематично перевіряти надійність роботи гальма і рульового управління.

11. Не допускати роботу з несправним інструментом.

12. В кабіні трактора необхідно мати аптечку і слідкувати за її поповненням необхідними медикаментами.

13. Забороняється працювати в незручній одежі з рукавами і лавами, які розвіваються.

14. Забороняється перевезення будь-яких вантажів на машині.

15. Максимально допустимий схил під час руху машини не повинен перевищувати 15°. При цьому швидкість руху повинна бути не більше 3 – 4 км/год.

16. При поворотах і розворотах швидкість руху машини необхідно зменшувати до 3 – 4 км/год.

17. Після зупинки машини необхідно обов'язково перевести важіль коробки передач в нейтральне положення і виключити вал відбору потужності трактора.

18. Забороняється робота машини в нічний час без електричного освітлення.

19. Транспорт, швидкість руху якого дорівнює або перевищує швидкість руху машини, обганяти забороняється, а з наступом темноти обгін будь-якого транспорту, який рухається, заборонено.

20. Перегін машини по дорогах загального користування необхідно проводити в відповідності з Правилами дорожнього руху.

21. Необхідно періодично оновлювати знаки безпеки, які нанесені на машині.

22. При відсутності тракториста-машиніста в кабіні машини необхідно використовувати стояночні гальма трактора. Для цього заблоковані педалі гальма витиснути в крайнє нижнє положення і поставити на защіпку гірського гальма.

23. При підготовці трактора і встановленні його на коренезбиральну частину машини необхідно:

а). Установку трактора на машину виконувати краном вантажопід'ємністю не менше 3 т з застосуванням спеціальних захватів.

б). Перед зняттям з трактора ведучих коліс і переднього мосту необхідно встановити його на спеціальні підставки.

в). Категорично забороняється знаходитися під стрілою або трактором в період монтажу-демонтажу останнього на машину.

г). Забороняється проводити монтаж і демонтаж вузлів і деталей трактора, піднятих краном.

24. При виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт необхідно:

а) Керуватися правилами будови і безпечної експлуатації вантажопідійомних кранів, які затверджені відповідними Комітетами і організаціями.

б). Стропування машини проводити тільки за спеціальні кронштейни, які приварені до повздовжніх лонжеронів рами.

в). Для підймання машини в зборі використовувати кран вантажопідійомністю не менше 8 т.

г). При використанні апарелі рух дозволяється тільки на самій низькій передачі вперед або назад (1-а передача з редуктором).

25. При буксируванні машини з несправним трактором необхідно обов'язково виключити передачу коробки швидкостей.

5.2 Основні правила пожежної безпеки

1. Необхідно постійно слідкувати за технічним станом збиральної машини.

2. Забороняється підносити до паливного бака полум'я, а також палити під час заправки паливом. Після заправки бак необхідно насухо протерти.

3. Не допускати протікання з системи живлення, змащення і гідросистеми трактора і збиральної машини.

4. В випадку загорання палива користуватися вогнегасником або засипати полум'я землею, піском або накрити войлоком, брезентом. Категорично забороняється заливати паливо, яке горить, водою.

5. В нічний час в випадку виходу із строю електропроводки необхідно користуватися вогнебезпечними ліхтарями.

6. Щодня необхідно перевіряти справність електропроводки і не допускати її забруднення мастилами і пилом. Несправність може призвести до

замикання проводів і їх загорання.

7. Місця стоянки і зберігання машин необхідно забезпечити протипожежними засобами, узгодженими з пожежною інспекцією.

5.3 Захист від вібрацій

Коливання твердих тіл, які сприймає людина через шкірний покрив, кістки та м'яку тканину, оцінюють як струс або вібрації. Вібрація генерується ручним електрифікованим інструментом, різними машинами, обладнанням транспортом.

Крім цього, вібрація в багатьох випадках використовується для інтенсифікації виробничих процесів, наприклад, зменшення опору ґрунтообробних машин, збільшення продуктивності і покращення якості роботи зерноочисних машин і т.д.

В зв'язку з цим вібрацію поділяють на транспортну, транспортно-технологічну і технологічну. Транспортна вібрація виникає в результаті руху машини по місцевості, агрофонах та дорогах. Якщо одночасно з рухом машина виконує технологічний процес, наприклад комбайновий збір урожаю, то на ній генерується транспортно-технологічна вібрація. Технологічна вібрація генерується при роботі стаціонарних машин, при цьому вона може передаватись на робочі місця, які не мають джерела вібрації.

До людини вібрація передається в момент контакту з вібруючим об'єктом. Якщо дії вібрації піддаються руки, то її називають локальною, якщо весь організм – загальною. Тривала дія загальної вібрації на організм людини приводить до спазму периферичних судин.

Збільшення інтенсивності і тривалості вібрацій в ряді випадків призводить до розвитку професійної патології – вібраційної хвороби. Частіше усього до цієї хвороби призводить локальна вібрація.

В умовах сучасного сільського господарства джерелом вібрації являються перш за все мобільні сільськогосподарські агрегати, різноманітне стаціонарне обладнання ферм і ремонтних майстерень, а також ручні

механізовані електрифіковані інструменти.

Таким чином, вібрація, діюча на організм людини, являється одним із неприємних факторів.

Для систематичного і планомірного виконання робіт по захисту працюючих від шкідливої дії вібрації розроблені і затверджені стандарти як на допустимі параметри вібрації, так і на методи розрахунку віброізоляції робочого місця операторів.

Основними характеристиками вібрації являються: переміщення $y = \varphi(t)$, швидкість $V = \psi(t)$ і прискорення $\omega = j(t)$. Між вказаними функціями є відома взаємозалежність:

$$j(t) = \frac{d\psi}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (5.1)$$

Вирази $\varphi(t)$, $\psi(t)$ і $j(t)$ повністю описують коливний процес. Однак фактична закономірність процесу коливань об'єктів, передаючих вібрацію до тіла людини, настільки складна, що вказані функції можна використовувати лише для загального опису вібрації. Вихід із вказаного становища підказує практика. За звичай, переміщення швидкість і прискорення постійно змінюються в граничному інтервалі. Наприклад, двигун трактора генерує частоту коливань, яка відповідає його обертам, а острів трактора передає коливання трактористу, відповідаючи частоті розміщення гребнем орання при поперечному боронуванні або борізді, які залишає культиватор перед поперечною культивацією. В силу цього вібрацію в більшості випадків можна характеризувати усередненою величиною одного з параметрів за визначений проміжок часу. В якості усередненої величини частіше беруть її середньоквадратичне значення, тобто усереднене значення визначають по формулі:

$$V_{ск} = \psi(t) = \sqrt{\frac{1}{T} \int_t^{t+T} \psi^2(t) dt} \quad (5.2)$$

де T – період коливань, зв'язаний з частотою коливань залежністю:

$$\omega = \frac{1}{T} \quad (5.3)$$

Середнє значення швидкості $V_{ск}$, прискорення $\omega_{ск}$ і переміщення $\varphi_{ск}$ дають лише загальну характеристику вібрації. Для детального описання коливного процесу весь спектр його частот розділяють на смуги і в границях кожної смуги нормують середньоквадратичні величини параметрів вібрації.

Оскільки діапазон зміни параметрів вібрації від порогових значень, при яких вона не небезпечна, до дійсних – великий, то краще вимірювати не дійсні значення цих параметрів, а логарифм відношень дійсних значень до порогових. Таку величину називають логарифмічним рівнем, параметра, а одиницю її виміру – децибелом (дБ).

Так логарифмічний рівень віброшвидкості L_V (дБ) визначають по формулі:

$$L_V = 20 \cdot \lg \frac{V_{ск}}{5 \cdot 10^{-8}} \quad (5.4)$$

де $V_{ск}$ – дійсна величина віброшвидкості, м/с;

$5 \cdot 10^{-8}$ – порогова величина віброшвидкості, м/с.

Різні частоти вібрації по різному по різному діють на організм людини. Для людини, яка стоїть на віброуючій поверхні, мають два резонансних піки і на частотах 5–12 Гц і 17–25 Гц, а для сидячого – на частотах 4–6 Гц. Для голови резонансні частоти лежать в області 20–30 Гц. З врахуванням цих особливостей і розроблені норми допустимих параметрів вібрації, при чому допустимі параметри транспортної вібрації в горизонтальній та вертикальній площинах різні.

Найбільше допустиме середньоквадратичне значення віброшвидкості – 0,2 м/с і її логарифмічного рівня – 132 дБ встановлено ДСТУ 12.1.012-98 для загальної вертикальної транспортної вібрації при середньгеометричній точності 1 Гц.

Більш жорсткі вимоги до зменшення загальної вібрації встановлені для конторських приміщень, конструкторських бюро, медичних закладів і

робочих кімнат. Тут на середньгеометричній частоті 63 Гц середньоквадратичне значення віброшвидкості не повинно перевищувати $28 \cdot 10^{-5}$ м/с, а її логарифмічний рівень – 75 дБ.

Локальна вібрація найбільші обмеження має на середньогеометричній частоті 1000 Гц, де середньоквадратичне значення її швидкості рівне 0,65 м/с, а логарифмічного рівня віброшвидкості – 102 дБ.

Джерелами виникнення вібрації являються пристрої в яких появляються сили R_k , вимушуючи коливання. Це як правило сили, діючі в зазорах спряжених деталей. Закономірність їх зміни та величина залежать від характеру навантаження, прикладеного до робочих органів, від виду руху елементів системи (обертотий чи зворотно-поступальний), від ретельності балансування деталей, які обертаються, і від величини зазорів в спряженні.

Із цього витікають і методи боротьби з вібрацією в джерелі її виникнення. Потрібно добиватися рівномірності навантаження, діючого на робочі органи, замінити, де можливо кривошипні механізми на рівномірно обертаючі ся. Найбільше ефективні у цьому випадку механізми з гідроприводом.

Ефективними методами боротьби з вібрацією в джерелі її утворення являється підвищення класу точності обробки і чистоти поверхні спряжених деталей.

Вібрація насосів, вентиляторів, компресорів, двигунів виникає частіше за все із-за недостатньої зрівноваженості елементів, які обертаються. Погане кріплення деталей у таких машин, а також їх зношення у процесі експлуатації різко збільшує вібрацію.

Редуктори з глобоїдним, шевронним, двохшевронним і конхотдальним зачепленням шестерень вібрують значно менше, ніж редуктори з прямозубими шестернями.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані в господарстві при проведенні інструктажів і підвищенні рівня безпеки і охорони здоров'я працівників при вирощуванні цукрових буряків.

6 РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЄКТУ

При визначенні ефективності розробок за базовий агрегат приймаємо коренезбиральну машину КС-6Б, яка є в господарстві.

Вихідні дані для визначення економічних показників проекту представлені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Вихідні дані для розрахунку економічних показників

Назва показників	Базова машина КС-6Б	Модернізована
1. Продуктивність, га/год.	1,0	1,46
2. Питомі витрати палива, кг/га	14,85	10,72
3. Вартість машини, грн..	495000	519000
4. Ширина захвату, м	2,7	2,7
5. Кількість збираємих рядків, шт.	6	6
6. Кількість обслуговуючого персоналу	1	1

Затрати праці на збиранні цукрових коренеплодів визначаються за формулою:

$$H = \frac{m}{W_{\text{год}}}, \quad (6.1)$$

де: m – кількість обслуговуючого персоналу;

$W_{\text{год}}$ - продуктивність машини за годину, га/год.

При збиранні цукрових буряків базовою машиною затрати праці становлять:

$$H_6 = \frac{1}{1,0} = 1,0 \text{ люд.год./га.}$$

При збиранні коренеплодів модернізованою машиною затрати праці будуть становити:

$$H_M = \frac{1}{1,46} = 0,68 \text{ люд.год/га.}$$

Зниження затрат праці при використанні модернізованої машини будуть становити:

$$H_3 = H_6 - H_M = 1,0 - 0,68 = 0,32 \text{ люд.год./га.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при збиранні врожаю цукрових буряків розраховуються за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{ПММ}}, \quad (6.2)$$

де C_o – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

C_p – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

$C_{\text{ПММ}}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

Оплата праці механізатору, який працює на збиральному агрегаті, нараховується за тарифною сіткою за норму виконаної роботи. Оплату праці механізаторам здійснюють по 6-му розряду тарифної сітки. З врахуванням підвищення мінімальної зарплати до 8000 грн., вона становить 348 грн. за виконану норму виробітку. За 1 га зібраної площі оплата праці становить:

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{\#M}}, \quad (6.3)$$

де C_T – оплата праці за тарифною сіткою, грн./зм.;

$W_{\text{зм}}$ – продуктивність агрегату за зміну, га/зм.

Для механізатора, який працює на базовій машині, оплата праці за 1 га зібраної площі буде становити:

$$C_{OM}^1 = \frac{348}{7,0} = 49,7 \text{ грн./га}$$

Крім того в господарстві проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт, що становить 24,8 грн./га; 12 % - за інтенсивність робіт, що становить 6,0 грн./га. І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{\text{ом}}^{\text{н}} = 49,7 + 24,8 + 24,8 + 6,0 = 105,4 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на агрегаті з розробленою вдосконаленою коренезбиральною машиною, оплата праці за 1 га зібраної площі буде становити:

$$C_{\text{об}}^1 = \frac{348}{10,22} = 34,1 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно крім цього проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт (становить 17,0 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (становить 4,1 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{\text{об}}^{\text{н}} = 34,1 + 17,0 + 17,0 + 4,1 = 72,3 \text{ грн./га}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм на відрахування від загальної вартості машини за формулою:

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3M}}, \quad (6.4)$$

де Ц – ціна машини, грн.;

Д – кількість днів роботи в рік;

К – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для коренезбиральної машини становить 15 % [16]. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$C_{aб} = \frac{495000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 7,0} = 196,4 \text{ грн./га}$$

Амортизаційні відрахування на вдосконалену коренезбиральну машину будуть становити:

$$C_{aм} = \frac{519000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 10,22} = 141,1 \text{ грн./га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування агрегату також визначається за нормативами, які становлять 15 % в рік від вартості машини. Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{Ц \cdot \beta}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3M}}, \quad (6.5)$$

де β - норма річних відрахувань на ремонт і технічне обслуговування, %.

Для базової машини затрати на ремонт і технічне обслуговування машини будуть дорівнювати:

$$C_{p.б} = \frac{495000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 7,0} = 196,4 \text{ грн./га.}$$

Для вдосконаленої коренезбиральної машини затрати на ремонт і технічне обслуговування будуть становити:

$$C_{p.м} = \frac{519000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 10,22} = 141,1 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{пмм} = Ц_{п} \cdot G_{га} \quad (6.6)$$

де $Ц_{п}$ – комплексна ціна 1 кг палива;

$g_{га}$ – витрати палива на 1 га.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали і диференціюється в залежності від марки двигуна і машини, а також зони застосування. Приймаємо слідує норми витрат мастильних матеріалів і пускового бензину в % до основного палива [15]:

- моторне масло – 11,7 %;
- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустриальне масло – 0,64 %;
- консерваційні мастила – 0,47 %.

На сьогодні вартість на паливо і мастильні матеріали залежить від цінової політики ринку, величини оптових закупок, постачальника і т. ін. Для

розрахунків приймаємо комплексну ціну 1 кг палива в розмірі 56,1 грн./кг. Тоді затрати на паливо і мастильні матеріали для базової машини становлять:

$$C_{\text{ПММ}}^6 = 56,1 \cdot 14,85 = 833,1 \text{ грн./га.}$$

При роботі агрегату з удосконаленою коренезбиральною машиною затрати на ПММ будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}}^M = 56,1 \cdot 10,72 = 601,4 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_6 = 105,4 + 196,4 + 196,4 + 833,1 = 1331,3 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі агрегату з удосконаленою машиною будуть становити:

$$C_M = 72,3 + 141,1 + 141,1 + 601,4 = 955,9 \text{ грн./га.}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні розробленої машини в виробництво в порівнянні з базовим об'єктом буде становити:

$$E = C_6 - C_M = 1331,3 - 955,9 = 375,4 \text{ грн./га.} \quad (6.7)$$

В відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_B = \frac{375,4 \cdot 100}{1331,3} = 28,2 \text{ \%}.$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 100 га буде становити:

$$E_p = 375,4 \cdot 100 = 37540 \text{ грн.}$$

Окупність затрат на удосконалення збиральної машини визначаються за формулою:

$$E_o = \frac{C_M}{E_p} \quad (6.8)$$

$$E_o = \frac{24000}{37540} = 0,64 \text{ роки.}$$

Таблиця 6.2 - Основні техніко-економічні показники проєкту

Показники	Базова машина	Модернізована
1. Продуктивність, га/год.	1,0	1,39
2. Питомі витрати палива, кг/га	14,85	10,72
3. Затрати праці, люд.год./га	1,0	0,68
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	1331,3	955,9
в т.ч. — оплата праці з нарахуваннями	105,4	72,3
- амортизаційні відрахування	196,4	141,1
- затрати на ремонт і ТО	196,4	141,1
- затрати на ПММ	833,1	601,4
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	375,4
6. Річний економічний ефект, грн.	-	37540
7. Строк окупності затрат, років	-	0,64

Основні техніко-економічні показники, розраховані в проєкті, приведені в таблиці 6.2.

Проведені розрахунки показали економічну доцільність розробок і впровадження їх у виробництво.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Більшість малих та середніх сільськогосподарських підприємств, потребують впровадження нових технологій вирощування сільськогосподарських культур. Ці технології, перш за все, передбачають впровадження сучасної, удосконаленої техніки, яка дає можливість підвищити продуктивність, якість і зменшити собівартість продукції.

2. Процес збирання цукрових буряків найбільш затратний в технології вирощування. Удосконалена технологія, запропонована в даній роботі, дає можливість зменшити ці затрати, підвищити якість збиральних робіт, зменшити втрати врожаю.

3. Розроблено викопуючий пристрій, який є альтернативний до існуючого дискового копача серійної коренезбиральної машини. Він дозволяє одночасно з викопуванням коренеплодів проводити очистку вороху від ґрунту і рослинних домішок, що дозволяє підвищити якість вороху коренеплодів без додаткового очищення.

4. Проведено розрахунки основних елементів викопуючого пристрою. Зроблено технологічні розрахунки збирання цукрових коренеплодів з використанням розроблених копачів у відповідності з агротехнічними вимогами.

5. Розроблено заходи з питань охорони праці, які можуть бути використані перед початком збиральних робіт при проведенні інструктажів на робочому місці. Визначено економічний ефект на рік від модернізованого пристрою, який складає 37540 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Цукровий буряк // Енциклопедія сільського господарства. – К., 2005. – 487 с.
2. Аграріям не варто в умовах війни шукати спасіння у вирощуванні цукрових буряків – думка. 30.06.2024 р. // <https://latifundist.com/novosti/61970-agrariyam-ne-varto-v-umovah-vijni-shukati-spasinnya-u-viroshchuvanni-tsukrovih-buryakiv--dumka>.
3. Маковей Ю. Як виростити та скільки можна заробити на цукровому буряку — дайджест. 25.01.2024 // <https://kurkul.com/spetsproekty/1543-yak-virostiti-ta-skilki-mojna-zarobiti-na-tsukrovomu-buryaku—daydjest>.
4. Вирощування цукрових буряків може стати альтернативою в сезоні-2023 — Чайківський// <https://superagronom.com/news/16275-viroschuvannya-tsukrovih-buryakiv-moje-stati-alternativoyu-v-sezoni-2023--chaykivskiy>.
5. Челапко Н. Цукровий буряк 2022. Посівні площі. Переробні потужності. Залишки й експорт//<https://latifundist.com/spetsproekt/964-tsukrovij-buryak-2022-posivni-ploshchi-pererobni-potuzhnosti-zalishki-j-eksport>.
6. Потаєва О. В умовах воєнного часу цукровий буряк набуває економічної доцільності для аграріїв. – 28.04.2022.// <https://agrotimes.ua/agromarket/v-umovah-voyennogo-chasu-czukrovyj-buryak-nabuvaye-ekonomichnoyi-doczilnosti-dlya-agrariyiv/>.
7. Бондар В. Про прибутковість вирощування цукрових буряків// Агробізнес сьогодні. - № 4 (203), лютий 2011. – с. 9-13.
8. Пиркін В.І. Перспективи ефективного розвитку галузі буряківництва на Україні// Цукрові буряки. - №3-4, 2008. с. 9 – 11.
9. Українська інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків// За ред.. О.М.Ткаченка, М.В.Роїка – Київ: «Академпрес», 1998. – 240 с.
10. Чубко О. Цукрові буряки по осені рахують// Агросектор. - №7-8 (21-22), 2007. – с. 26-28.

11. Карабиньош С., Новицький А., Сиволапов А. Бурякозбиральні машини та їх характеристики// Пропозиція. – № 11, 2011. с. 135-141.
12. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г.Войтюк, Л.В.Аніскевич, В.В.Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г.Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
13. Кобець А.С., Іщенко Т.Д, Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
14. Українська інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків// За ред.. О.М.Ткаченка, М.В.Роїка – Київ: «Академпрес», 1998. – 240 с.
15. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
16. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза та ін. – Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
17. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
18. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.
19. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.
20. Отченаш В.А. Ефективність вирощування цукрових буряків та цукру в Україні// Ефективна економіка. - №11, 2012.

21. Бондар В. Про прибутковість вирощування цукрових буряків// Агробізнес сьогодні. - №4 (203), лютий 2011.

22. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.