

**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 з обґрунтуванням конструкції копача
збиральної машини**

Виконав: студент факультету за спеціальністю
208 «Агроінженерія»

_____ Петренко Іван Сергійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро, 2023

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)

АНОТАЦІЯ

Петренко І.С. Удосконалення технології вирощування буряків цукрових з обґрунтуванням конструкції копача збиральної машини/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація рослинництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2023. – 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 патентний і літературний аналіз 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 37300 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року її використання.

Ключові слова: буряк цукровий, коренеплоди, технологія, збиральна машина, 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 ПАТЕНТНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ.	19
3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОПАЧА.	28
4 РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО КОПАЧА.	31
4.1 Кінематичний аналіз дискового викопуючого пристрою.	31
4.2 Кінематичний аналіз дискового викопуючого пристрою.	33
4.3 Силовий аналіз викопуючого пристрою.	33
4.4 Розрахунок валу приводу дискових копачів.	35
4.5 Розрахунок зубчастого зачеплення приводу диска.	36
4.6 Розрахунок ланцюгової передачі приводу дискового копача.	43
4.7 Розрахунок ланцюгової передачі приводу подаючих бітерів.	45
5 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.	48
5.1 Складання технологічної карти вирощування цукрових буряків.	48
5.2 Визначення потреби в техніці.	51
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	52
6.1 Основні правила з техніки безпеки.	52
6.2 Основні правила пожежної безпеки.	55
6.3 Захист від вібрацій.	56
7 РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЄКТУ.	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	67
Д О Д А Т К И.	70

ВСТУП

За останні роки 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.

У 2010 р цукровим буряком в Україні було засіяно 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].

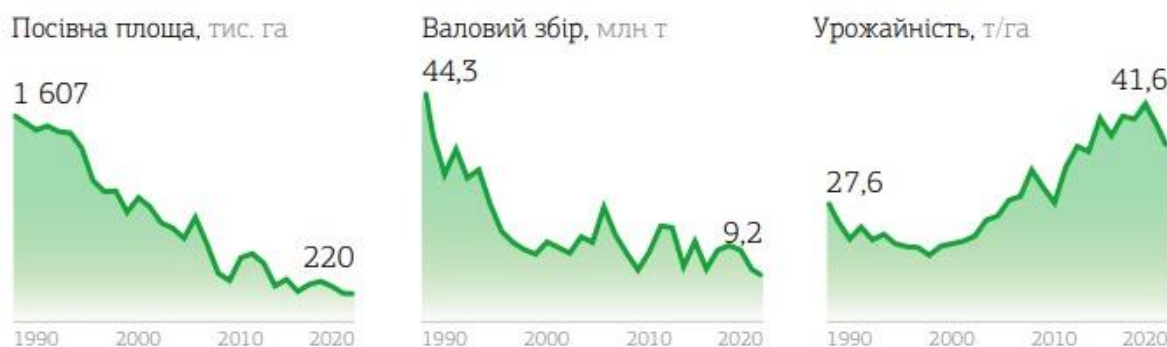


Рисунок 1 – Виробництво цукрового буряка в 1990 -2020 рр.

(Джерело: Інфобук Агробізнес України 2020/2021)

Цукрові буряки є єдиним джерелом для виробництва цукру в Україні – життєво необхідного продукту харчування. Цукор володіє високими смаковими якостями, сприяє підвищенню розумової і фізичної діяльності людини. Більша частина цього продукту використовується в харчовій промисловості: в хлібобулочному, кондитерському виробництві, виготовленні різних напоїв і т. ін.

Щодо світового споживання, то, за інформацією [OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030](#), найбільше цукру споживають у Малайзії (58,2 кг на одну

особу на рік) і, згідно з прогнозами, до 2030 р. ця цифра виросте до 61,1 кг. На другому місці Бразилія (48,9 кг на одну особу на рік) і на третьому — Нова Зеландія (47 кг), де, за прогнозами, споживання цукру на 1 особу буде зменшуватися і в 2030 р. складатиме 43,3 кг [1].



Рисунок 2 – Споживання цукру в Україні та світі (дані: Держстат, OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030)

З початком широкомасштабного вторгнення росії через труднощі експорту зернових і олійних культур вирощування цукрового буряку стає більш перспективнішим. Але 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.

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 розміщують 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 буряки 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 луцильниками 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 луцильниками, наприклад, ППЛ-10-25 в агрегаті з важкими зубовими боролами, а в посушливу погоду — кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-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 доспіванні 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 сплості 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 двобарабанними 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 щілювачі-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 (а)
і його конструктивна схема (б)

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 - Бурякозбиральний бункерний комбайн
ТАНКЕР M2011 PLUS

Рисунок 1.4 – Бурякозбиральні модулі (Чехія) TRION SC1 320 (а)
і COMBI 6 (б)

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

ОРГАНІВ

Для вибору оптимального напрямку вдосконалення конструкції копача цукрових коренеплодів проведемо патентний аналіз науково-технічної і патентної літератури.

Так з метою зниження тягового опору пасивного диска, а також збільшення кришення ґрунту розроблено копач коренеплодів (рис. 2.1-2.4) [11], який складається з двох дисків: активного 1 і пасивного 2 з напівосями 3

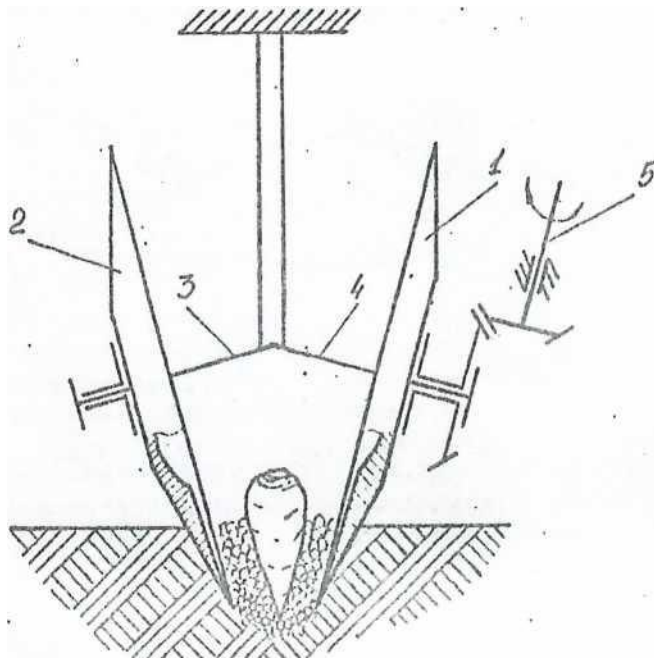


Рисунок 2.1 – Копач коренеплодів[11], вид спереду

і 4 і редуктора 5, яким приводиться в обертання активний диск 1. Кожен з дисків виконано у вигляді маточини 6 і обода 7, які з'єднані циклоїдальними спицями 8. Поздовжня форма спиці має вид циклоїдальної кривої 9, при цьому спиці активного і пасивного дисків відрізняються між собою поздовжньою формою спиці. Поперечний переріз спиці пропонується виконати симетричної форми. Так ввігнуту форму лівої частини кривої АВ поперечного перерізу пропонується перенести і на праву – ДЕ. В центральній частині перетину спиця виконана випуклою – крива ВСД.

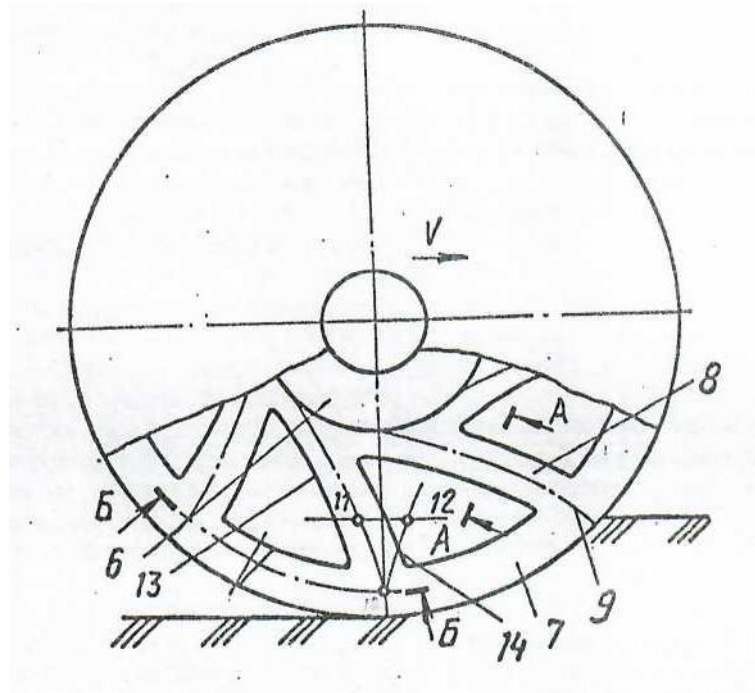


Рисунок 2.2 – Визначення форми робочої поверхні спиці пасивного диска

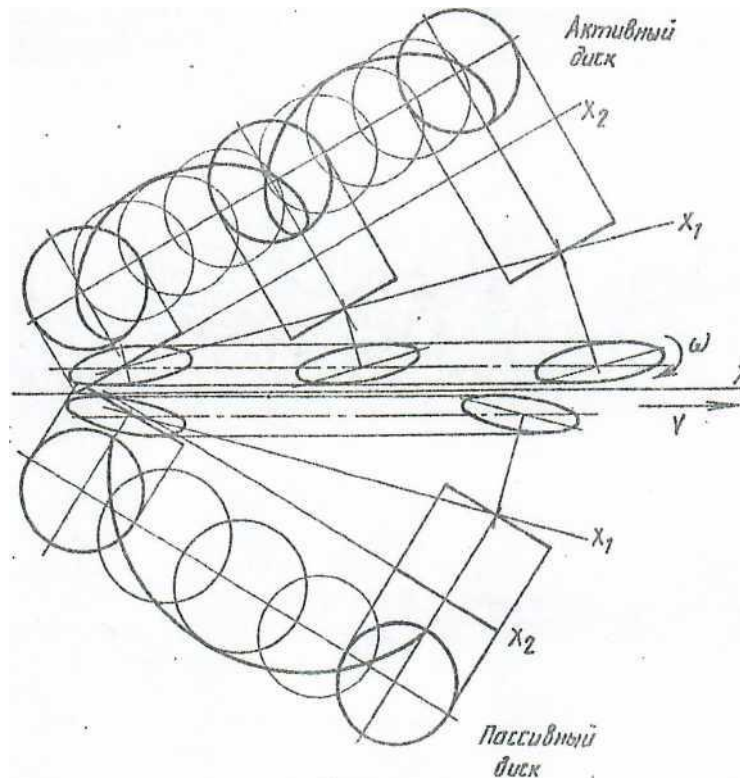


Рисунок 2.3 – Схема траекторій точок активного і пасивного диска

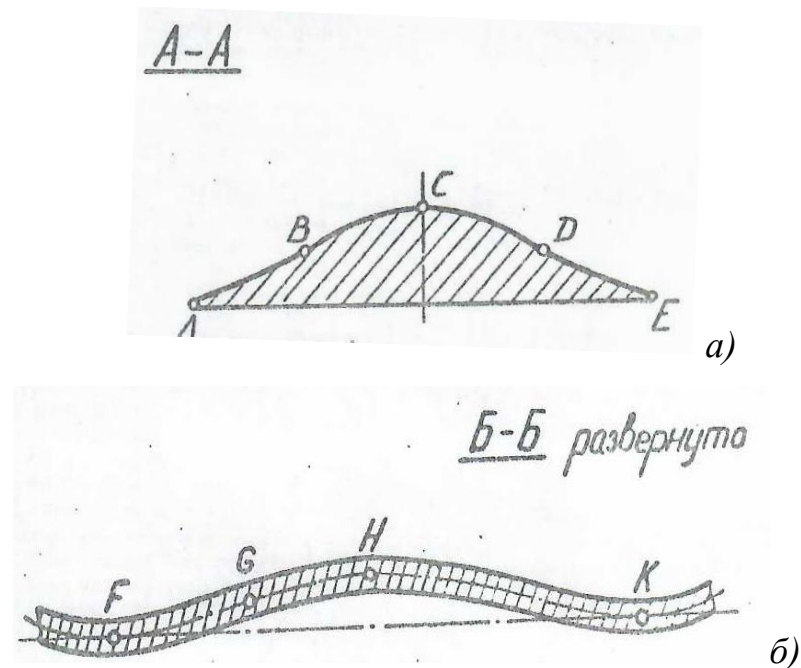


Рисунок 2.4 – Поперечний переріз спиці (а) і переріз Б-Б (б) на рис. 2.2

Копач працює наступним чином. В робочому положенні диски 1 і 2 обертаються з різною кутовою швидкістю і по різному діють на шар ґрунту з коренеплодами, який підрізається. Заглиблення диска йде по кривій 11-10 (рис. 2.2). Виглиблення спиці проходить по кривій 10-12. При цьому під час заглиблення спиці вона буде діяти на ґрунт передньою кромкою 13, а при виглибленні – задньою кромкою 14. Надання поперечному перерізу спиці диска ввігнуто-випуклої форми створює під час заглиблення в ґрунт знакоперемінну дію: на ввігнутих ділянках АВ і ДЕ – стискання ґрунту; на випуклій ділянці ВСД – розтягування, що призведе до додаткового кришення ґрунту. Задня кромка спиці знаходиться на тильній стороні диска і, так як диски встановлені з розвалом у вертикальній і горизонтальній площині, не діє на ґрунт. В результаті неперервної зміни положення площин дії дисків, створеної поверхнею спиці, її переміщення і створення пульсивного навантаження, відбувається інтенсивне кришення ґрунту, що знаходиться між спицями диска. Це забезпечує навіть в умовах підвищеної твердості ґрунту ефективно виділення коренеплодів.

З метою підвищення ефективності викопування коренеплодів і технологічної надійності пристрою при роботі на щільних сухих ґрунтах розроблено схему пристрою для викопування коренеплодів [12], який містить встановлені під кутом один до одного привідний диск 1 (рис. 2.5 – 2.7) з циклоїдальними спицями 2, які мають випуклу поверхню в напрямку руху пристрою, і пасивний диск 3 з криволінійними спицями 4, які мають ввігнуту поверхню в напрямку руху пристрою, при цьому ділянки ободів 5 між спицями

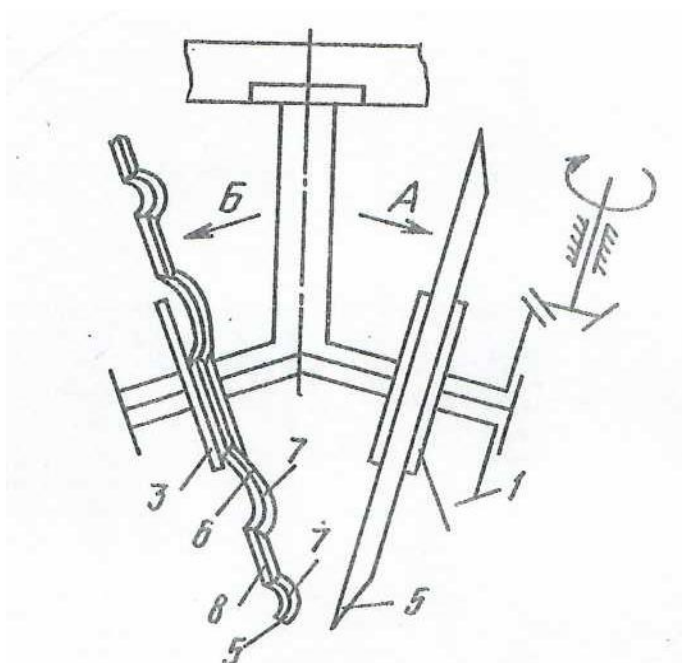


Рисунок 2.5 – Пристрій для викопування коренеплодів [12], вид спереду

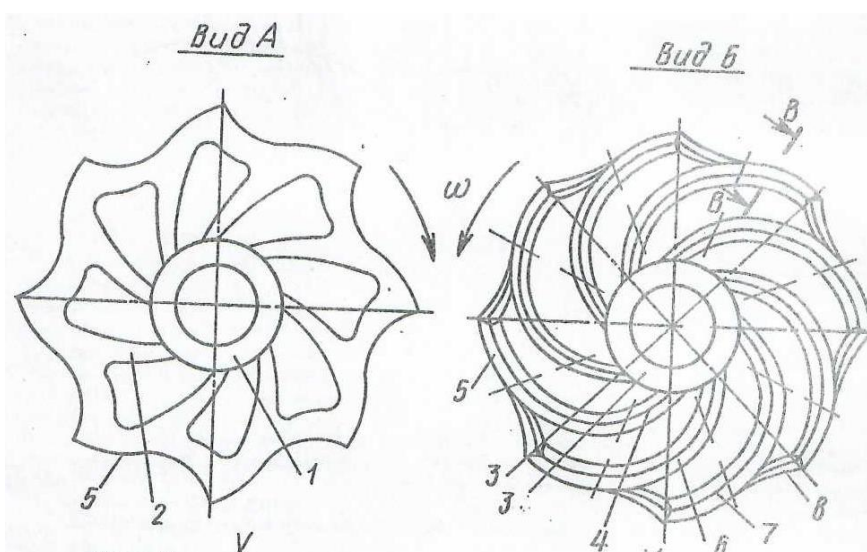


Рисунок 2.6 – Вид А і вид Б на рис 2.5

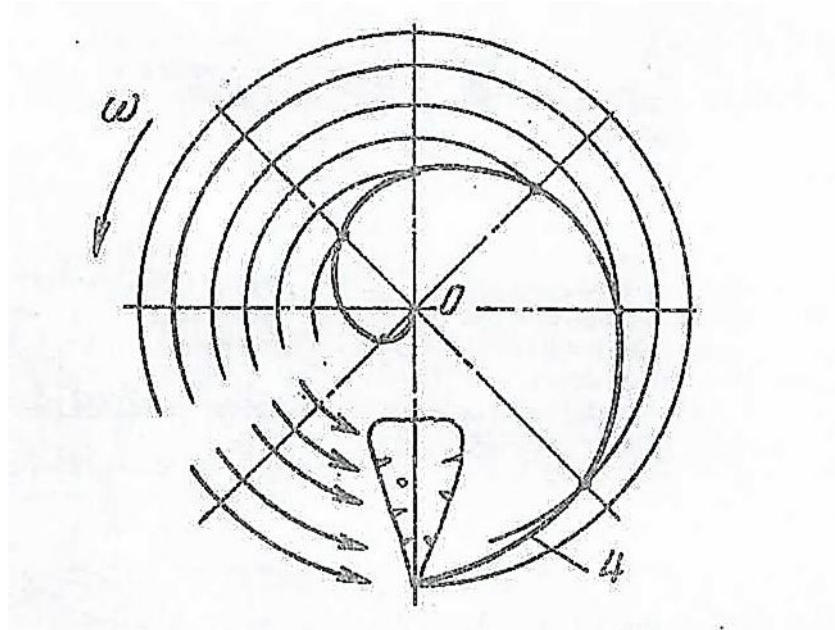


Рисунок 2.7 – Технологічна схема дії спиці на коренеплід

кожного диска мають увігнуто-випуклу форму відносно його центра.

Спиці 4 пасивного диска виконані у вигляді прутків, вигнутих по спіралі Архімеда, при цьому на спицях виконані радіальні виступи 6. Кромка кожного виступу 6 створена перетином конічних поверхонь, направляючі 7 яких мають вигнутості в бік привідного диска і розташовані на кожній випуклій від центра пасивного диска ділянці обода, а кожна ввігнута до центру ділянка обода виконана у вигляді криволінійного загостреного з двох сторін ножа 8.

Прутки спиць 4 пасивного диска можуть мати в поперечному перерізі форму багатокутника, одна з вершин якого направлена в бік обода диска.

При роботі пристрою виконання спиць 4 пасивного диска 3 у вигляді багатогранних прутків, зігнутих по спіралі Архімеда, дозволяє інтенсифікувати поздовжнє і поперечне обжимання і руйнування шару ґрунту з коренеплодами на всю глибину викопування.

Відомий викопуючий робочий орган [13], який складається з встановлених під кутом один до одного дисків 1 (рис. 2.8 – 2.10), кожен з яких виконаний у вигляді маточини 2 і обода 3, з'єднаних спицями 4. Диски стоячком 5 кріпляться до рами 6 машини. З боку робочої частини дисків 1 на ободах 3 рівномірно по колу виконано гвинтові виступи 7, направлені випуклою частиною в напрямку

руху робочого органу.

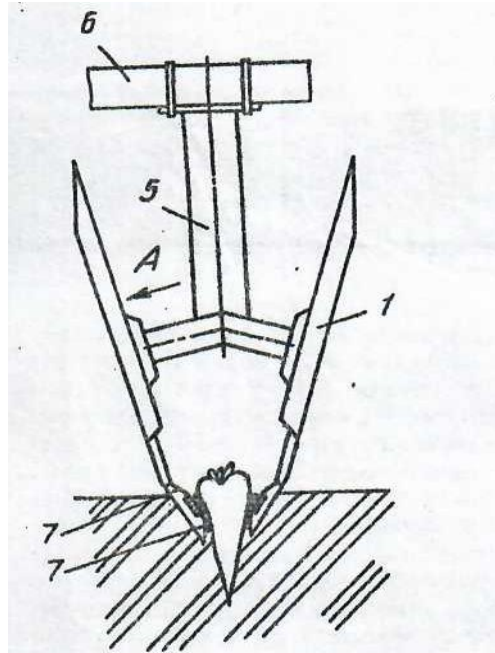


Рисунок 2.8 - Схема викопуючого робочого органу [13]

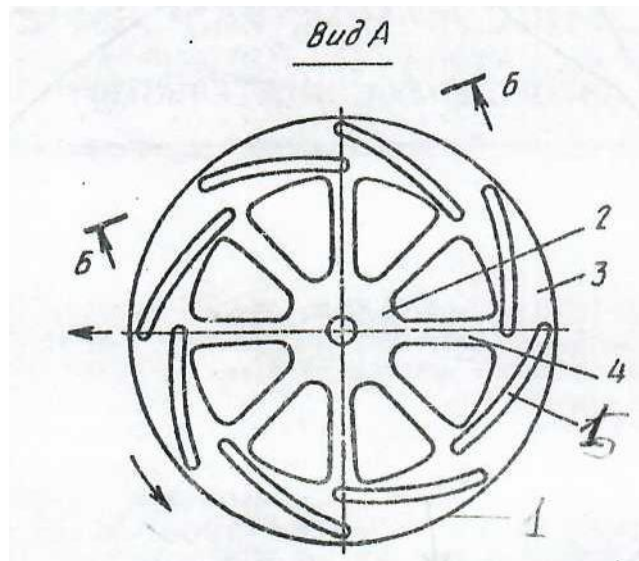


Рисунок 2.9 - Вид А на рис. 2.8

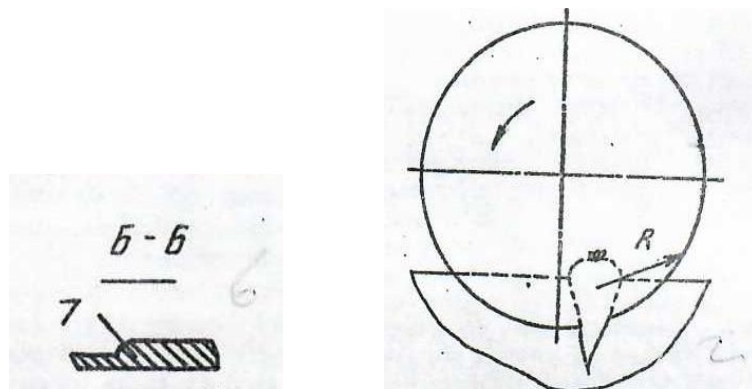


Рисунок 2.10 - Переріз Б-Б на рис. (а) і схема викопування (б)

В процесі роботи диски 1, обертаючись в напрямку руху машини, викопують коренеплоди і підіймають їх з ґрунту. В процесі врізання дисків в ґрунт гвинтові виступи 7 створюють переміщення ґрунту і коренеплодів у вертикальному напрямку, що забезпечує підкопування коренеплодів і знижує пошкодження їх хвостової частини.

З метою зменшення пошкоджень коренеплодів розроблено схему дискового копача [14], який містить раму 1 (рис. 2.11-2.13), на якій закріплено

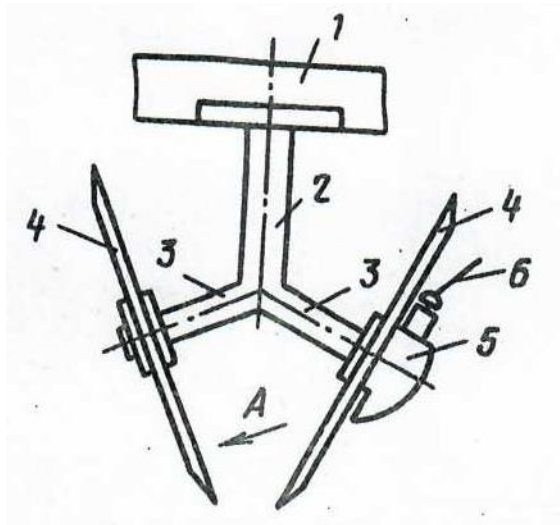


Рисунок 2.11- Схема дискового копача [14], загальний вид

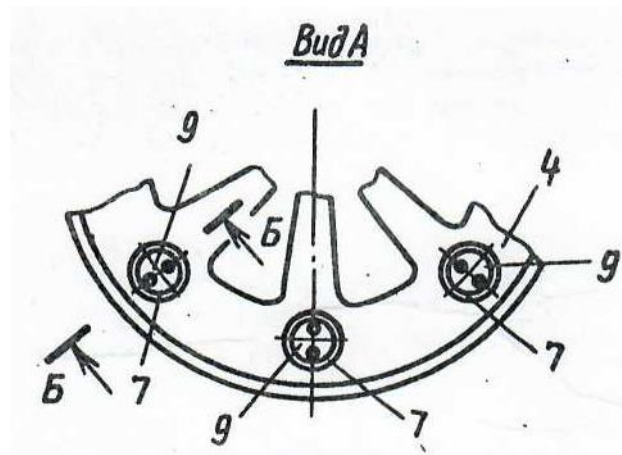


Рисунок 2.12 - Вид А на рис. 2.11

стояк 2, що містить дві осі 3, на яких під кутом один до одного встановлені викопуючі диски 4, один з яких виконаний пасивним, а інший з'єднаний з приводним редуктором 5, що зв'язаний карданною передачею 6 з приводом робочих органів машини. На ободах дисків 4 з певним шагом по довжині кола

виконано наскрізні отвори 7, в яких встановлено із зовнішніх сторін дисків 4 втулки 8.

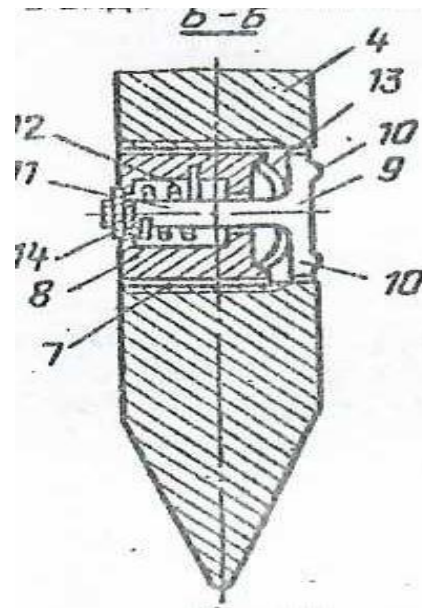


Рисунок 2.13 - Переріз Б-Б на рис. 2.12

У втулки 8 з внутрішніх сторін дисків 4 встановлені плоскі поворотні диски 9, робоча поверхня яких містить по два діаметрально протилежних виступи 10. Плоскі диски 9 із зворотного боку містять хвостовики 11, якими вони встановлені у втулки 8 і зв'язані з ними пружинами кручення 12. Між втулками 8 і дисками 9 встановлені тарілчасті пружини 13. Хвостовики 11 дисків 9 містять різьбові кінці, які дозволяють зафіксувати їх у втулках 8 гайками 14.

При роботі машина рухається вздовж рядків і диски 4 захоплюють коренеплоди з обох боків, руйнуючи шар ґрунту своїми передніми частинами і порушуючи зв'язки коренеплодів з ґрунтом. Коренеплоди затискаються у звужувальній частині дисків 4 копача, при цьому головки коренеплодів попадають як мінімум на один з плоских поворотних дисків 9, які знаходяться на внутрішній частині ободів. Під дією сил стискання головка коренеплоду притискає поворотний плоский диск 9 і в результаті чого стискається тарілчаста пружина 13 і в ободі викопуючого диска 4 створюється заглиблення, в якому і знаходиться головка коренеплоду. Виступи 10

утримують головки коренеплодів від сковзання. При подальшому рухові вгору коренеплід повертається разом з диском 9, так як його хвостовик 11 повертається у втулці 8 і деформується пружина кручення 12. Це сприяє зменшенню пошкоджень коренеплодів при викопуванні їх з ґрунту.

Проведений патентний аналіз дозволяє вибрати оптимальний напрямок удосконалення викопуючого робочого органу коренезбиральної машини.

3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОПАЧА

При роздільному збиранні коренеплодів цукрових буряків спочатку зрізається гичка відповідними гичкозбиральними машинами. Різальний апарат налаштовується таким чином, щоб на коренеплодах залишалось якомога менше залишків гички. Але в зв'язку з тим, що головки коренеплодів розташовані на різній висоті відносно поверхні ґрунту, не можливо досягти ідеального зрізу з кожного коренеплоду. При низькому зрізі разом з гичкою втрачається частина цукроносної маси коренеплоду, а при високому зрізі на окремих коренеплодах залишається гичка, яка забруднює загальний ворох.

В процесі збирання коренеплодів після проходу гичкозбиральної машини для більш повного очищення залишків гички застосовують різні доочищувачі гички. Це дозволяє досягти необхідної якості, але призводить до значних додаткових експлуатаційних затрат.

З метою підвищення якості очистки коренеплодів від залишків гички і зменшення експлуатаційних затрат нами пропонується на базі відомого технічного рішення [15] удосконалення конструкції дискового копача.

Копач включає стояк 1 (рис. 3.1 – 3.2), на напівосях якого закріплені викопуючі диски 2 і 3, встановлені під кутом один до одного. Диск 2 виконано пасивним, вільно посадженим на своїй напівосі, а диск 3 виконано активним, привідним. Кожен викопуючий диск 2 і 3 складається із маточини 4, з'єднаної з ободом 5 за допомогою спиць 6. Між спицями 6 є вікна для сепарації домішок і часток ґрунту. Між маточиною 7, яка закріплена на напівосі, і маточиною 4 привідного диска 3 встановлено додатковий диск 8 з розміщеними на ньому еластичними очисними елементами 9. На диску 8 по лінії кола рівномірно встановлені пальці 10, на яких у верхній частині нарізана різьба. На диску 8 закріплені скоби 11, які огинають профіль пальців 10. Еластині очисні елементи 9 огинають профіль пальців 10 адекватно профілю скоби 11 і

знаходяться в просторі між пальцем 10 і відповідної йому скоби 11. Еластичні очисні елементи 9 за допомогою шайби 12 і гайки 13 закріплені на диску 8.

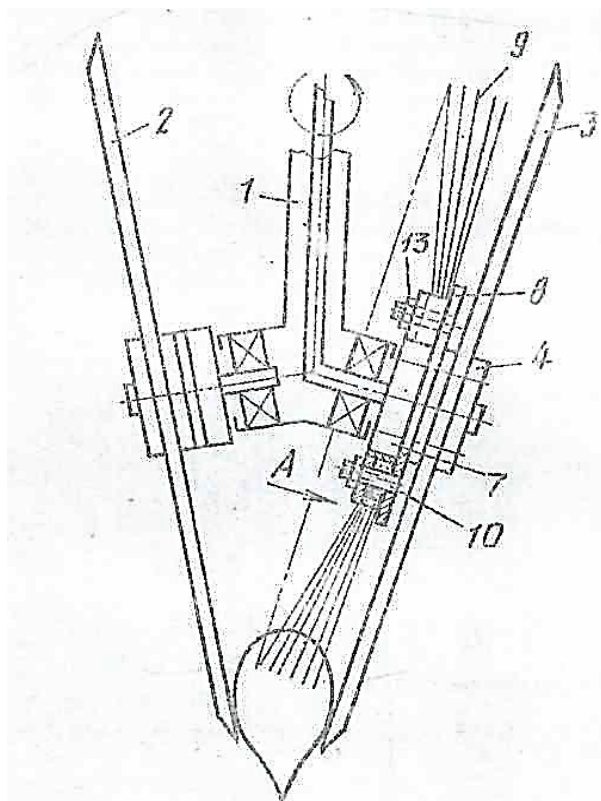


Рисунок 3.1 - Дисківий копач [15], вид спереду

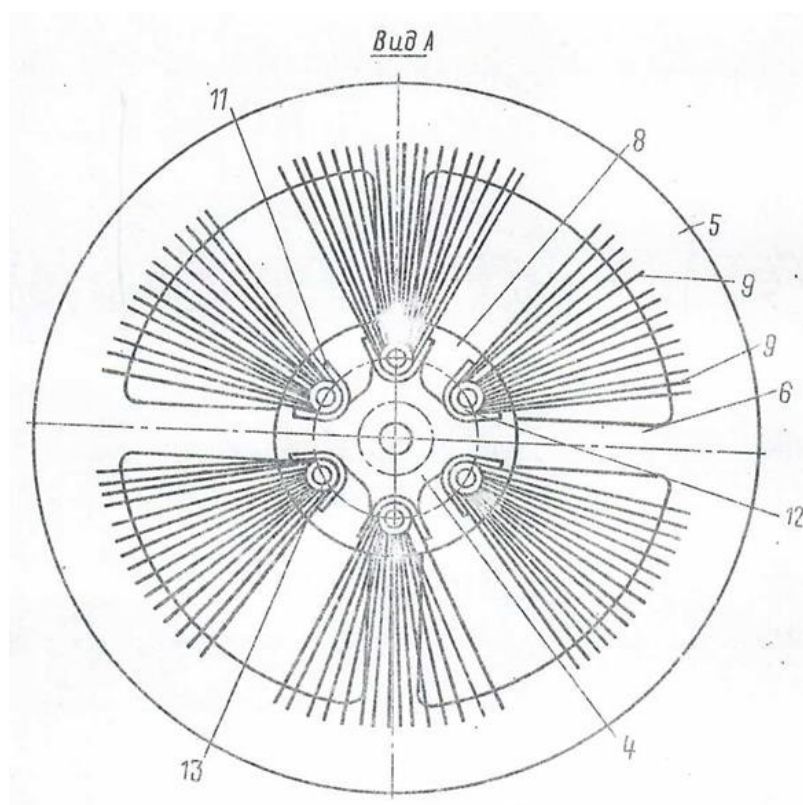


Рисунок 3.2 - Вид по стрілці А на рис. 3.1

Копач працює наступним чином. Під час руху коренезбиральної машини копач підрізає шар ґрунту з коренеплодом і, защемивши його між робочими поверхнями, піднімає і здавлює його з боків за рахунок звуження робочого русла між дисками 2 і 3. Внаслідок приводу одного з дисків копача складається різниця в швидкості обертання між дисками 2 і 3. Еластичні очисні елементи 9, встановлені на привідному диску 3, внаслідок різних швидкостей обертання дисків 2 і 3, взаємодіють з поверхнею головок коренеплодів, розташованих між дисками. Це призводить до додаткового очищення головок коренеплодів від залишків гички в процесі викопування коренеплодів з ґрунту.

Використання такого копача дозволяє значно підвищити якість збирання коренеплодів, зокрема очистки їх від залишків гички без додаткового використання агрегату для доочищення коренеплодів.

4 РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО КОПАЧА

4.1 Кінематичний аналіз дискового викопуючого пристрою

Кінематичний аналіз викопуючого пристрою почнемо із того, що на машину КС-6Б встановлювали двигуни СМД, а тепер почали встановлювати двигуни ЯМЗ, які забезпечують потужність $N_I=150$ к.с. і оберти на валу двигуна $n_I=1900$ об/хв.

Далі оберти через планетарний редуктор передаються на пасову передачу. Визначимо передаточне відношення пасової передачі:

$$i_2 = \frac{d_2}{d_1} = \frac{400}{210} = 1,9 \quad (4.1)$$

де d_2 – діаметр більшого шківа, мм;

d_1 – діаметр меншого шківа, мм.

Тоді кількість обертів на карданному валу встановленому після передачі буде:

$$n_2 = \frac{n_1}{i_2} = \frac{1900}{1,9} = 1000 \text{ об/хв.} \quad (4.2)$$

де n_1 – кількість обертів вала двигуна, об/хв.;

i_2 – передаточне відношення пасової передачі.

Через карданний вал оберти передаються на конічний редуктор. Визначимо передаточне відношення конічного редуктора:

$$i_3 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{44}{22} = 2 \quad (4.3)$$

де z_2 – кількість зубів веденого колеса;

z_1 – кількість зубів ведучої шестерні.

Визначимо кількість обертів на виході конічного редуктора:

$$n_3 = \frac{n_2}{i_3} = \frac{1000}{2} = 500 \text{ об/хв.} \quad (4.4)$$

Далі оберти через карданний вал передаються на систему редукторів, яка забезпечує підвід обертів і крутного моменту до робочих органів. Кількість обертів не змінюється $n_4 = 500$ об/хв..

Потім через карданний вал і конічний редуктор оберти передаються до одного привідного диску. Визначимо передаточне відношення редуктора і оберти:

$$i_5 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{38}{7} = 5,4 \quad (4.5)$$

де z_2 – кількість зубів веденого колеса;

z_1 – кількість зубів ведучої шестерні.

$$n_5 = \frac{n_4}{i_5} = \frac{500}{5,4} = 92,5 \text{ об/хв.} \quad (4.6)$$

Отже для успішного викопування коренів необхідно забезпечити обертання привідного диску з числом обертів 92,5.

Тепер розглянемо привід до подаючих бітерів. Повертаючись до системи редукторів, де була кількість обертів $n_4 = 500$ об/хв; оберти підвищуються для успішного подавання коренів на шнеки.

$$i_6 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{42}{24} = 1,75 \quad (4.7)$$

де z_2 – кількість зубів веденого колеса;

z_1 – кількість зубів ведучої шестерні.

$$n_6 = n_4 \cdot i_6 = 500 \cdot 1,75 = 875 \text{ об/хв.} \quad (4.8)$$

Тоді оберти через карданний вал передаються на конічний редуктор. Визначимо оберти на валу бітерів:

$$i_7 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{38}{7} = 5,4 \quad (4.9)$$

де z_2 – кількість зубів веденого колеса;

z_1 – кількість зубів ведучої шестерні.

$$n_7 = \frac{n_6}{i_7} = \frac{875}{5,4} = 161 \text{ об/хв} \quad (4.10)$$

Отже вал бітерів обертається із частотою 161 об/хв.

4.2 Кінематичний аналіз дискового викопуючого пристрою

Аналіз також почнемо з двигуна із кількістю обертів $n_1 = 1900$ об/хв.

Через пасову передачу оберти зменшуються до $n_2 = 1000$ об/хв. Потім через циліндричний редуктор оберти зменшуються до $n_3 = 500$ об/хв. Далі оберти на вал приводу робочих органів і вал подаючих бітерів буде подаватись через ланцюгову передачу.

Враховуючи попередній розрахунок кінематики будемо забезпечувати оберти привідного диску $n = 92,5$ об/хв, та оберти валу подаючих бітерів $n = 161$ об/хв.

Перевагою другої схеми буде значна простота конструкції у порівнянні з попередньою, а значить і менша металомісткість. Це дасть змогу зекономити матеріалоресурси при однаковому результаті.

Особливістю другої схеми є зубчасте зачеплення, яке є нестандартним і потребує спеціальних пристроїв.

4.3 Силовий аналіз викопуючого пристрою

Дискові копачі заглиблюються в ґрунт на 8–10 см. Заглиблення дискових копачів на 10–12 см. На щільних ґрунтах проблематично. По замірам вертикальна складова реакції ґрунту намагається виштовхнути копач. Необхідне зусилля нерідко сягає 100Н. Цю особливість необхідно враховувати при компоновці дисків на бурякозбиральних машинах.

Для усунення буксування дискових копачів їх оснащують приводом. Активний копач активніше кришить ґрунт і володіє тяговим опором. Навантаження приводу 2,0 – 2,5 Н·м. привідний диск обертається з певною кутовою швидкістю відносно до швидкості руху машини. Швидкість привідного диска характеризується коефіцієнтом λ . Силкові параметри реакції ґрунту наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Величини сил тиску ґрунту на копачі

Показник	Величина
Сила реакції ґрунту на копач в Н:	
Горизонтальна складова	17,1
Вертикальна складова	22,7
Результуюча	28,3
Кут результуючий із вертикаллю, град.	37

Розглянемо сили, які необхідно прикласти до коренеплоду буряка, щоб вирвати його із ґрунту. Особливо слід відзначити вертикальну складову, яка і буде головною для дискових копачів.

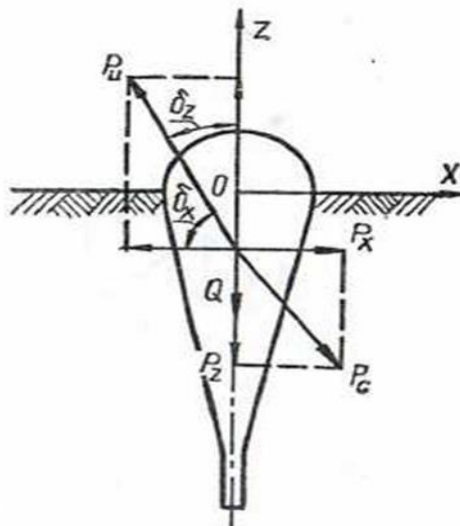


Рисунок 4.1 - Схема сил, необхідних для викопування буряка

Сили опору виривання буряка P_c , Н:

підкопаних 147-289

не підкопаних 439-481

Приймаємо силу необхідну P_c рівну 460 Н, тоді горизонтальна складова для виривання буряка диском буде $P_x=394,5$ Н.

Отже подальший розрахунок ведемо при знайденій силі необхідній для викопування $P_x=394,5$ Н.

4.4 Розрахунок валу приводу дискових копачів

Отже, із проведених раніше розрахунків ми знайшли силу необхідну для виривання буряка, яка рівна $P_x=394,5$ Н.

Визначимо момент необхідний для виривання із землі коренів буряка:

$$M_k = P_x \cdot h = 394,5 \cdot 0,32 = 126,2 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.11)$$

де P_x – горизонтальна складова сили виривання буряка, Н;

h – відстань від центра ваги буряка до центра валу, м.

Визначимо який момент необхідно прикласти до привідного валу щоб привести в дію три пари робочих органів для викопування коренів. Для цього будемо розрахункову схему валу і епюри крутних моментів (рис. 4.2).

Знайдений момент буде рівним $M_k=3 \cdot 126,2=378,6$ Н·м. Визначимо момент на привідній зірочці враховуючи коефіцієнт запасу міцності для сільгоспмашин:

$$M = 3 \cdot M_k \cdot (1,5 \div 2) = 3 \cdot 126,2 \cdot 1,5 = 568,3 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.12)$$

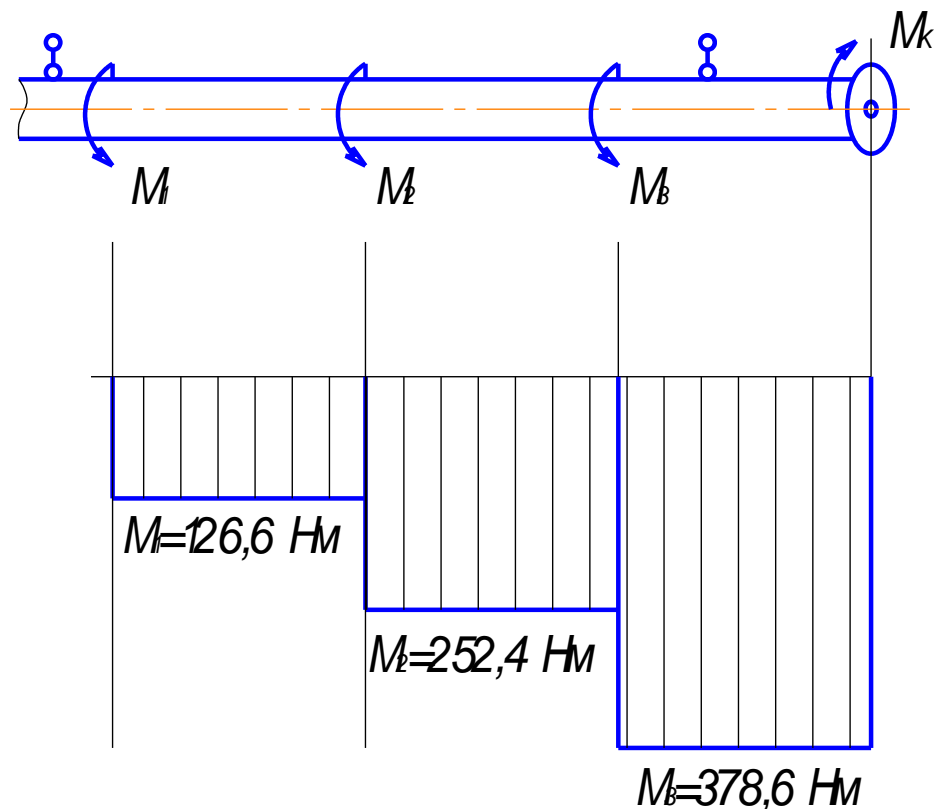


Рисунок 4.2 - Схема епюр крутних моментів на привідному валу

Із умови міцності на кручення визначаємо діаметр вала:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M}{0,2 \cdot [\tau]}} \quad (4.13)$$

де M – крутний момент, який необхідно прикласти, Н·м;

$[\tau]$ – допустиме напруження кручення, $[\tau]=300$ МПа.

Тоді

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{568 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 30}} = 45,5 \text{ мм}$$

Отже, приймаємо діаметр валу рівним $d = 45$ мм. Визначаємо число обертів валу необхідного для викопування коренів, приймаємо його як і для серійної машини $n = 92,5$ об/хв.

Визначаємо кутову швидкість привідного вала:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (4.14)$$

де n – необхідна кількість обертів, об/хв.

Тоді

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 92,5}{30} = 9,6 \text{ с}^{-1}$$

Визначаємо потужність, яку необхідно прикласти до привідного валу щоб забезпечити даний момент із даною кутовою швидкістю:

$$N = M \cdot \omega = 568 \cdot 9,6 = 54528 \text{ Вт} = 5,4 \text{ кВт} \quad (4.15)$$

Для іншого валу приймаємо аналогічні показники, так як на ньому розміщено також по три пари робочих органів. Два вали з'єднані між собою за допомогою ланцюгової муфти.

4.5 Розрахунок зубчастого зачеплення приводу диска

Бажаючи одержати відносно невеликі габарити і невисоку вартість виготовлення коліс і шестерень, вибираємо відносно недорогою леговану сталь 40Х (поковка). По [16, табл. 8.8] призначаємо для коліс термообробку: покращення 230...260 НВ, $\sigma_b=850$ МПа, $\sigma_T=550$ МПа, для шестерні:

покращення 260...280 НВ, $\sigma_B=950$ МПа, $\sigma_T=700$ МПа. При цьому забезпечується приробка зубів на усіх редукторах.

Визначаємо допустимі напруження:

По [16, табл. 8.9] для колеса:

$$\sigma_{HO2} = 2 \cdot HB + 70 = 2 \cdot 240 + 70 = 550 \text{ МПа} \quad (4.16)$$

По [16, табл. 8.9] для шестерні:

$$\sigma_{HO1} = 2 \cdot HB + 70 = 2 \cdot 270 + 70 = 610 \text{ МПа} \quad (4.17)$$

Прийmemo коефіцієнт безпеки [12. табл. 8.9] для нашого зубчастого зачеплення прийmemo $S_H=1,2$.

Число циклів навантаження колеса, визначаємо за формулою [16, ф-ла 8.65] при $c=1$.

$$N_\Sigma = 60 \cdot c \cdot n \cdot t_\Sigma \quad (4.18)$$

де n – число обертів колеса;

t_Σ – сумарний строк служби, год.

Тоді

$$N_\Sigma = 60 \cdot 92 \cdot 29760 = 6 \cdot 10^7$$

де

$$t_\Sigma = L \cdot 365 \cdot K_{год} \cdot 24 \cdot K_{см} \quad (4.19)$$

$$t_\Sigma = 20 \cdot 93 \cdot 16 = 29760 \text{ год.}$$

За графіками [16, рис. 8.40] для 245 НВ (середнє) прийmemo $N_{HO}=1,5 \cdot 10^7$

По [16, табл. 8.10] прийmemo $K_{HE}=0,25$. По [16, ф-ла 8.64] для колеса визначаємо:

$$N_{HE} = K_{HE} \cdot N_\Sigma \quad (4.20)$$

Тоді

$$N_{HE} = 0,25 \cdot 6 \cdot 10^7 = 1,6 \cdot 10^7$$

Порівнюючи N_{HE} і N_{HO} відмічаємо, що для колеса N_{HE} більше за N_{HO} . Так як інші колеса обертаються з такою самою швидкістю, то для них також N_{HE} більше за N_{HO} . При цьому для усіх коліс $K_{HL}=1$.

Допустимі контактні напруження визначаємо по матеріалу колеса як найбільш слабкому.

По формулі [16, ф-ла 8.55]

$$[\sigma_H]_2 = \frac{\sigma_{HO}}{S_H} = \frac{550}{1,2} = 458 \text{ МПа} \quad (4.21)$$

Визначаємо допустимі контактні напруження для шестерні:

$$[\sigma_H]_1 = \frac{\sigma_{HO}}{S_H} = \frac{610}{1,2} = 508 \text{ МПа} \quad (4.22)$$

Допустимі контактні напруження для інших шестерень та коліс будуть такі ж.

По [16, табл. 8.9] для колеса знаходимо

$$\sigma_{FO2} = 1,8 \cdot HB = 1,8 \cdot 240 = 432 \text{ МПа} \quad (4.23)$$

для шестерні:

$$\sigma_{FO1} = 1,8 \cdot HB = 1,8 \cdot 270 = 486 \text{ МПа} \quad (4.24)$$

де HB – твердість коліс і шестерень.

Визначаємо число циклів навантаження:

$$N_{FE} = K_{FE} \cdot N_{\Sigma} \quad (4.25)$$

Тоді

$$N_{FE} = 0,14 \cdot 6 \cdot 10^7 = 9,8 \cdot 10^7,$$

що є більшим за $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$. При цьому $K_{FL} = 1$. Аналогічно і для інших буде $K_{FL} = 1$. Передача не реверсивна $K_{FC} = 1$.

По таблиці [16, табл. 8.9] $S_F = 1,75$. Визначаємо допустимі напруження згину:

$$[\sigma_F]_2 = \frac{\sigma_{FO}}{S_F} = \frac{432}{1,75} = 246 \text{ МПа} \quad (4.26)$$

для шестерні:

$$[\sigma_F]_1 = \frac{\sigma_{FO}}{S_F} = \frac{486}{1,75} = 278 \text{ МПа} \quad (4.27)$$

Визначаємо допустимі контактні напруження при короткочасному перевантаженні, а саме граничні контактні напруження:

для колеса:

$$[\sigma_H]_{\max 2} = 2,8 \cdot \sigma_T = 2,8 \cdot 550 = 1540 \text{ МПа} \quad (4.28)$$

для шестерні:

$$[\sigma_H]_{\max 1} = 2,8 \cdot \sigma_T = 2,8 \cdot 700 = 1960 \text{ МПа} \quad (4.29)$$

Визначимо граничні напруження згину:

для колеса:

$$[\sigma_F]_{\max 2} = 2,74 \cdot HB = 2,74 \cdot 240 = 685 \text{ МПа} \quad (4.30)$$

для шестерні:

$$[\sigma_F]_{\max 1} = 2,74 \cdot HB = 2,74 \cdot 270 = 740 \text{ МПа} \quad (4.31)$$

По рекомендаціям параграфу [16] приймаємо для конічної пари $i=1,0$.

По рекомендації до формули [16, ф-ла 8.44] приймаємо $K_{be}=285$. По примітках до графіку [16, рис. 8.3] при $H_2 \leq 350 \text{ НВ}$ приймаємо $K_{H\beta}=1$. За рекомендаціями [16, стор.158]:

$$V_H = 1,3 + 0,13 \cdot i = 1,3 + 0,13 \cdot 1 = 1,43 \quad (4.32)$$

При $T_1=568 \text{ Н}\cdot\text{м}$ тобто $T_1=568 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм}$ знаходимо $T_2=568 \cdot 10^3 \cdot 1=568 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм}$.

Визначаємо зовнішній конусний діаметр:

$$d_{e2} = 2,9 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_{np} \cdot T_2 \cdot K_{H\beta}}{V_H \cdot [\sigma_H]^2}} \quad (4.33)$$

де E_{np} – модуль пружності, $E_{np}=2,1 \cdot 10^5$;

$K_{H\beta}$ – коефіцієнт, $K_{H\beta}=1$

$$d_{e2} = 2,9 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 568 \cdot 10^3 \cdot 1}{1,43 \cdot [625]^2}} = 173,3 \text{ мм}$$

Визначаємо зовнішню конусну віддаль:

$$R'_e = 0,5 \cdot d'_{e2} \cdot \sqrt{\frac{i^2 + 1}{i}} \quad (4.34)$$

Тоді

$$R'_e = 0,5 \cdot 173,3 \cdot \sqrt{\frac{1^2 + 1}{1}} = 91,03 \text{ мм}$$

Визначаємо ширину вінця зубів:

$$b' = K_{be} \cdot R_e' = 0,285 \cdot 91,03 = 34,9 \approx 35 \text{ мм} \quad (4.35)$$

Визначаємо геометричні параметри:

Спочатку визначаємо кути ділительних конусів:

$$\operatorname{tg} \delta = i = 1 \quad \delta = 60^\circ 57' 50'' \quad (4.36)$$

$$d_{e1}' = \frac{d_{e2}'}{i} = \frac{173,3}{1} = 173,3 \text{ мм}$$

Далі розрахунок ведемо по параметрам середнього січення якому для прямих зубів нормальний модуль приймають із стандартного ряду:

$$d_{m1}' = \frac{d_{e1}'}{1} \cdot (R_e - 0,5 \cdot b') = 173,3 \cdot (91,03 - 0,5 \cdot 35) = 148,5 \text{ мм} \quad (4.37)$$

По графіку [16, рис. 8.36] $z_1' = 27$ і далі

$$z_1 = 1,3 \cdot z_1' = 1,3 \cdot 27 = 35,1 \quad (4.38)$$

Заокруглюємо до цілого значення $z_1 = 35$

$$m_{mm}' = \frac{d_{m1}'}{z_1} = \frac{148,5}{35} = 4,2 \quad (4.39)$$

По рекомендаціям [16] приймаємо $\beta_n = 35^\circ$.

Тоді

$$m_{nm}' = m_{mm}' \cdot \cos \beta_n = 4,2 \cdot \cos 35^\circ = 3,4 \quad (4.40)$$

Заокруглюємо до стандартного і приймаємо $m_{nm} = 4$. При цьому:

$$m_m = \frac{m_{nm}}{\cos 35^\circ} = \frac{4}{\cos 35^\circ} = 4,8 \quad (4.41)$$

Визначаємо кількість зубів:

$$z_1' = \frac{d_{m1}'}{m_m} = \frac{148,5}{4,8} = 30,4 \quad (4.42)$$

Приймаємо $z_1 = 30$

Тоді

$$z_2 = z_1 \cdot i = 30 \cdot 1 = 30 \quad (4.43)$$

Перевіряємо контактну міцність передач:

При $\alpha_w = \alpha = 20^\circ$. Попередньо визначаємо кутову швидкість:

$$V = \frac{\pi \cdot d_{m1} \cdot n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 147 \cdot 10^{-3} \cdot 92}{60} = 0,7 \text{ м/с} \quad (4.44)$$

Також визначаємо малий конусний діаметр:

$$d_{m1} = m_{im} \cdot z_1 = 4,8 \cdot 30 = 147 \text{ мм} \quad (4.45)$$

$$d_{m2} = m_{im} \cdot z_2 = 4,8 \cdot 30 = 147 \text{ мм} \quad (4.46)$$

По [16, табл. 8.2] призначаємо для зубчастих коліс 11-ту степінь точності. На одну степінь знизивши знаходимо $K_{HV} = 1,03$. При знайденому раніше $K_{H\beta} = 1$ одержимо $K_H = K_{H\beta} \cdot K_{HV} = 1,03 \cdot 1 = 1,03$.

Визначаємо контактні напруження, які виникають у зубастому зачепленні:

$$\sigma_H = 1,18 \cdot \sqrt{\frac{E_{np} \cdot T_1 \cdot K_H}{V_H \cdot d_{m1}^2 \cdot b_w \cdot \sin 2\alpha} \left(\frac{\sqrt{u^2 + 1}}{1} \right)} \quad (4.47)$$

Тоді

$$\sigma_H = 1,18 \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 568 \cdot 10^3 \cdot 1,03}{1,43 \cdot 147^2 \cdot \sin 40^\circ} \left(\frac{\sqrt{1^2 + 1}}{1} \right)} = 581,9 \text{ МПа} < [\sigma_H] = 685 \text{ МПа}$$

Розбіжність складає 7% умова міцності не зберігається, тому від коректуємо ширину вінця зубів:

$$b = b' \left(\frac{\sigma_H}{[\sigma_H]} \right) = 35 \left(\frac{581,9}{685} \right) = 30,3 \quad (4.48)$$

Прийmemo $b = 30$ мм.

Тоді

$$\sigma_H = 1,18 \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 568 \cdot 10^3 \cdot 1,03}{1,43 \cdot 147^2 \cdot 30 \cdot \sin 40^\circ} \left(\frac{\sqrt{1^2 + 1}}{1} \right)} = 649,7 = 650$$

Тепер перевіряємо міцність по напруженнях згину. Попередньо знайдемо кутову силу:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1}{d_{m1}} = \frac{2 \cdot 568 \cdot 10^3}{147} = 7727,9 \text{ Н}$$

(4.49)

Визначимо коефіцієнт зміщення:

$$X_{n1} = 2\left(1 - \frac{1}{i^2}\right) \cdot \sqrt{\frac{\cos^3 \beta_n}{z_1}} = 2\left(1 - \frac{1}{1^2}\right) \cdot \sqrt{\frac{\cos^3 35^\circ}{30}} = 0$$

$$X_{n2} = 0$$

По графіку [16, рис. 8.19] знаходимо $Y_{F1}=3,72$ та $Y_{F2}=3,72$.

Знаходимо по [16, табл. 8.3] із пониженням степені точності на одну $F_{FV}=1,07$. При раніше знайденому значенні $K_{F\beta}=1$ знаходимо:

$$K_{F\beta} = 1 + (K_{H\beta} - 1) \cdot 1,5 = 1 + (1 - 1) \cdot 1,5 = 1 \quad (4.50)$$

$$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{FV} = 1 \cdot 1,07 = 1,07$$

По рекомендаціях [16] знаходимо:

$$V_F = 0,85 + 0,043 \cdot i = 0,85 + 0,043 \cdot 1 = 0,893$$

Порівнюємо значення:

$$\frac{[\sigma_{F1}]}{Y_{F1}} = \frac{363}{3,72} = 97,6; \quad \frac{[\sigma_{F2}]}{Y_{F2}} = \frac{246}{3,72} = 66,1 \quad (4.51)$$

Розрахунок ведемо по колесу (меншому значенню). Визначимо напруження згину, які виникають в зубчастому зачепленні:

$$\sigma_F = \frac{Y_F \cdot F_t \cdot K_F}{V_F \cdot b_w \cdot m_n} = \frac{3,72 \cdot 7727,9 \cdot 1,07}{0,893 \cdot 35 \cdot 4} = 246 \text{ МПа} \leq [\sigma_F] = 246 \text{ МПа} \quad (4.52)$$

Умови міцності виконуються. Відмітимо, що тут основним критерієм являється міцність по контактних напруженнях.

Виконуємо перевірочний розрахунок на задане перевантаження:

$$\sigma_{H \max} = \sigma_H \sqrt{2} = 650 \sqrt{2} = 919,5 \text{ МПа} < 1540 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{F \max} = \sigma_F \cdot 2 = 246 \cdot 2 = 492 \text{ МПа} < 685 \text{ МПа} \quad (4.53)$$

Умови міцності зберігаються.

Основні геометричні параметри приймаємо із ДСТУ 19624-94 для прямозубих коліс.

4.6 Розрахунок ланцюгової передачі приводу дискового копача

Розраховуємо ланцюгову передачу при вже знайдений потужності $P=5,4$ кВт і передаточному числі $i=5,4$. Передача буде працювати у забрудненому середовищі.

По рекомендаціях приймаємо кількість зубів великої зірочки $z_2 = z_1 \cdot i$, де $z_1 = 17$. тоді кількість зубів великої зірочки $z_2 = 17 \cdot 5,4 = 91,8$. прийmemo $z_2 = 92$.

Визначаємо розрахункову потужність, приймаючи значення коефіцієнтів по [16, табл. 3.2] $K_\delta = 1$ (навантаження близьке до рівномірного). $K_a = 1, K_H = 1, K_{peg} = 1,1, K_c = 1, K_{peж} = 1,25$.

$$K_\gamma = K_\delta \cdot K_a \cdot K_H \cdot K_{peg} \cdot K_c \cdot K_{peж} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,25 = 1,37 \quad (4.54)$$

$$K_z = \frac{z_{01}}{z_1} = \frac{25}{17} = 1,47 \quad (4.55)$$

де z_{01} – нормативне число зубів;

z_1 – число зубів зірочки

$$K_n = \frac{n_{01}}{n_1} = \frac{500}{600} = 0,8 \quad (4.56)$$

Приймаємо $K_{ряд} = 1$.

Визначимо розрахункову потужність:

$$P_p = P_1 \cdot K_\gamma \cdot K_z \cdot K_n = 5,4 \cdot 1,375 \cdot 1,47 \cdot 0,8 = 8,73 \text{ кВт} \quad (4.57)$$

По [16, табл. 13.4] для прийнятих раніше $n_{01} = 600$ і $P_p = 8,73$ кВт приймаємо однорядний ланцюг ПР 38,1 – 127000 і кроком $P_y = 38,1$.

При цьому міжосьова відстань:

$$a = 40 \cdot P_y = 40 \cdot 38,1 = 1524 \text{ мм} \quad (4.58)$$

Переконаємось, що знайдений крок ланцюга менший допустимого:

$$P_y = 38,1 < [P_y]_{\max} = 50,8 \text{ мм} \quad (4.59)$$

Визначаємо кутову швидкість ланцюга:

$$V = \frac{z_1 \cdot n_1 \cdot P_y}{60} = \frac{17 \cdot 92 \cdot 38,1 \cdot 10^{-3}}{60} = 0,99 \text{ м/с} \quad (4.60)$$

Для змащення приймаємо густу внутрішньошарнірну змазку, яку проводять при монтажі.

Визначаємо число ланок ланцюга в кроках:

$$L_p = \frac{2a}{P_y} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi}\right) \frac{P_y}{a} = \frac{2 \cdot 1524}{38,1} + \frac{17 + 92}{2} + \left(\frac{92 - 17}{2 \cdot 3,14}\right) \cdot \frac{38,1}{1524} = 96,2 \quad (4.61)$$

Заокруглюючи до цілого числа, приймаємо $L_p = 96,0$.

Уточнюємо міжосьову відстань:

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{P_u}{4} \left[L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left(L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] = \\
 &= \frac{38,1}{4} \left[96 - \frac{17 + 92}{2} + \sqrt{\left(96 - \frac{17 + 92}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{92 - 17}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right] = 1523,8 \text{ мм}
 \end{aligned}
 \tag{4.62}$$

Враховуючи рекомендації по зменшенню міжосьової відстані на $\Delta a = 0,003a = 0,003 \cdot 1523,8 = 3,97$ мм, тому призначимо $a = 1519,8$ мм.

Визначимо діаметри зірочок:

$$d_1 = \frac{P_u}{\sin\left(\frac{\pi}{z_1}\right)} = \frac{38,1}{\sin\frac{3,14}{17}} = 206 \text{ мм}
 \tag{4.63}$$

$$d_2 = \frac{P_u}{\sin\left(\frac{\pi}{z_2}\right)} = \frac{38,1}{\sin\frac{3,14}{92}} = 1116 \text{ мм}
 \tag{4.64}$$

На цьому розрахунок передачі можна завершити. Але визначимо деякі параметри для того, щоб підтвердити правильність прийнятих раніше припущень.

Визначаємо кругову силу:

$$F_t = \frac{P}{V} = \frac{5,4 \cdot 10^3}{0,99} = 5454,5 \text{ Н}
 \tag{4.65}$$

Натяг від відцентрових сил, визначаємо по формулі:

$$F_V = qV^2 = 2,1 \cdot 0,99 = 2,079 \text{ Н}
 \tag{4.66}$$

де $q=2,1$ кг/м – вага одного метра ланцюга.

Визначаємо силу попереднього натягу від маси ланцюга по формулі:

$$F_0 = k_f \cdot a \cdot q \cdot g = 3 \cdot 1,319 \cdot 2,1 \cdot 9,81 = 81,5 \text{ Н}
 \tag{4.67}$$

Обидві ці сили малі по відношенню із F_t , що визначає прийняті припущення.

Оцінюємо можливість резонансних коливань ланцюга по формулі, при $F_I \approx F_t$:

$$n_{1k} = \frac{30}{z_1 \cdot a} \sqrt{\frac{F_t}{q}} = \frac{30}{17 \cdot 1,519} \sqrt{\frac{5454,5}{2,1}} = 86 \text{ хв}^{-1}
 \tag{4.68}$$

$$n_{Ik}=86 \text{ хв}^{-1} < n_I=92 \text{ хв}^{-1}$$

Переконаємось, що знайдений крок ланцюга менший допустимого:

$$P_{ц}=12,7 \text{ мм} < [P_{ц}]_{\max}=25,4 \text{ мм} \quad (4.69)$$

Визначаємо кутову швидкість ланцюга:

$$V = \frac{z_1 \cdot n_1 \cdot P_{ц}}{60} = \frac{25 \cdot 875 \cdot 12,7 \cdot 10^3}{60} = 4,6 \text{ м/с} \quad (4.70)$$

Для змащення приймаємо густу внутрішньшарнірну змазку, яку проводять при монтажі.

Визначаємо число ланок ланцюга в кроках:

$$L_p = \frac{2a}{P_{ц}} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi}\right) \frac{P_{ц}}{a} = \frac{2 \cdot 508}{12,7} + \frac{25 + 44}{2} + \left(\frac{44 - 25}{2 \cdot 3,14}\right) \cdot \frac{12,7}{508} = 82,6 \quad (4.71)$$

Заокруглюючи до цілого числа, приймаємо $L_p=83,0$

Уточнюємо міжосьову відстань:

$$a = \frac{P_{ц}}{4} \left[L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] =$$

$$= \frac{12,7}{4} \left[83 - \frac{25 + 44}{2} + \sqrt{83 - \frac{25 + 44}{2} - 8 \left(\frac{44 - 25}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right] = 507,6 \text{ мм}$$

(4.72)

Враховуючи рекомендації по зменшенню міжосьової відстані на $\Delta a = 0,003a = 0,003 \cdot 507,6 = 1,5 \text{ мм}$, тому призначимо $a = 506 \text{ мм}$.

4.7 Розрахунок ланцюгової передачі приводу подаючих бітерів

Розраховуємо ланцюгову передачу при потужності $P=2 \text{ кВт}$ і передаточному відношенні $i=1,75$. передача буде працювати у забрудненому середовищі.

По рекомендації приймаємо число зубів малої зірочки $z_1=25$. Тоді кількість зубів великої зірочки $z_2=z_1 \cdot i=25 \cdot 1,75=43,7$. приймемо $z_2=44 < z=100 \dots 120$.

Визначаємо розрахункову потужність приймаючи значення коефіцієнтів по [16, табл. 3.2]:

$K_d=1$ (навантаження близьке до рівномірного), $K_a=1$, $K_H=1$, $K_{pez}=1,1$, $K_c=1,8$, $K_{режс}=1$

$$K_3 = K_d \cdot K_a \cdot K_H \cdot K_{pez} \cdot K_c \cdot K_{режс} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,8 \cdot 1 = 1,98 \quad (4.73)$$

$$K_z = \frac{z_{01}}{z_1} = \frac{25}{25} = 1 \quad (4.74)$$

$$K_n = \frac{n_{01}}{n_1} = \frac{800}{875} = 0,91 \quad (4.75)$$

Приймаємо $K_{ряд}=1$.

Тоді розрахункова потужність:

$$P_p = P_1 \cdot K_3 \cdot K_z \cdot K_n = 5,4 \cdot 1,98 \cdot 1 \cdot 0,91 = 3,6 \text{ кВт}$$

(4.76)

По [16, табл. 13.4] для прийнятих $n_{01}=800$ і $P_p=3,6$ кВт приймаємо однорядний ланцюг ПР 12,7 – 18000-1 із кроком $P_y=12,7$.

При цьому міжосьова відстань:

$$a = 40 \cdot P_y = 40 \cdot 12,7 = 508 \text{ мм} \quad (4.77)$$

Визначаємо діаметри зірочок:

$$d_1 = \frac{P_y}{\sin\left(\frac{\pi}{z_1}\right)} = \frac{12,7}{\sin\frac{3,14}{25}} = 101,1 \text{ мм} \quad (4.78)$$

$$d_2 = \frac{P_y}{\sin\left(\frac{\pi}{z_2}\right)} = \frac{12,7}{\sin\frac{3,14}{44}} = 177,9 = 178 \text{ мм} \quad (4.79)$$

Визначимо деякі параметри, і щоб підтвердити правильність прийнятих раніше припущень.

Визначаємо кругову силу:

$$F_t = \frac{P}{V} = \frac{2 \cdot 10^3}{4,6} = 434,8 \text{ Н} \quad (4.80)$$

Натяг від відцентрових сил, визначаємо по формулі:

$$F_v = qV^2 = 1,9 \cdot 4,6 = 8,74 \text{ Н} \quad (4.81)$$

де $q=1,9$ кг/м – вага одного метра ланцюга.

Визначаємо силу попереднього натягу від маси ланцюга по формулі:

$$F_0 = k_f \cdot a \cdot q \cdot g = 3 \cdot 0,506 \cdot 1,9 \cdot 9,81 = 28,3 \text{ Н} \quad (4.83)$$

Обидві ці сили малі по відношенню із F_t , що визначає прийняті припущення.

Оцінюємо можливість резонансних коливань ланцюга по формулі, при $F_I \approx F_t$:

$$n_{1k} = \frac{30}{z_1 \cdot a} \sqrt{\frac{F_1}{q}} = \frac{30}{25 \cdot 0,506} \sqrt{\frac{434,8}{1,9}} = 35,8 \text{ хв}^{-1} \quad (4.84)$$

$$n_{1k} = 35,8 \text{ хв}^{-1} < n_I = 161 \text{ хв}^{-1}$$

За розрахованими параметрами проектуються деталі і вузли удосконаленого копача.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

5.1 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:

$$K_{зм} = \frac{T_{\partial}}{T_{зм}} \quad (5.1)$$

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 луцнення стерні вибираємо такий склад машинно-тракторного агрегату – трактор Т-150К і луцильник 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 луцненні 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:

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} K_{зм} D_p}, \quad (5.2)$$

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

$$D_{\phi} = \frac{\Omega}{n_a \cdot W_{зм} \cdot K_{зм}} \quad (5.3)$$

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

Пиймаємо три дні.

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

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}}, \quad (5.4)$$

де $N_{зм}$ – кількість нормозмін.

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

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою:

$$n_{м} = m_{м} \cdot n_{а} \cdot K_{зм}, \quad (5.5)$$

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

$$G_{п} = \Omega \cdot g_{п}. \quad (5.6)$$

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

Затрати праці на виконання всього обсягу роботи підраховуємо за формулою:

$$Z_{п} = (n_{м} + n_{д}) \cdot N_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (5.7)$$

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

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

$$\Omega_{у} = \lambda \cdot N_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (5.8)$$

де Ω_y – виробіток агрегату в умовних одиницях, у.е.га.

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

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.

5.2 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.

6 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].

6.1 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 неогорожених 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 полами, 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.

6.2 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.

6.3 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:

$$j(t) = \frac{d\psi}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (6.1)$$

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 остов 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:

$$V_{ck} = \psi(t) = \sqrt{\frac{1}{T} \int_t^{t+T} \psi^2(t) dt} \quad (6.2)$$

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

$$\omega = \frac{1}{T} \quad (6.3)$$

Середнє значення швидкості V_{ck} , прискорення ω_{ck} і переміщення φ_{ck} 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:

$$L_V = 20 \cdot \lg \frac{V_{ck}}{5 \cdot 10^{-8}} \quad (6.4)$$

де V_{ck} – 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 (обертний 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, двохшевроонним і конхоїдальним 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.

7 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 7.1.

Таблиця 7.1 - 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..	497000	509000
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:

$$H = \frac{m}{W_{\text{год}}}, \quad (7.1)$$

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:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{ПММ}}, \quad (7.2)$$

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 6700 грн., вона становить 291 грн. за виконану норму виробітку. За 1 га зібраної площі оплата праці становить:

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{\#M}}, \quad (7.3)$$

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

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

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

$$C_{ом}^1 = \frac{291}{7,0} = 41,6 \text{ грн./га}$$

Крім того в господарстві проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт, що становить 20,8 грн./га; 12 % - за інтенсивність робіт, що становить 5,0 грн./га. І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{ом}^н = 41,6 + 20,8 + 20,8 + 5,0 = 88,2 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{об}^1 = \frac{291}{10,22} = 28,5 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно крім цього проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт (становить 14,24 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (становить 3,42 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{об}^н = 28,5 + 14,24 + 14,24 + 3,42 = 60,4 \text{ грн./га}$$

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

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{зм}}, \quad (7.4)$$

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:

$$C_{аб} = \frac{497000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 7,0} = 197,22 \text{ грн./га}$$

Амортизаційні відрахування на вдосконалену коренезбиральну машину будуть становити:

$$C_{ам} = \frac{509000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 10,22} = 138,35 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_p = \frac{Ц \cdot \beta}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3М}}, \quad (7.5)$$

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

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

$$C_{р.б} = \frac{497000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 7,0} = 197,22 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{р.м} = \frac{509000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 10,22} = 138,35 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{пмм} = Ц_{п} \cdot G_{га} \quad (7.6)$$

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 слідуєчі 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 55,1 грн./кг. Тоді затрати на паливо і мастильні матеріали для базової машини становлять:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 55,1 \cdot 14,85 = 818,2 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{м}} = 55,1 \cdot 10,72 = 590,7 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_{\text{б}} = 88,2 + 197,22 + 197,22 + 818,2 = 1300,8 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{\text{м}} = 60,4 + 138,35 + 138,35 + 590,7 = 927,8 \text{ грн./га.}$$

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

$$E = C_{\text{б}} - C_{\text{м}} = 1300,8 - 927,8 = 373,0 \text{ грн./га.} \quad (7.7)$$

В відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_{\text{в}} = \frac{373,0 \cdot 100}{1300,8} = 28,7 \text{ \%}.$$

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

$$E_{\text{р}} = 373,0 \cdot 100 = 37300 \text{ грн.}$$

Окупність затрат на удосконалення збиральної машини визначаються за формулою:

$$E_o = \frac{C_M}{E_p} \quad (7.8)$$

$$E_o = \frac{12000}{37300} = 0,32 \text{ роки.}$$

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

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	1300,8	927,8
в т.ч. – оплата праці з нарахуваннями	88,2	60,4
- амортизаційні відрахування	197,22	138,35
- затрати на ремонт і ТО	197,22	138,35
- затрати на ПММ	818,2	590,7
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	373,0
6. Річний економічний ефект, грн.	-	37300
7. Строк окупності затрат, років	-	0,32

Основні техніко-економічні показники, розраховані в проекті, приведені в таблиці 7.2.

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. Модернізовано дисковий викопуючий пристрій, який є альтернативний до існуючого викопуючого пристрою серійної коренезбиральної машини. Він дозволяє одночасно з викопуванням коренеплодів проводити доочистку їх від залишків гички, що дозволяє підвищити якість вороху коренеплодів без додаткового очищення.

4. Проведено кінематичні розрахунки та розрахунки на міцність основних елементів викопуючого пристрою. Зроблено технологічні розрахунки збирання цукрових коренеплодів з використанням дискових 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 37300 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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>.
2. Потаєва О. В умовах воєнного часу цукровий буряк набуває економічної доцільності для аграріїв. – 28.04.2022.// <https://agrotimes.ua/agromarket/v-umovah-voennogo-chasu-czukrovuj-buryak-nabuvaye-ekonomichnoyi-doczilnosti-dlya-agrariyiv/>.
3. Бондар В. Про прибутковість вирощування цукрових буряків// Агробізнес сьогодні. - № 4 (203), лютий 2011. – с. 9-13.
4. Пиркін В.І. Перспективи ефективного розвитку галузі буряківництва на Україні// Цукрові буряки. - №3-4, 2008. с. 9 – 11.
5. Українська інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків// За ред.. О.М.Ткаченка, М.В.Роїка – Київ: «Академпрес», 1998. – 240 с.
6. Чубко О. Цукрові буряки по осені рахують// Агросектор. - №7-8 (21-22), 2007. – с. 26-28.
7. Карабиньош С., Новицький А., Сиволапов А. Бурякозбиральні машини та їх характеристики// Пропозиція. – № 11, 2011. с. 135-141.
8. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г.Войтюк, Л.В.Аніскевич, В.В.Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г.Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
9. 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.

10. Українська інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків// За ред.. О.М.Ткаченка, М.В.Роїка – Київ: «Академпрес», 1998. – 240 с.
11. Авторське свідоцтво на винахід №1782410 «Копач для коренеплодів». 23.12.92. Бюл. №47.
12. Авторське свідоцтво на винахід №1782411 «Копач для коренеплодів». 23.12.92. Бюл. №47.
13. Авторське свідоцтво на винахід №1768061 «Викопуючий робочий орган». 15.10.92. Бюл. №38.
14. Авторське свідоцтво на винахід №1635931 «Дисковий копач». 23.03.91. Бюл. №11.
15. Авторське свідоцтво на винахід №1690588 «Дисковий копач». 15.11.91. Бюл. №42.
16. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин: Учебное пособие для технических вузов. – 3-е издание, перераб. и доп. Харьков, «Основа», 1991. – 276 с.
17. Иосилевич Г.Б. и др. Прикладная механика. М.- Машиностроение, 1985. – 576 с.
18. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
19. 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.
20. 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.
21. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.

22. 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.

23. Отченаш В.А. Ефективність вирощування цукрових буряків та цукру в Україні// Ефективна економіка. - №11, 2012.

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

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