

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

Допущено до захисту
« » 2023 р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)
перший (бакалаврський)
(назва освітнього рівня)

тема проекту: «Комплексна механізація вирощування цукрових буряків з розробкою викопуючого пристрою коренезбиральної машини»

Виконав: студент 4 курсу, групи 41-ім
освітньої програми бакалавра
спеціальності 208 «Агроінженерія»
Пасічник Дмитро Олександрович
(прізвище та ініціали)

Керівник к.е.н., доцент Кутковецька Т.О.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Умань – 2023

ЗМІСТ

Вступ.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНОГО ПИТАННЯ.....	7
1.1. Технологія збирання цукрових буряків.....	8
1.2. Огляд конструкцій робочих органів та компоновальних схем коренезбиральних машин.....	10
1.3. Огляд бурякозбиральної техніки ведучих світових фірм.....	12
1.4. Будова, робота та технічні дані базової машини.....	16
Висновки по розділу.....	18
РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	20
2.1. Обґрунтування основних параметрів машини.....	20
2.1.1. Обґрунтування і опис змін, внесених в конструкцію базової машини КС-6.....	20
2.1.2 Розрахунок кінематичних параметрів трансмісії приводу роторних копачів.....	21
2.1.3 Розрахунок приводних ланцюгових передач.....	22
2.1.4 Розрахунок ведучого вала ланцюгового редуктора приводу роторного копача на міцність.....	25
2.1.5 Розрахунок підшипників ведучого вала редуктора приводу копачів	29
2.1.6 Розрахунок ланцюгової муфти з'єднання привідного вала з валом приводу роторних копачів.....	30
2.1.7 Розрахунок зубчатого (шліцевого) з'єднання.....	31
2.1.8 Розрахунок шпонкового з'єднання приводного вала і півмуфти ланцюгової муфти.....	33
2.2 Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі КС6-07101	34
2.2.1 Роль технологічної підготовки.....	34
2.2.2 Вибір заготовки.....	35
2.3 Визначення припусків на механічну обробку.....	36
2.4 Оцінка технологічності.....	36

2.5 Маршрут механічної обробки.....	37
2.6 Розрахунок конусної оправки.....	38
2.7 Вибір режимів різання для протяжної операції.....	39
2.8 Зміни маршруту механічної обробки.....	40
Висновки по розділу.....	41
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	42
3.1 Вимоги техніки безпеки при експлуатації машини КС-6Б.....	42
3.1.1 Роботи перед запуском та в процесі запуску машини.....	42
3.1.2 Вимоги до безпеки в процесі роботи машини і переїздах.....	43
3.1.3 Вимоги безпеки після зупинки машини.....	44
3.1.4 Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні та ремонтах.....	44
Висновки по розділу.....	45
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	46
4.1 Визначення показників порівняльної економічної ефективності.....	46
4.2. Розрахунок економічного ефекту від підвищення ефективності очистки коренеплодів при викопці робочими органами ударно-імпульсного типу	49
Висновки по розділу.....	51
Загальні висновки.....	52
Список використаних джерел.....	53

ВСТУП

Вирішення задач для забезпечення інтенсифікації виробництва та високих темпів технічного прогресу викликає необхідність здійснення комплексних заходів, направлених на підвищення ефективності, надійності й довговічності продукції, що виробляється, з врахуванням необхідності зростання продуктивності праці. При цьому особливу увагу необхідно приділяти забезпеченню сільського господарства високопродуктивною та надійною технікою.

При підготовці висококваліфікованих інженерів повинна приділятися велика увага самостійній роботі студентів при виконанні дипломного проектування. Студент самостійно повинен вирішувати комплекс інженерно-технічних завдань, зв'язаних з конструкторською розробкою машини, її окремих робочих органів, систем керування. Також при розробці технологічного процесу виготовлення деталі, яка застосовується у запропонованій конструкції машини, проявити свої творчі здібності у пошуку нових конструктивних та технологічних рішень, направлених на підвищення технічного рівня, покращення якісних показників роботи машини, підвищення її економічної ефективності.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ

Збирання коренеплодів цукрових буряків є однією з найбільш трудомістких та енергомістких операцій в сільському господарстві. Враховуючи те, що Україна належить до найбільших бурякосіючих країн Європи і цукор є одним з її стратегічних продуктів, а також у зв'язку з переходом на різні форми власності господарювання, вітчизняній промисловості необхідно у стислі строки налагодити поряд з шестирядними комплексами, серійний випуск простих за конструкцією і надійних в експлуатації начіпних, причіпних, одно-, дво-, три- і чотирирядних коренезбиральних машин для орендних фермерських господарств, функціональні і експлуатаційні показники яких відповідали б світовим стандартам.

Викопувальні та очисні робочі органи є основними складовими технологічних вузлів коренезбиральних машин. Від їх компоновальних схем, вибору конструктивних та кінематичних параметрів відповідно до ґрунтово-кліматичних умов, у значній мірі залежить якість викопування коренеплодів, їх пошкодження і втрати. Особливо великі труднощі виникають при зміщенні строків збирання, коли через підвищену вологість (26-30%) або твердість (3,5...4,5МПа) ґрунту знижується технологічна і технічна надійність машин, зменшується їх продуктивність. В таких умовах роботи серійні коренезбиральні машини допускають значні пошкодження коренеплодів (до 60%), а забрудненість їх землею складає 40% і більше.

Одним з резервів підвищення функціональних і експлуатаційних параметрів коренезбиральних машин є розробка принципово-нових і модернізація існуючих викопувальних і очисних пристроїв, визначення їх оптимальних конструктивно-кінематичних параметрів, в поєднанні з компоновальною схемою та рядністю машини, а також технологією збирання.

Підвищення якісних показників процесів збирання коренеплодів представляє собою комплексну науково-технічну проблему, вирішення якої

повинно базуватися на пошуку нових конструктивних рішень робочих органів та компоновальних схем коренезбиральних машин, теоретичному обґрунтуванню їх конструктивних та технологічних параметрів, експериментальному підтвердженню проведених досліджень з метою аналізу і синтезу оптимальних параметрів бурякозбиральних комплексів.

Агрофізичні та експлуатаційно-економічні показники роботи бурякозбиральних машин залежать від ряду факторів: фізичного стану і типу ґрунту, характеристик врожайності, рельєфу полів і їх розмірів, а також від агрофізичних характеристик буряків.

Необхідні характеристики вказаних факторів одержують в результаті експериментальних спостережень, а також шляхом збирання і обробки статистичних даних.

1.1 Технологія збирання цукрових буряків

Технологічний процес збирання цукрових буряків включає в себе наступні операції: підкопування коренів, витягування їх із землі, обрізку головки, очищення коренів від землі, відділення від тіла кореня залишків гички, корінчиків і хвостика і навантажувально-розвантажувальні роботи.

Використовують декілька способів збирання цукрових буряків, при яких машини виконують або окремі операції, або весь технологічний процес. Послідовність виконання операцій залежить від способу збирання цукрових буряків і типу використовуваних бурякозбиральних машин. На даний час існує чотири способи збирання цукрових буряків: ручний, комбайновий, поточний і перевалочний.

При ручному збиранні цукрових буряків використовують спеціальне бурякозбиральне знаряддя – бурякопідйомники, які лиш порушують зв'язок коріння із землею, а інші операції виконують вручну. Цей спосіб найбільш важкий і використовується лише в тих випадках, коли неможливо використовувати бурякозбиральні комбайни.

Комбайновий спосіб збирання полягає в тому, що основні операції (витягування коріння із землі, обрізка головки і часткове очищення коренів) виконуються однією машиною – комбайном. Проте, у цьому випадку перед відправкою на цукровий завод чи в сховище корені необхідно доочистити.

Доочищення виконується вручну або навантажувачами-очисниками. Недолік комбайнового способу полягає в тому, що коріння буряка можуть лежати на полі у не накритих купах або валках декілька днів.

Поточний спосіб, при якому коріння і гичка безпосередньо із бурякозбиральних машин завантажуються у транспортні засоби і направляються відразу до місця їх використання чи зберігання, найбільш перспективний. Цей спосіб менш трудомісткий, дає можливість провести збирання у короткий строк з мінімальними втратами. Розрізняють однофазний і двофазний (роздільний) поточний спосіб. При однофазному способі основною бурякозбиральною машиною служить комбайн, обладнаний механізмами для очищення коренів і навантаження їх у транспортні засоби. Як правило, ці комбайни забезпечені причіпними тракторними засобами для збирання гички.

Двофазне поточне збирання цукрових буряків передбачає використання двох видів машин: окремо для збирання гички і окремо для викопування і очищення коренів. При цьому спочатку гичкозбиральна машина зрізує гичку на коренях і навантажує її у транспортні засоби, потім друга машина викопує, очищає і завантажує у транспортні засоби корені буряка.

Перевалочний спосіб являє собою проміжний варіант між комбайновим і поточним способами збирання цукрових буряків. Суть його полягає в тому, що від комбайна чи кореневикопуючої машини (при двофазному збиранні) корені вивозять не на приймальні пункти, а на спеціально виділені площадки недалеко від збирального поля і зручні для під'їзду транспорту. На цих площадках корені складають у кагати. З кагатів корені в міру відправки їх на приймальні пункти забирають спеціальними навантажувачами-очисниками. Цей спосіб за трудомісткістю займає місце між комбайновим і поточним. Перевага перевалочного способу полягає в тому, що він при мінімальній потребі у

транспортних засобах дає можливість швидко звільнити поле для післязбирального обробітку ґрунту.

У деяких зарубіжних країнах застосовують багатofазні способи збирання цукрових буряків, наприклад, у Франції використовують трьохфазний спосіб: перша фаза – зріз коронки; друга – викопування коріння і складання їх у великі валки (як правило із шести рядів), третя – підбір, доочищення і навантаження коренів у транспортні засоби. Кожна фаза здійснюється спеціальною машиною. Інколи при великій гичці зріз головки цукрового буряка розділяється на дві фази: зріз верхньої частини гички роторними гичкорізами і обрізка головки кореня спеціальними машинами дообрізчиками. У цьому випадку забезпечується вища якість обрізки коронки.

1.2 Огляд конструкцій робочих органів та компоновальних схем коренезбиральних машин

Вибір конструкції робочих органів та компоновальних схем коренезбиральних машин значною мірою визначається типом ґрунту, його вологістю, а також врожайністю коренеплодів.

Значні зміни умов роботи бурякозбиральних машин і недостатнє пристосування існуючих конструкцій гичкозрізувальних, викопувальних і очисних робочих органів не дозволяють отримати постійних агротехнічних показників, особливо при високих врожаях, сухому і вологому ґрунті, нерівномірному розташуванні коренеплодів у рядку, незадовільному стані гички, забрудненості поля.

При збиранні високих врожаїв буряків (500-700ц/га) знижується якість зрізання гички і збирання коренеплодів. Втрати коренів на поверхні ґрунту досягають 6-12%, а продуктивність, наприклад, шестирядних комплексів зменшується до 3,0-4,5га/зм. Суттєво (в 2...6 разів) зменшується продуктивність і знижується якість роботи машини при збільшенні вологості ґрунту до 24...28%, особливо в кінці агростроку збирання [4].

Викопувальні робочі органи є основними складовими технологічних вузлів коренезбиральних машин. Від їх конпонуальної схеми, взаємозв'язку з очисними пристроями, вибору конструктивних та технологічних параметрів відповідно до ґрунтово-кліматичних умов, значною мірою залежить якісь викопування коренеплодів, їх пошкодження і втрати.

Відповідно до агротехнічних вимог МСМ (Міжнародної системи машин) допустимі втрати не викопаних і втрачених коренів цукрових буряків при виконанні технологічного процесу не повинні перевищувати 1,5% від їх врожайності. Забрудненість коренеплодів землею допускається до 8%, а доля максимально допустимих легких (до глибини 5мм) і важких (глибина більше 5мм) пошкоджень відповідно складає 20% і 5%. Насправді загальні втрати, які виникають під час збирання, у 2-3 рази перевищують допустимі норми і складають 3-5%, а інколи перевищують 10% (важкі умови роботи).

Основними причинами втрати коренеплодів є конструктивна недосконалість робочих органів, неправильний вибір типу копача для конкретних умов, а також стан плантації, тобто розташування коренеплодів у рядках).

До втрат, які виникають у процесі викопування коренеплодів, можна віднести: не викопані корені, коренеплоди, що впали на поле перед входом на очисні пристрої, обрив хвостової частини, розрізання або дроблення коренів цукрових буряків. Такі втрати виникають у результаті наступних причин: недостатнє заглиблення копачів для даного стану ґрунту або велике заглиблення коренів в землю, відхилення центральної осі копача від лінії рядків; натуральне відхилення окремих коренів від лінії рядка або відхилення внаслідок розсування коренів колесами трактора перед викопуванням; скупчення землі і коренеплодів на копачі; надто велика відстань між складовими елементами копача відносно розмірів коренеплодів; неправильна конструкція переходу з копача на очисний пристрій; розташування коренеплодів у заглибленнях поля.

Окрема група цих втрат виникає на очисних робочих органах. Однак, вони також пов'язані з копачами, оскільки інтенсивність роботи очисника залежить від кількості землі, яка подається разом з коренеплодами.

Варто підкреслити, що розміри втрат при застосуванні окремих типів робочих органів можуть залежати від рядності копача, способу його з'єднання з рамою, а також конструкції сепаруючого вузла. Втрати залежать також від робочої швидкості машин, типу і вологості ґрунту.

Аналіз вище перерахованих причин виникнення втрат показує, що існує дві групи. До першої групи необхідно віднести причини, пов'язані з технологічною якістю обробки; до другої групи – причини, які виникають через конструкцію копача і компоновальну схему машини [4].

1.3 Огляд бурякозбиральної техніки ведучих світових фірм

Самохідний комбайн Kleine SF-10 фірми «Kleine» (рис. 1.1).

У концепцію збирання буряків у конструкції машини передбачено можливість накопичення зібраних коренів буряка у бункері, місткість якого становить 9 т, а також перевантаження буряка у транспортні засоби, що рухаються разом. Відділення процесу збирання буряка від процесу транспортування суттєво підвищує продуктивність комбайну, оскільки відпадають розвантажувальні рейси самохідного комбайна з поля до місця вивантаження буряка. Враховуючи значну місткість бункера, виключається необхідність руху поряд з комбайном транспортних засобів, що дає можливість використовувати тільки один транспортний засіб [2].



Рисунок 1.1 – Самохідний комбайн Kleine SF-10 фірми «Kleine»

На комбайні встановлено двигун «Volvo Penta» потужністю 210 кВт. Передній міст має вигляд порталного моста з механічною трансмісією, на якому встановлено поворотний круг при куті обертання $\pm 6^{\circ}$. Задній міст є нерухомим з механічною трансмісією та гідравлічними стабілізаторами. Кут повороту задніх коліс $\pm 45^{\circ}$. Гідростатичний привід ведучих коліс з трьохступеневим редуктором забезпечують плавне регулювання швидкості руху для кожного діапазону, що вперед, що й назад. На комбайні передбачено чотири види рульового керування: задні колеса, всі колеса «собачий хід» і рульова автоматика з дією на задні колеса. При включеній автоматичній рульовій керуванні передній міст може додатково керуватися на косогорі. При дії на рульове колесо управління автоматично переключається на задні колеса. Значну маневреність комбайну забезпечують різні види рульового керування, великий кут повороту задніх коліс й мала міжосьова відстань 3,82 м. На коренезбиральному комбайні встановлені передні шини 710/70R38, задні шини 700/50-26,5, що забезпечують невеликий тиск рушіїв на ґрунт. Паливний бак об'ємом 610 л забезпечує паливом протягом робочого дня без дозаправки. Агрегати зрізання гички і копання коренів буряків працюють по системі із штовханням, що розміщені перед колесами передньої осі. Гичкоріз і копач є розділеними конструктивними вузлами. Гичкоріз обладнаний валом змільчування, шнеком транспортування гички, гичкошвирилкою з регулюванням дальності швирення, валом очистки і полозковим копірним дообрізчиком. Товщина обрізки і висота обрізки, що виконуються цим дообрізчиком залежно від стану коренів буряків можуть регулюватися з кабіни. Віброкопач має привід від ексцентрикового вала з боковим коливанням ± 30 мм для самостійного ведення по середині рядка. Транспортний вал забезпечує безперервну подачу коренів від підкопучих органів. Корені від копачів поступають на валковий механізм з приводом від циліндричних зубчастих коліс. Валковий механізм забезпечений реверсивним механізмом.

Всі механізми гичкоріза та копача мають гідропривід. Автоматично виконується керування глибини викопування, а також бокова компенсація

гичкоріза і копача на косогорах. На комбайні встановлена система очистки, яка складається із 5 роторних турбінних очисників.

Валковий очисник і роторні турбінні очисники встановлені на рамі, яка повертається на шарнірах перед заднім мостом й піднімається та опускається перед переднім мостом за допомогою двох гідроциліндрів. Плав буряків після валкового очисника розділяється на двох роторних турбінних очисниках з однаковим напрямком обертання і знову об'єднується при передачі на наступні. Довгий шлях очистки забезпечує інтенсивну очистку з незначними пошкодженнями коренів. Валковий механізм і роторні очисники мають гідропривід з безступінчатим регулюванням швидкості обертання. Проміжний бункер можна розвантажувати і в рухомий транспорт, і на польових кагатах.

Самохідний комбайн «HOLMER» фірми «HOLMER MASCHINEBAUGMBH» (рис. 1.2).

Комбайн обладнаний двигуном МАНД2876LF03, потужність якого становить 338 кВт. Привід ходової частини (задня і передня вісь) – механічний з приводом від двохшвидкісної роздільної коробки передач з гідравлічним приводом. Передній міст це портална планетарна вісь з керованими колесами і гальмами, задній – планетарна вісь з керованими колесами і гальмами. Обидва мости з поперечним блокуванням диференціала [3].

На комбайні встановлений роторний гичкоріз з автоматичним регулюванням висоти зрізу гички на всіх ножах, що виконується централізовано з кабіни водія. Дообрізка головок коренів буряків виконується ножами-дообріжчиками, висота дообрізки регулюється автоматично з кабіни водія. Зрізана гичка може розсіюватись по зібраному полі або вивантажуватись у причепи. Гичкоріз і копач підвішені до рами комбайна шарнірно, що дає можливість копіювати поверхню поля і забезпечувати якісне зрізання гички, дообрізку і викопування буряків. Викопування коренів виконується підкопуючими вібросошниками з автоматичним регулюванням глибини викопування. Передбачено можливість регулювання копачів на міжряддя 45, 48, 50, 60 см.



Рисунок 1.2 – Самохідний комбайн «HOLMER»

Очисник коренів на комбайні включає шість довгих шнекових валів, два коротких шнекових вали, один сепаруючий елеватор (реверсивний) та три сепаруючі турбіни (зірчасті) з автоматичним регулюванням числа обертів. У бункер буряк транспортується за допомогою встановленого в ньому шнека. Вивантаження буряка з бункера забезпечується вивантажувальним транспортером. Для забезпечення швидкого вивантаження коренів з бункера передбачено приводні поздовжні транспортери і поперечне скребкове дно бункера. На комбайні передбачено централізовану систему мащення. В кабіні водія є бортовий комп'ютер, що контролює потік коренів, функціонування гідросистеми й двигуна. Об'єм бункера 24 м³. Продуктивність комбайна до 1,5 га/год.

Отже, до основних переваг зарубіжних комбайнів можна віднести: невеликі затрати при збиранні на 1 га, можливість збирання на розворотній полосі й на просічних полосах незалежно від транспортних засобів, висока експлуатаційна надійність, висока маневреність, вільний огляд всього потоку коренів буряків з місця водія, обрізка гички та викопування коренів, якість збирання врожаю, інтенсивна очистка незначних пошкоджених коренів буряків.

1.4 Будова, робота та технічні дані базової машини

Коренезбиральні самохідні машини КС-6Б складаються з шасі з об'ємним гідроприводом на ходову частину, відбирача коренів, автомата керування, системи автоматичної сигналізації.

Машини КС-6Б поставляються зібрані, за винятком демонтованих дзеркал, склоочисників, елементів електрообладнання та інше.

До машини додаються комплекти запасних частин, інструментів і знаряддя, а також запасні частини, інструмент і приладдя для двигуна СМД-60 (комплектність згідно з паспортом двигуна).

Шасі коренезбиральних машин складається з несучої рами, яка опирається на мости ведучих коліс, силового агрегату, площадки водія з кабіною, а також електричною і гідравлічною системами.

Відбирач коренів складається з викопуючого пристрою (з ротаційно-вильчатими копачами, поздовжнього транспортера і бункера з розвантажуючим транспортером).

Вузли відбирача коренів змонтовані на основній рамі: поздовжній транспортер, бункер, вивантажувальний транспортер, стрічковий транспортер, копачі, шнековий очисник – на окремій рамі, яка приєднана до несучої рами шасі за допомогою одного шарніру.

У робочому положенні викопуючого пристрою, коли копачі заглиблені у ґрунт, рама опирається своїми кронштейнами на міст керованих коліс, а в транспортному – утримується гідроциліндром і фіксується механічним фіксатором.

Загальна будова машини КС-6Б відрізняється обладнанням основної рами шасі машини додатковим кріплення гідроциліндра для навішування змінного викопуючого пристрою з ротаційно вильчатими копачами.

У початковому робочому положенні, коли копачі заглиблені у ґрунт, рама викопуючого пристрою опирається через регулюючі кронштейни на зв'язані з ними опорні колеса, які виконують роль копіїв рельєфу поверхні ґрунту.

У процесі роботи, коли починається самозаглиблення копачів, рама через кронштейни опирається на передній міст керованих коліс шасі машини. У транспортному положенні змінні викопуючі пристрої утримуються на основній рамі шасі гідроциліндром і фіксуються механічним фіксатором.

Для встановлення гідроциліндра піднімання змінного викопуючого пристрою з ротаційно-вильчатими копачами і забезпечення “плаваючого” положення його в роботі, на основній рамі шасі додатково встановлений кронштейн з пазами. Машини обладнані автоматичною системою, яка контролює роботу основних вузлів і сигналізує водію про можливість порушень в їх роботі, а також автоматом керування.

Швидковідкриваючі капоти і щитки забезпечують безпеку в роботі з машиною і доступ до її агрегатів для обслуговування, огляду і ремонту. Машини обладнані зовнішніми освітлювальними приладами, необхідними для роботи в нічний час і руху по дорогах.

Буряк із застосуванням машини КС-6Б збирають потоковим або перевалочним способом залежно від розташування плантацій від цукрового заводу і забезпечення господарства транспортними засобами.

Гичкозбиральна машина зрізає гичку з шести рядків, очищає її від домішок землі і навантажує у транспортний засіб, що їде поряд, який відвозить гичку до місць силосування. Щоб скоротити необхідну кількість транспортних засобів місце силосування розташовують поблизу бурякової плантації.

Друга операція виконується коренезбиральною машиною, яка викопує корені, очищує їх від домішок і вантажить у транспорт, який їде поруч. При такому способі буряк відправляється безпосередньо на цукровий завод, а при перевалочному – вкладається у польовий бурт і потім навантажується в автомашини навантажувачем.

За допомогою автомата керування або вручну передні колеса машини направляються точно посередині міжрядь буряка.

Активні вилки наконечниками, які обертаються витягують корені із ґрунту і вводять їх у розхил дисків забірників. При цьому маса землі відокремлюється за

рахунок скидання їх наконечниками вилок, що обертаються в різні боки, а корені і залишена частина замлі захоплюється забірниками.

Підняті забірниками корені і земля виштовхуються лопатевими бітерами, які встановлені в кожному збірнику, на очисний пристрій рами, який складається з одного лопатевого бітера і блока з 3-х шнеків.

Під дією очисних елементів бітера і шнеків, що обертаються з різними швидкостями ворох коренів очищається від землі і рослинних домішок і транспортується на позовжній транспортер. Передавальний бітер сприяє кращому заповненню міжскребкового простору транспортера і тим самим підвищує його продуктивність. Поздовжній транспортер подає корені в бітер, звідти вони горизонтальним стрічковим транспортером переміщуються на поперечний транспортер бункера, який подає їх на розвантажувальний транспортер і вантажить у кузов транспорту, який іде поруч. Технічні дані машин КС-6Б наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні дані машини КС-6Б

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Робоча ширина	м	2,7
Кількість рядків, що викопуються	шт.	6
Ширина міжрядь	мм	450 ± 30
Кількість обслуговуючого персоналу	люд.	1
Конструктивна маса машин (суха) КС-6Б	кг	8700 ± 250

Висновки по розділу

Темою дипломного проекту є модернізація коренезбиральної машини КС-6Б, тобто розширення її універсальності шляхом розробки варіанту викопуючого пристрою з робочими органами ударно-імпульсної дії. Основними недоліками викопуючого пристрою вильчатого типу є його складність, висока металомісткість, при збиранні коренеплодів недоліком є значна засміченість потоку коренеплодів грудками ґрунту, особливо у 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 наявності грудок ґрунту у потоці коренеплодів.

Запропонована конструкція викопуючого пристрою розрахована для використання у природно-виробничих умовах аналогічно викопуючому пристрою вильчатого типу. Вона складається з викопуючих органів у конструкції яких підкопування, розрихлення ґрунту, викопка коренеплодів виконується чотирма лемешами, закріпленими на маточинах, розташованих на осях ланцюгового редуктора; при цьому осі встановлені під кутами аналогічно дисковим робочим органам. У просторі між лапами встановлені підпорні пружинні пальці, які піддержують коренеплоди при викопці, утворюють робоче русло, яким коренеплоди піднімаються і транспортуються на шнековий очисник машини. Завдяки застосуванню пружинних пальців забезпечується ефективна сепарація ґрунту.

РОЗДІЛ 2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Обґрунтування основних параметрів машини

2.1.1 Обґрунтування і опис змін, внесених в конструкцію базової машини КС-6Б

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 лемішами, 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 [4] 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 [8].

2.1.2 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, 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 $n \approx 175$ об/хв

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

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

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

2.1.3 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 $t = 19,05 \text{ мм}$ заданий ресурс не гарантується $N_p < N_{19,05}$. Для другої передачі заданий ресурс гарантується із

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

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	[9, табл.1]	0,92	0,96
Потужність, що передається, N , кВт	N/η , [9, стор.10]	5,22	4,4
Коефіцієнт типу ланцюга для ланцюга типу ПР	[9,табл.3]	1	1
Коефіцієнт рядності C_p	[9, табл.2]	1	1
Коефіцієнт регулювання натягу ланцюга, C_H	[9, табл. 4]	1	1
Коефіцієнт валів, C_B	$C_B = 0,9^{W-2}$ [9, 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	[9, табл. 5]	0,8	0,86
Число зубів ведених зірочок	з кінематичного розрахунку	17	32
Граничне збільшення середнього кроку ланцюга, $\Delta t_{сеп}, \%$	ГОСТ 23.2.54-82	3	3

Продовження таблиці 2.2

Ресурс еталонного ланцюга, T_E , год	[9, табл. 6]	15000	15000
Коефіцієнт довговічності, C_D	$C_D = \sqrt[3]{T_E / T}$ [9, стор. 13]	2,2	2,2
Коефіцієнт мащення, C_C	[9, 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
Таблична потужність, кВт Для першої передачі: ($t = 19,05$ мм; $n = 270$ хв ⁻¹) ($t = 25,4$ мм; $n = 270$ хв ⁻¹) Для другої передачі: ($t = 19,05$ мм; $n = 511$ хв ⁻¹) ($t = 25,4$ мм; $n = 511$ хв ⁻¹)	[9, табл. 8]	5,2 14,2	7,6 24

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

$$V = \frac{z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 1000},$$

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

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

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

2.1.4 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 $w_1 = 53,5 \text{ рад/с}$.

Матеріал вала – сталь 45, нормалізована, $\sigma_{\text{ПЧ}} = 610 \text{ Н/мм}^2$, $\sigma_{\tau} = 360 \text{ Н/мм}^2$, 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, яким 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, $K_B = 1,05$;

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

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

N – потужність на валу,

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

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

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, $k_f = 1$;

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

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

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

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

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

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:

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

Діаметр вихідного кінця вала:

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

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

Границі виносливості сталі 45:

- 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:

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

де W – момент інерції перерізу вала під зірочкою,

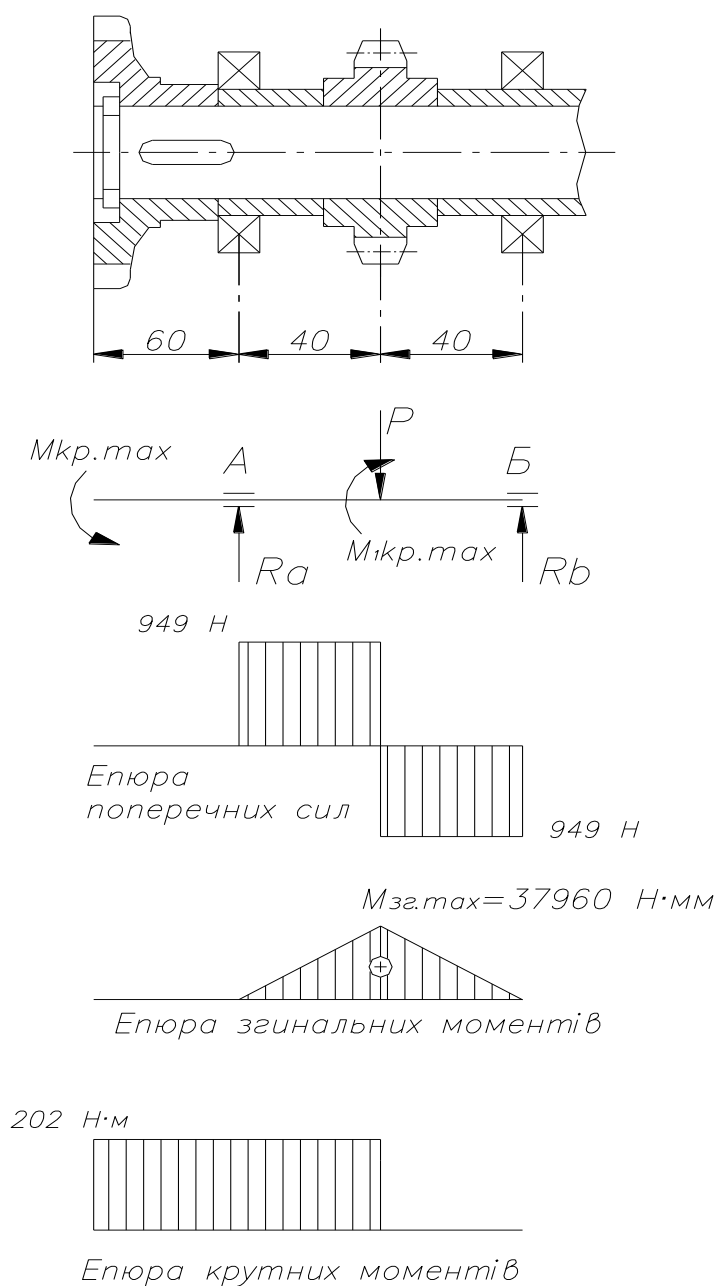


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема і епюри моментів ведучого вала

ланцюгового редуктора приводу роторного копача

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

Дотичні напруження нульового циклу для перерізу під зірочкою:

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

де W_K – момент опору перерізу вала при крученні:

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

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

Масштабний фактор для вала $d = 35 \text{ мм}$:

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

Коефіцієнти, що враховують вплив постійної складової циклу для середньо вуглецевих сталей:

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

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

Коефіцієнт запасу міцності по нормальних напруженнях:

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

Коефіцієнт запасу міцності по дотичних напруженнях:

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

Отже, міцність і жорсткість забезпечено.

2.1.5 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 приймемо 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 [5]

$$C_r = 32 \text{ кН}; \quad C_{OЧ} = 17,8 \text{ кН.}$$

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

Коефіцієнт радіального навантаження для радіальних підшипників $X = 0,56$;

Коефіцієнт безпеки $K_B = 1,3$;

Температурний коефіцієнт $K_T = 1$;

Визначаємо відношення:

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

$$\frac{R_a}{C_{OЧ}} = \frac{190}{17\,800} = 0,011.$$

Із [5] знаходимо коефіцієнт впливу осьового навантаження $e = 0,18$.

Коефіцієнт осьового навантаження $Y = 2,3$.

По співвідношенню $\frac{R_a}{VR} < e$ 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

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

Визначаємо довговічність підшипника

$$L_{10h} = \frac{10^6}{573 \cdot w_1} \cdot \left(\frac{C_q}{R_E} \right)^3 = \frac{10^6}{573 \cdot 53,5} \cdot \left(\frac{32 \cdot 10^6}{1\,233} \right)^3 = 570\,000 > L_h.$$

Підшипник відповідає вимогам довговічності і вантажопідйомності.

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

Визначаємо значення розрахункового крутного моменту M_P за формулою:

$$M_P = \frac{9\,740 \text{ Н} \cdot K_E}{n},$$

де N – потужність на приводному валу горизонтального валу приводу кореневицючих роторних органів, з попереднього розрахунку $N = 5,22 \text{ кВт}$;

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

K_E – коефіцієнт експлуатації,

$$K_E = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4.$$

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 [10] приймаємо ланцюгову муфту з кроком 25,4 мм 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 0,2 мм.

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.

2.1.7 Розрахунок зубчатого (шліцевого) з'єднання

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

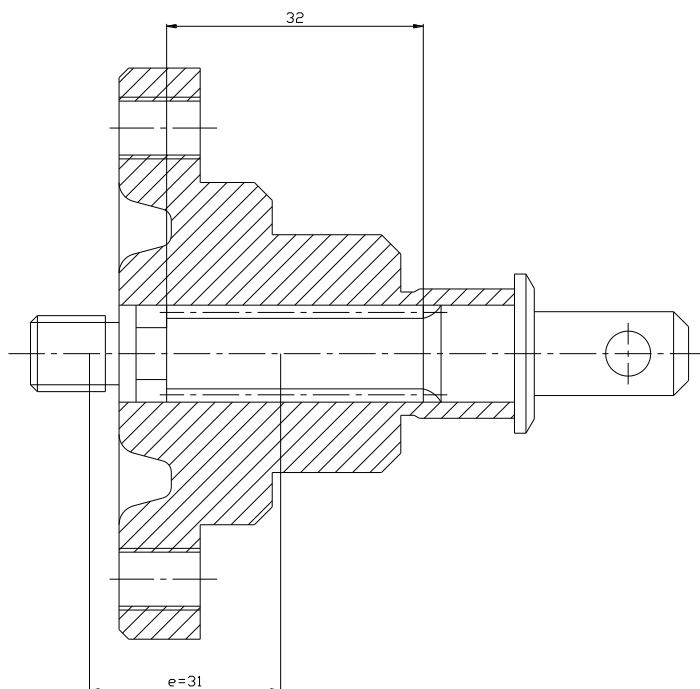


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема шліцевого з'єднання

Шліцеве з'єднання згідно ГОСТ 1139-58 з номінальними розмірами 6х26х30.

Вихідні дані для розрахунку:

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

Розрахункова частота обертів $n_{OB} = 171$ хв⁻¹.

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

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

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

Із [10] визначаємо умовний сумарний статичний момент площі робочих поверхонь з'єднання відносно осі вала $S_F = 118$ ³/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 $\sigma_T = 55$ МПа.

Коефіцієнт запасу міцності при розрахунку на зминання приймаємо $n = 1,4$; [6, 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 $K_3 = 1$, [6].

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 [6] $K_{KP} = 1,7$.

Коефіцієнт змінності навантаження при роботі здебільшого із середніми навантаженнями $K_H = 0,57$;

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

Коефіцієнт динамічного навантаження [6]

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

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.

2.1.8 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

$$[\sigma]_{3M} = 150 \text{ Н/мм}^2; \quad [\tau]_{3P} = 90 \text{ Н/мм}^2;$$

Умова міцності на зминання:

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

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

Умова міцності на зріз:

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

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

Умови міцності шпонки на зріз і зминання забезпечені.

2.2 Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі КСБ-07101

2.2.1 Роль технологічної підготовки

Одним із показників раціональної підготовки виробництва є зменшення трудомісткості і строків проведення всього підготовчого циклу, основну частину якого у машинобудівному виробництві включають проектні роботи, виготовлення і наладка спеціальних засобів технологічної оснастки.

Виконання цих вимог значною мірою залежить від складу і кількості верстатних пристосувань, які є найбільш трудомістким видом оснастки. Її потрібно вибирати з врахуванням конкретних умов виробництва, що підготовляється. Залежно від масштабів виробництва і технологічних факторів

верстатні пристосування за призначенням і конструкцією можуть бути поділені на універсальні, універсально-налагоджувальні, універсально-групові, збірно-розбірні і спеціальні.

Однією з основних задач проекту є ознайомлення з типами пристосіблень, основ конструювання, а також їх модернізація.

2.2.2 Вибір заготовки

При виборі заготовки для заданої деталі визначають метод її отримання, визначають конфігурацію, розміри, допуски, припуски на обробку і формують технічні вимоги на виготовлення.

Основним при виборі заготовки є забезпечення потрібної якості готової деталі при її мінімальній собівартості.

У даному випадку найбільш раціональною заготовкою буде відливка. Вона повинна відповідати технічним умовам. Заготовку перевіряють на хімічний склад, механічні властивості, присутність внутрішніх дефектів. Важливим для даної заготовки є виключення рихлот, раковин, сторонніх включень. Поверхня відливки повинна бути чистою без пригарів, споїв, плек, наливів і механічних дефектів. Заготовку після лиття потрібно піддати штучному старінню, для того, щоб у подальшому не було відхилень від прямолінійності.

Для серійного виробництва виготовлення такої відливки в основному забезпечується формуванням з механічним вийманням дерев'яної моделі, із заливкою у сирі і підсушені форми.

Таке лиття дозволяє отримати відливки підвищеної точності з низькою шорсткістю поверхні. Для якісного лиття доцільно використовувати чавуни. Отже, для даної заготовки виберемо сірий чавун СЧ 20 ГОСТ 1412-79. Допустимим відхиленням для даної заготовки є 0,8мм на розмір [8].

Після виготовлення заготовки її доцільно піддати відпалу (при $T_{\max} = 500 - 550^{\circ}\text{C}$, $t = 6 - 18$ год для знаття напружень.

Точність заготовки повинна бути середньою, тобто 11-12 квалітет, так як поверхні будуть оброблятися [8].

Шорсткість відливки повинна бути до $R_{\alpha} = 40$ мкт, а допуски розмірів IT14 – IT17.

2.3 Визначення припусків на механічну обробку

Припуск – це шар матеріалу, який видаляється з поверхні заготовки для досягнення заданих якостей оброблюваної поверхні. Розрахунковою величиною є мінімальний припуск на обробку, який достатній для виправлення похибок і дефектів поверхневих слоїв.

Визначення припусків будемо проводити табличним методом.

Зовнішня поверхня Ø224h11(-0,29); точіння напівчисте і припуск 1мм, Ø226h11.

Торці заготовки: квалітет точності 11; припуск 2мм.

Внутрішня поверхня Ø55H9(+0,074); точіння напівчистове плюс чистове, припуск (1,5+0,4)мм; Ø51H9.

Канавки: точіння чистове, квалітет точності 9; припуск 1мм.

2.4 Оцінка технологічності

1. Конструкція деталі середньої складності.
2. Всі поверхні деталі зручні і доступні для контролю розмірів.
3. Точність даних поверхонь деталі дозволяє застосування високо-продуктивних методів обробки.
4. Габаритні розміри деталі є невеликими. Товщини стінок даної деталі забезпечують їх достатню жорсткість.
5. Нетехнологічних поверхонь на деталі немає.
6. На даній деталі далеко доступних для обробки поверхонь немає.
7. Заготовка для виготовлення деталі одержується литтям.
8. За технологічні бази можна використовувати кілька поверхонь. Отже, з точки зору якісної оцінки дана деталь є технологічною.

2.5 Маршрут механічної обробки

1. Токарна операція.

- 1.1 Підрізати торець у розмір (1)
- 1.2 Підрізати торець у розмір (2)
- 1.3 Підрізати торець у розмір (3)
- 1.4 Підрізати торець у розмір (4)
- 1.5 Обточити поверхню у розмір (6)
- 1.6 Розточити фаску у розмір (5)
- 1.7 Обточити поверхню у розмір (7) (9)
- 1.8 Розточити отвір у розмір (10) з одночасною розточкою фаски в розмір
- 1.9 Підрізати торець у розмір (8) (11) з одночасною розточкою канавки в розмір (12) (13) (14)

2. Токарно-гвинторізна (1)

- 2.1 Підрізати торець у розмір
- 2.2 Розточити отвір у розмір (2) (1)

3. Горизонтально-протяжна

- 3.1 Протягнути шпонковий паз у розмір (2) (1) (3)

4. Слюсарна

- 4.1 Зачистити завусениці, гострі кромки притупити

5. Токарно-гвинторізна

- 5.1 Обточити поверхню у розмір (2)
- 5.2 Проточити послідовно вісім канавок у розмір (6) (1) (5) (4) (3)

6. Токарно-гвинторізна

- 6.1 Проточити послідовно профіль восьми ручаїв у розмір (3) (4) (7) (5) (8) (2) (6) (1)
- 6.2. Проточити радіуси у розмір (9) по вершинах ручаїв послідовно

7. Вертикально-свердлильна

- 7.1 Свердлити отвір спочатку до $\varnothing 4,95^{-0,27}$ у розмір (1) (2)
- 7.2 Зняти накладний кондуктор
- 7.3 Змінити інструмент (4)

7.4 Зенкувати фаску у розмір

7.5 Змінити інструмент

8. Слюсарна

8.1 Очистити отвір від стружки

9. Слюсарна

9.1 Нарізати різьбу у розмір $\textcircled{3}$ $\textcircled{5}$

10. Балансировочна

10.1 Балансувати деталь, зазначити місце незрівноваженої маси

10.2 Свердлити отвір на поверхні $\Gamma \varnothing 10$ мм і глибиною не більше 20 мм.

10.3 Балансувати ще раз, величина незрівноваженої маси не повинна перевищувати 12 г на $\varnothing 167$.

10.4 Повторити перехід 2 при величині незрівноваженої маси більше 12 г.

11. Контроль

11.1 Перевірити величину незрівноваженої маси (не повинна перевищувати 12 г на $\varnothing 167$).

12. Технічний контроль.

2.6 Розрахунок конусної оправки

Розрахунок конусної оправки (рис. 2.3) проводимо згідно [1].

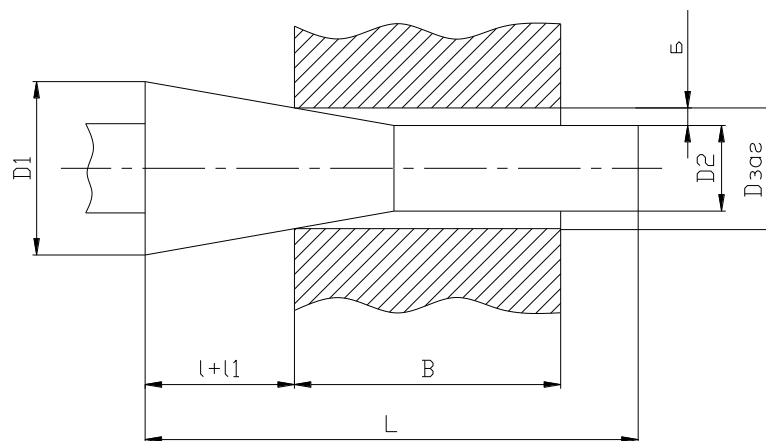


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема конусної оправки

Враховуючи, що $B > 1,5D_{34\Gamma}$, тобто $100 > 82,5\text{мм}$ оправку потрібно конструювати з посадкою на конус і циліндричну частину.

1. Рекомендована конусність

$$K = 2\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{100} \div \frac{1}{300} \cong 0,02.$$

2. Найбільший діаметр конуса

$$D_1 = D_{32\max} + \delta = 55,074 + 0,02 \div 0,05;$$

$$D_1 = 55,074 + 0,035 = 55,109\text{ мм.}$$

3. Довжина конусної частини, яка забезпечує натяг заготовки

$$l = \frac{D_1 - D_{32\max}}{K} = \frac{55,109 - 55,074}{0,02} = 1,75\text{ мм.}$$

4. Довжина конусної частини, що враховує відхилення отвору заготовки

$$l = \frac{D_{32\max} - D_{32\min}}{K} = \frac{55,074 - 55}{0,02} = 3,7\text{ мм.}$$

5. Загальна довжина оправки

$$L = l + l_1 + B + (0,3 - 0,5)D_{32} = 1,75 + 3,7 + 100 + 0,4 \cdot 55,074 = 127,47\text{ мм.}$$

6. Найменший діаметр

$$D_2 = D_{32\min} - 2\delta = 55 - 2 \cdot 0,035 = 54,93\text{ мм.}$$

7. Найбільший посадочний зазор на сторону

$$\delta = \frac{D_{32\max} - D_{32\min}}{2} = \frac{55,074 - 55}{2} = 0,037\text{ мм.}$$

2.7 Вибір режимів різання для протяжної операції

У даному технологічному процесі протягування використовується для виготовлення шпонкового паза.

Елементами різання при протягуванні є периметр різання, подача на один зуб і швидкість різання. Чавун СЧ20 відноситься до I групи швидкості різання при протягуванні.

Отже, за [8] швидкість різання для протяжки із швидкоріжучої сталі Р6М5 буде 10м/хв (при $R_a = 3,2 - 6,2$ мкт; точності 8-9-го квалітетів).

Подача на зуб для протяжки [8] 0,05-0,2мм.

Знаючи подачу на зуб S_z , можна визначити силу різання.

За [8, табл.54] сила різання, яка приходить на 1мм довжини леза зуба протяжки буде $P \approx 134 \div 326$ Н.

Периметр різання рівний довжині оброблюваного контуру заготовки, тобто $B = 100$ мм.

Сила різання при протягуванні

$$P_z = P \Sigma B = (134 \div 362) \cdot 100 = (1,3 \div 3,6) \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

Для протягування використовується горизонтально-протяжний верстат 7Б57. Потужність верстату $N = 37$ кВт; сила тяги 400кН, що повністю задовольняє умову $P_{z \max} \approx 36$ кН.

Максимальна швидкість протягування, яку розвиває верстат 6,15м/хв.

Отже, приймаємо швидкість різання $V \approx 5$ м/хв, так як 10м/хв верстат забезпечити не може. Але навіть така швидкість різання у два рази є більшою від тієї, що закладена у дану технологію.

2.8 Зміни маршруту механічної обробки

Проаналізувавши заданий технологічний процес, можна зробити деякі зміни у маршруті механічної обробки для його покращення.

Операція токарно-гвинторізна (розточувати отвір у розмір $\textcircled{2} \textcircled{1}$) її можна замінити на зенкерування. Зенкер забезпечить таку чистоту поверхні $R_a = 2,5$ мкм, а також дозволяє значно підвищити швидкість різання. Подача при зенкеруванні $S_z = 1,8 \div 2,2$ мм/об, а подача при чистовому точінні $0,06 \div 0,12$ мм/об. До того ж не потрібно ніяких спеціальних пристосувань. Зенкер закріплюють у пінолі задньої бабки верстату.

Також доцільно було б обробляти задану деталь на токарно-револьверному верстаті, наприклад, 1365.

У такому випадку багато операцій можна було б об'єднати і зменшити кількість установок. А це значно зменшило б час обробки і підвищило продуктивність. При такій обробці також легше добитися постійності розмірів і співвідношенні поверхонь.

Також доцільно було б обробляти деталь на верстаті з числовим програмним керуванням.

Висновки по розділу

Проектування технологічного процесу виготовлення деталі поглиблює знання з технології виготовлення сільськогосподарських машин, знайомить з основними видами пристосувань, а також основ конструювання. Також знайомить із основними типовими технологічними процесами і їх розробкою. Важливе значення приділяється вибору заготовки, визначенню припусків на обробку та режимів різання.

Після дослідження типового технологічного процесу робимо висновок, що операцію чистового розточування краще замінити на зенкерування, а при протягуванні шпонкового паза швидкість різання можна збільшити у два рази. Також доцільно було б перевести виготовлення деталі на токарно-револьверний верстат 1365, що значно скоротить час обробки, підвищить якість і продуктивність.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Вимоги техніки безпеки при експлуатації машини КС-6Б

Нахили агрофону не повинні перевищувати 2°.

До роботи з технічного обслуговування, транспортування, обкатці і використанні машини допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку, інструктаж з техніки безпеки і протипожежної безпеки при наявності відповідного посвідчення.

При одночасному обслуговуванні, ремонту машин кількома виконавцями необхідно призначити старшого групи, доручивши йому контроль за дотриманням правил техніки безпеки (черговості робіт).

У машині повинна бути аптечка з необхідними медикаментами.

Працювати необхідно у зручному одязі, щоб не допустити його попадання у рухомі частини машини.

Інструменти, прилади і обладнання для технічного обслуговування і ремонту повинні використовуватись тільки за своїм призначенням, бути справними і забезпечити безпечність проведення робіт.

Не допускається перевезення вантажів у бункері.

3.1.1 Роботи перед запуском та в процесі запуску машини

Перед запуском потрібно впевнитися у справності механізму блокування запуску.

Перед запуском двигуна ручка переключення діапазонів повинна бути у нейтральному положенні, а педалі керування гідронасосом у одній площині.

При цьому важіль керування гідронасосом повинен знаходитися у вертикальному положенні. Муфта приводу робочих органів повинна бути виключена.

Перед включенням передачі, а також початком руху водій повинен впевнитися у відсутності сторонніх осіб на машині або біля неї і дати попереджувальний звуковий сигнал.

Необхідно систематично перевіряти справність і надійність роботи гальм рульового керування механізму переключення діапазонів. Категорично забороняється працювати з несправним рульовим керуванням, гальмівною системою, електроосвітленням і сигналізацією [7].

3.1.2 Вимоги до безпеки в процесі роботи машини і переїздах

При русі машини водій повинне знаходитися на сидінні. Забороняється перебування сторонніх осіб на працюючій машині або біля неї.

Заборонюється очищати, ремонтувати або регулювати вузли під час руху машини.

Забороняється експлуатувати машину без запобіжних кожухів і огорож карданних, пасових і ланцюгових передач.

Надівати паси на шківи і ланцюги на зірочки, а також змащувати підшипники під час роботи машини забороняється.

Забороняється працювати на машині при ослаблених кріпленнях вузлів і агрегатів.

Забороняється чіпати руками робочі органи машини при працюючому двигуні.

При роботі машини металеві труби гідроприводу на ходову частину можуть нагріватися до 80-100⁰С. Бережіться опіків.

При переведенні навантажувального транспортера з робочого у транспортне положення (або навпаки) попередньо необхідно впевнитися у наявності вільного простору, відсутності ліній електропередач та інше. Оскільки, за габаритний розмір транспортера за висотою при переведенні перевищує 4м.

Швидкість руху машини при значних нахилах дороги повинна бути до 4км/год, поздовжнім кутом нахилу до 7%.

При поворотах і розворотах швидкість потрібно зменшити до 3км/год.

При тривалих переїздах машини (більше 15-20км) паси приводу робочих органів потрібно зняти.

Рух дорогами загального користування проводиться відповідно до “Правил дорожнього руху” і при включених безперервних маячках оранжевого або білого кольорів.

Транспорт, швидкість якого рівна або перевищує максимальну швидкість руху машини обганяти забороняється особливо з настанням темноти.

Переїжджати у тунелях, через греблі, мости (якщо дозволяють габарити і вантажопідйомність) потрібно тільки на пониженій швидкості при включених безперервних маячках [19].

3.1.3 Вимоги безпеки після зупинки машини

Після зупинки машини необхідно обов’язково перевести ручку переключення діапазонів у нейтральне положення.

При заміні мастила у перші 20-30хв після зупинки двигуна, необхідно бути обережним, щоб уникнути опіків.

Щоб уникнути випадкового руху машини з місця, водій повинен перед виходом із кабіни при працюючому двигуні заблокувати педалі керування гідронасосом засувкою і загальмувати машину стоянковим гальмом.

Необхідно систематично перевіряти надійність роботи рульового керування та гальм.

3.1.4 Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні та ремонтах

Всі види регулювань і технічного обслуговування виконуються при виключеному двигуні (крім деяких регулювань двигуна і діагностики).

Забороняється що-небудь робити під машиною, якщо копачі підняті і під колеса не підставлені упори-клини.

При м'якому ґрунті під домкрат кладуть міцну дошку при проведенні технічних оглядів або ремонті потрібно підняти одну із сторін машини, користуються домкратом вантажопідйомністю не менше 5т.

Не можна знаходитись під машиною, яка піднята на домкрат. Місця встановлення домкрата і опор для піднімання різних частин машини вказано на машині.

Висновки по розділу

Таким чином, експлуатації машини КС-6Б потрібно дотримуватися всіх правил з техніки безпеки та охорони праці, які описані вище, для запобігання аварійних ситуацій та травматичних випадків.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

4.1 Визначення показників порівняльної економічної ефективності

Економічну ефективність модернізованої машини, тобто, на якій взамін вильчатих підкопуючих органів встановлено роторні копачі ударно-імпульсної дії, досягнуто за рахунок спрощення конструкції, що дало можливість зменшити трудомісткість виготовлення, зменшити металомісткість машини, що у свою чергу привело до зменшення ціни машини. Застосування нових робочих органів привело до підвищення продуктивності праці і зменшення кількості коренеплодів, які потребують доочистки.

Економічну оцінку ефективності внесених змін машини при збиранні виконаємо за методикою згідно ГОСТ 23728-88. Методи економічної оцінки. «Техніка сільськогосподарська», порівнявши затрати на базову і модернізовану машину.

Приведені затрати на одиницю наробітку – на 1га визначаються за формулою [11]:

$$\Pi = I + KE,$$

де I – прямі експлуатаційні затрати на одиницю наробітку;

K – капітальні вкладення на одиницю наробітку;

E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Прямі експлуатаційні затрати на одиницю наробітку визначаються за формулою [11]

$$I = Z + \Gamma + P + A + \Phi,$$

де Z – затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу;

Γ – затрати на паливно-мастильні матеріали;

P – затрати на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт;

A – затрати на реновацію;

Φ – інші затрати (при наявності).

Затрати праці у люд.год на одиницю наробітку при виконанні машиною виробничого процесу визначаємо за формулою [11]:

$$T = \frac{L}{W},$$

де L – кількість виробничого персоналу на обслуговуванні техніки;

W – продуктивність машини.

Затрати на реновацію машини на одиницю наробітку визначаємо за формулою [11]:

$$A = \frac{B \cdot a}{W \cdot T_3},$$

де a – коефіцієнт відчислення на реновацію;

T_3 – річне завантаження технічних засобів;

B – балансова ціна машини.

Капітальні вкладення на машину на одиницю наробітку визначаємо за формулою [11]:

$$K = \frac{B}{W \cdot T_3}.$$

Затрати на технічне обслуговування і ремонти поточний і капітальний визначаємо за формулою [11]

$$P = \frac{B(\chi_T + \chi_K)}{W_{\text{експ}} \cdot T_3},$$

де χ_T – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування;

χ_K – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

$W_{\text{експ}}$ – продуктивність агрегату за 1 годину експлуатаційного часу.

Затрати на паливно-мастильні матеріали на одиницю наробітку визначаємо за формулою [11]:

$$\Gamma = q \cdot \Pi,$$

де q – розхід паливно-змащувальних матеріалів на одиницю наробітку;

C – ціна 1 кг палива.

Балансова ціна машини

$$B = C \cdot K,$$

де C – оптова ціна машини;

K – коефіцієнт переведу з оптової ціни на балансову.

Проводимо розрахунки економічної ефективності на базову і нову машину, дані зводимо у таблиці.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності базової і модернізованої машини

Показники	Базовий варіант	Новий варіант
1	2	3
1. Характеристики машин [8]		
1.1 Машини, що порівнюються	КС6Б-01	КС6Б-09М
1.2 Оптова ціна машин, тис. грн.	224	216
1.3 Продуктивність за годину основного часу	0,96	1
1.4 Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	1
1.5 Витрати пального, кг/га	15,8	15,8
2 Інші показники [12]		
2.1 Урожайність коренеплодів, ц/га	300	300
2.2 Процент коренеплодів, що потребують доочистки, %	7	4
2.3 Коефіцієнт переведу оптової ціни в балансову	1,1	1,1
2.4 Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень	0,15	0,15
2.5 Процент відчислень на реновацію по основній роботі на сільськогосподарську техніку	14,2	14,2
2.6 Процент відрахувань на:		
- поточний ремонт і техогляд для основної роботи, %	10 5	10 5
- на капітальний ремонт, %		
2.7 Річне завантаження, год.	300	300
2.8 Розряди обслуговуючого персоналу по основній роботі	VI	VI
2.9 Погодинна ставка (з врахуванням всіх видів доплат) грн.	1,847	1,847

Таблиця 4.2 – Розрахунок економічної ефективності базової і модернізованої машини

Базовий варіант – машина КС6Б-01	Новий варіант – машина КС6Б-09М	Різниця показників
$T = \frac{1}{1,5} = 0,66 \text{ люд./га}$	$T = \frac{1}{1,6} = 0,63 \text{ люд./га}$	0,03
$3 = \frac{1,847}{1,5} = 1,23 \text{ грн./га}$	$3 = \frac{1,847}{1,6} = 1,15 \text{ грн./га}$	0,08
$A = \frac{1,1 \cdot 224000 \cdot 14,2}{100 \cdot 1,5 \cdot 300} = 77,75 \text{ грн./га}$	$A = \frac{1,1 \cdot 216000 \cdot 14,2}{100 \cdot 1,6 \cdot 300} = 70,29 \text{ грн./га}$	7,46
$P = \frac{1,1 \cdot 224000 \cdot (10+5)}{100 \cdot 0,96 \cdot 300} = 128 \text{ грн./га}$	$P = \frac{1,1 \cdot 216000 \cdot (10+5)}{100 \cdot 1 \cdot 300} = 118,8 \text{ грн./га}$	9,2
$\Gamma = 1,6 \cdot 15,8 = 25,28 \text{ грн./га}$	$\Gamma = 1,6 \cdot 15,8 = 25,28 \text{ грн./га}$	0
$I = 3 + A + P + \Gamma = 1,23 + 77,75 + 128 + 25,28 = 232,26 \text{ грн./га}$	$I = 3 + A + P + \Gamma = 1,15 + 70,29 + 118,8 + 25,28 = 215,43 \text{ грн./га}$	16,83
$K = \frac{1,1 \cdot 224000}{1,5 \cdot 300} = 547,56 \text{ грн./га}$	$K = \frac{1,1 \cdot 216000}{1,6 \cdot 300} = 547,56 \text{ грн./га}$	52,56
$\Pi_B = 0,15 \cdot 547,26 + 232,26 = 314,4 \text{ грн./га}$	$\Pi_B = 0,15 \cdot 459 + 215,43 = 289,7 \text{ грн./га}$	24,7

4.2 Розрахунок економічного ефекту від підвищення ефективності очистки коренеплодів при викопці робочими органами ударно-імпульсного типу

Виходячи з даних (протокол ВНІМОЖ, 1991 р.) випробувань робочих органів ударно-імпульсного типу комбайна «Вікон» порівняно з робочими органами вильчатого типу машини КС6Б-01 кількість коренеплодів у загальному потоці, що потребують додаткової ручної доочистки становить відповідно 4 і 75.

Затрати праці на доочистку 1ц коренеплодів цукрових буряків (протокол №29-180-83 ВНІМОЖ) складають 0,35 люд.-год./ц. При розрахунковій врожайності 300 м/га цукрових буряків і при річному виробітку 300 га річний економічний ефект від підвищення якості очистки складе

$$\varepsilon_{(\partial\partial\partial\partial)} = \frac{\mathcal{K}(q_1 - q_2)}{100} \cdot Q_{P.O} \cdot K \cdot \mathcal{Z}_P \cdot K_{TP},$$

де $\mathcal{K}$ – розрахункова врожайність, ц/га;

q_1 і q_2 – процент ручної доочистки коренеплодів по базовому і новому варіанту відповідно;

$Q_{P.O}$ – затрати на доочистку, люд.-год./ц;

K – почасова оплата при доочистці;

$\mathcal{Z}_P$ – розрахунковий сезонний наробіток на машину;

K_{TP} – коефіцієнт, що враховує зменшення транспортуючих затрат.

$$\varepsilon_{(\partial\partial\partial\partial)} = \frac{300 \cdot (7 - 4)}{100} \cdot 0,35 \cdot 0,89 \cdot 300 \cdot 1,01 = 92,52 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від впровадження нової машини (порівняно з базовою) ε_P визначаємо за формулою [11]

$$\varepsilon_P = \mathcal{Z}_P (\Pi_B - \Pi_H + \varepsilon),$$

де Π_B – приведені затрати на одиницю наробітку на базову машину;

Π_H – приведені затрати на одиницю наробітку на базову машину;

ε – економічний ефект від вивільнення робочої сили;

$\mathcal{Z}_P$ – річне завантаження машини.

Тоді

$$\varepsilon_P = 300 [314,4 - 289,7 + (1,23 - 1,15)] = 7\,434 \text{ грн.}$$

Сумарний річний економічний ефект з врахуванням зменшення затрат на доочистку порівняно з базовою машиною

$$\varepsilon_{P.C} = \varepsilon_P + \varepsilon_{(\partial\partial\partial\partial)} = 7434 + 925,2 = 8359,2 \text{ грн.}$$

Економічний ефект порівняно з базовою від використання за строк служби машини визначаємо за формулою [11]

$$\varepsilon_{C.C} = \frac{\varepsilon_P}{a_H + E},$$

де a_H – коефіцієнт відчислення на реновацію;

E – нормативний коефіцієнт капітальних вкладень

$$\varepsilon_{C.C} = \frac{7434}{0,142 + 0,15} = 25\,459 \text{ грн.}$$

Сумарний економічний ефект за строк служби машини порівняно з базовою машиною з врахуванням зменшення затрат на доочистку

$$\varepsilon_{C.C}(CUM) = \varepsilon_{C.C} + \varepsilon_{дооч} \cdot T_e = 25\,459 + 925,2 \cdot 8 = 32\,861 \text{ грн,}$$

де $T_e = 8$ років – строк служби машини згідно технічних умов на машину.

Висновки по розділу

Аналіз економічних розрахунків показує, що впровадження машин з робочими викопуючими органами ударно-імпульсного типу при збиранні коренів цукрового буряка дає можливість порівняно з базовою машиною зменшити приведені затрати з розрахунку на 1 га зібраної площі з 314,4 до 289,7 грн, зменшити трудові затрати з 0,66 до 0,63 люд/га.

Сумарний річний економічний ефект від експлуатації нової машини порівняно з базовою машиною складає 8359,2 грн.

Сумарний економічний ефект порівняно з базовою машиною від використання за строк служби нової машини складає 32861 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломному проекті при удосконаленні базової машини застосовано нові робочі органи ударно-імпульсного типу, якими замінили вильчаті робочі органи. За рахунок такої модернізації досягнуто значного спрощення конструкції машини, що дало змогу зменшити металомісткість, трудомісткість виготовлення, що у свою чергу привело до зменшення ціни машини.

При розробці технологічного процесу механічної обробки деталі КС6-07101 операцію чистового замінено на зенкерування, при протягуванні шпонкового паза швидкість різання збільшено у два рази. Доцільно перевести виготовлення деталі на токарно-револьверний верстат 1365, що значно скорочує час обробки, підвищує якість і продуктивність.

Використання нових робочих органів сприяло підвищенню продуктивності праці і зменшенню кількості коренеплодів, які потребують додаткової очистки з 7% на базовій машині до 4% на новій машині.

Аналіз економічних розрахунків показує, що впровадження машини дає можливість порівняно з базовою машиною: зменшити приведені затрати з розрахунку на 1га зібраної площі з 314,4 до 289,7 грн; зменшити трудові затрати з 0,66 до 0,63 люд./га.

Річний економічний ефект від збільшення ефективності очистки становить 925.2 грн.

Сумарний річний економічний ефект від експлуатації нової машини порівняно з базовою складає 8359,2грн.

Сумарний економічний ефект порівно з базовою машиною від використання за строк служби нової машини складає 32861грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боженко Л.І. Проектування та виробництво заготовок. Львів : Світ, 1996.
2. Бурякозбиральний комбайн фірми HOLMER. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.agriaffaires.com.ua/holmer-terra-dos-t4-40.html> (дата звернення: 05.04.2023).
3. Бурякозбиральний комбайн фірми Kleine. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.agriaffaires.com.ua/kleine-sf-10.html> (дата звернення: 05.04.2023).
4. Бурякозбиральні машини. Навчальний посібник. Під ред. Л.В. Погорілого. Київ : Техніка, 1983. 432 с.
5. Деталі машин. Курсове проектування. Частина 1: Навчальний посібник. Кропивницький : видавець Лисенко В.Ф., 2018. 252 с.
6. З'єднання зубчасті прямобічні. Методи розрахунку здатності навантаження ГОСТ 21425-75.
7. Закон України «Про охорону праці». Київ. 21.11.2002 р.
8. Інструкція по експлуатації та технічному обслуговуванні машини коренезбиральної КС-6Б.
9. Ланцюги приводні роликові для сільськогосподарських машин. Типи, основні параметри та розміри ГОСТ 23.2.472-84.
10. Муфти ланцюгові з'єднання. Технічні умови ГОСТ 23.2.406-83.
11. Техніка сільськогосподарська. Методи економічної оцінки. ГОСТ 23728-88, ГОСТ 23730-88.
12. Технічні умови машини КС-6Б.
13. Чернин І.І., Кульмин О.В., Іцкович Г.М. Розрахунки деталей машин. Київ : Вища школа, 1974. 316 с.
14. Пушка О.С., Войтік А.В., Ковальчук Ю.О. Інструктивно-методичні матеріали до виконання дипломних проектів студентами спеціальності 208 «Агроінженерія» першого освітнього рівня (бакалаврського). Умань: УНУС, 2020. 27 с.