

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ДВОРСЬКИЙ ДАВИД ПАВЛОВИЧ

УДК 631.3.01

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИКОПУВАННЯ
ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ
МАШИНИ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Д. П. Дворський

Керівник роботи

Білецький В. Р.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Дворський Давид Павлович. Удосконалення технологічного процесу викопування цукрових буряків з модернізацією коренезбиральної машини. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття першого освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

У кваліфікаційній роботі виконано розгляд задач по удосконаленню процесу екстракції коренеплодів, зокрема, обґрунтування конструкції копача та визначення його технологічних параметрів.

Проведено розробку машини, обґрунтування її конструкційних параметрів. Виконано розрахунок допоміжних робочих органів та системи їх приводу. Спроектовано елементи конструкції та створено робоче креслення основних вузлів та деталей.

Виконано проектування та розрахунок показників операційної технології процесу викопування коренів цукрових буряків. Здійснено проектування технологічного процесу роботи нової машини та обрахунок техніко-експлуатаційних показників роботи.

Робота направлена на вирішення актуального питання, виробництва цукросировини малими засобами виробництва, зокрема, проектування викопувача-валкоутворювача для малотоварних господарств, з метою підвищити ефективність використання техніки та матеріальних ресурсів.

Практичне значення розробки полягає в удосконаленні конструкції системи приводів машини та обґрунтуванню її технологічних параметрів, що поліпшить пропускну сепарувальну здатність коренезбиральної машини.

Ключові слова: цукрові буряки, агрегат, екстракція коренеплоду, технологічний процес, показник роботи, операційна технологія, валкоутворювач.

ABSTRACT

Davyd Pavlovich Dvorskiy. Improvement of the technological process of sugar beet digging with the modernization of the root harvesting machine. -

Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining the first bachelor's degree in the specialty 208 Agricultural engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

In the qualification work, the problems of improving the process of extraction of root crops were considered, in particular, the justification of the design of the digger and the determination of its technological parameters.

The development of the machine, justification of its design parameters was carried out. The calculation of auxiliary working bodies and their drive system has been performed. Design elements were designed and a working drawing of the main components and parts was created. The design and calculation of operational technology for the process of digging up sugar beet roots has been completed.

The design of the technological process of the new machine and the calculation of the technical and operational indicators of the work were carried out. The work is aimed at solving the current issue of the production of sugar raw materials with small means of production, in particular, the design of a digger-roller for small-scale farms, with the aim of increasing the efficiency of the use of equipment and material resources.

The practical significance of the development lies in the improved design of the drive system of the machine and the substantiation of its technological parameters, which will improve the throughput and separation capacity of the root-harvesting machine.

Key words: *sugar beets, unit, root crop extraction, technological process, performance indicator, operational technology, rounder.*

ЗМІСТ

ВСТУП

1. РОЗРОБКА ВИКОПУВАЧА КОРЕНІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

1.1. Допоміжні елементи приводу робочих органів машини.....	7
1.2. Обґрунтування конструкторської розробки.....	8
1.3. Опис конструкцій допоміжного обладнання.....	8
1.4. Розрахунок елементів допоміжного обладнання викопувача коренів.....	9
1.4.1. Розрахунок робочого агрегату на стійкість.....	9
1.4.2. Розрахунок приводу робочих органів.....	12
1.4.3. Розрахунок шпонкового з'єднання привідної зірочки бітера.....	18

2. ВИЗНАЧЕННЯ ОПЕРАЦІНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ АГРЕГАТУ

2.1. Розрахунок операції викопування коренеплодів цукрових буряків.....	21
-------------------------------------------------------------------------	----

3. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНОГО

КОПАЧА-ВАЛКОУТВОРЮВАЧА КОРЕНІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

3.1. Розрахунок порвняльних показників ефективності.....	30
----------------------------------------------------------	----

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	35
------------------------	----

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	36
---------------------------------	----

ВСТУП

Зараз Україна перебуває в досить скрутному становищі. Перед нею постає вирішення багато техніко-господарських і економічних проблем. Важливу роль у вирішенні цих питань відіграє економія ресурсів, матеріалів, та їх раціональне використання. А найкраща економія – зменшення втрат під час вирощування та зберігання продукції, особливо це питання стоїть перед сучасним сільськогосподарським виробництвом [7, 19, 22].

Важливу роль в сільськогосподарському виробництві має вирощування цукрових буряків, що являються сировиною для виробництва цукру, стратегічної продукції.

З метою підвищення ефективності виробництва даної культури необхідно застосовувати сучасні технології, які забезпечують сівозміну та ефективне виробництво, завдяки оптимального застосування мінеральних добрив, пестицидів, вчасного проведення основного та поверхневого обробітку ґрунту.

Тема роботи направлена на вирішення актуального питання, виробництва цукросировини малими засобами виробництва, зокрема, проектування викопувача-валкоутворювача для малотоварних господарств, з метою підвищити ефективність використання техніки та матеріальних ресурсів.

Метою роботи є: підвищення ефективності виконання процесу викопування цукрових буряків, шляхом застосування малогабаритного викопувача-валкоутворювача.

Для досягнення даної мети, потрібно вирішити поставлені наступні завдання:

- Провести розрахунок конструкційно-технологічних показників машини;
- Виконати модернізацію конструкції викопувача;
- Встановити експлуатаційні показники роботи агрегату;
- Визначити кінематичні характеристики спроектованого викопувача-валкоутворювача.

Об'єкт удосконалення - процес підкопування коренеплодів цукрових буряків.

Предметом обґрунтування є - результати удосконалення техніко-експлуатаційних показників спроектованого викопувача-валкоутворювача.

Методи використані при виконанні. Розрахунки проводились із використанням механіко-технологічного та математичного моделювання, із застосуванням теорії машин і механізмів та методи розв'язку числових задач.

Перелік публікацій автора за темою роботи:

1. Дворський Д. П. Розробка викопувача коренів цукрових буряків / Д. П. Дворський, В.Р. Білецький// Зб. тез доп. наук.-практ. конф. I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 березня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 16-20.
2. Дворський Д. П. МОДЕЛЬ РОТОРНОГО ОЧИСНИКА КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ / Д. П. Дворський, В.Р. Білецький //Зб. Тез X Всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь» 18 квітня 2024 р. Житомир: ЖАТК, 2024. С.68-70.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 12 найменування. Загальний обсяг роботи становить 37 сторінок комп'ютерного тексту, 4 рисунків та 2 таблиць.

1. РОЗРОБКА ВИКОПУВАЧА КОРЕНІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

1.1. Допоміжні елементи приводу робочих органів машини

До допоміжних частин сільськогосподарських машин відносяться: рама, опорні колеса, начіпки або причепа, піднімально-встановлюючі, запобіжні пристрої.

Рама служить для кріплення всіх робочих органів та механізмів сільськогосподарських машин, а також для прикладання тягового зусилля. Рами можуть виготовлятися із сталевих балок прямокутного профілю, до яких закріплені необхідні деталі. Наприклад плоскі рами, як правило складаються з основних, поздовжніх та поперечних балок до яких кріпляться кронштейни і інші деталі для закріплення робочих органів і начіпки. Рама може являти собою збірну або зварну конструкцію. В залежності від способу агрегування та транспортування сільськогосподарських машин вони поділяються на начіпні, напівпричіпні та начіпні, напівпричіпні та причіпні.[1,2,3]

Начіпні машини навішуються на задню підвіску трактора. Характерною особливістю даних машин є відсутність опорних коліс. Відмінність мають окремі машини або знаряддя, наприклад начіпку плуга, що оснащенні колесом для регулювання глибини оранки. Напівпричіпні мають два опорних колеса на які припадає певна частина ваги машини, оскільки інша діє на енергетичний засіб. [2,3]

Причіпні мають чотири або три опорні колеса і сприймають всю вагу машини. Крім того дані знаряддя обов'язково будуть обладнанні механізмом для переведення у транспортне положення.

Тому колеса діляться за призначенням. У начіпних – це одне або два опорно-встановлюючих колеса; у напівначіпних крім цього, може бути одне опорне колесо, а причіпних це опорні колеса. Опорні колеса можуть мати або жорсткий обід або пневматичну шину. Опір на перекочування по розпушеному вологому ґрунті коліс з пневматичними шинами на 25...30 % нижче ніж коліс з жорстким ободом. Вони

менше залипають ґрунтом і добре амортизують удари, що дозволяє підвищити транспортну швидкість і зменшити опір машини. [2,3]

Найбільшого поширення набув привід від валу відбору потужності трактора, що характеризується можливістю передачі значного крутного моменту, що створює двигун трактора. Недоліком даного приводу є великі механічні втрати передач.

Для передачі крутного моменту до будь-якого місця машини, де розташований робочий орган, доцільно використовувати гідропривід. Гідродвигун монтується безпосередньо на валу приводу робочого органу, а підвід оливи до гідродвигуна від гідронасоса через гнучкі РВТ.

1.2. Обґрунтування конструкторської розробки

Виходячи із заданих умов роботи викопувача коренів доцільно виконати його у напівпричіпному варіанті, з використанням триточкової начіпки. Раму для спрощення конструкції виконуємо зварну, що буде мати прямокутну форму, до неї потрібно буде встановити кронштейни. До неї доцільно кріпити робочі органи за допомогою легкознімних пристроїв для полегшення їх встановлення.

Колісні рушії оберемо з жорстким ободом, оскільки вони характеризуються простотою в конструкції і порівняно з пневматичними рушьями є економічніші. Крім того необхідно забезпечити зміну глибини ходу підкопувачів, що можна виконати за допомогою начіпки трактора. Оптимальним приводом робочих органів викопувача може бути ВВП трактора, крутний момент від якого необхідно передати робочим органам через ланцюгові передачі.

1.3. Опис конструкцій допоміжного обладнання

Основою машини, в даному випадку викопувача є рама до якої кріпляться робочі органи. Рама являє собою зварну конструкцію, прямокутної форми, що виготовлена з труби квадратного перетину 100×100 і має дві поздовжніх і поперечних

балки. До поперечної балки приварений трукутник жорсткості 60×60, у верхній частині якого закріплені вуха, до яких за допомогою пальця під'єднується верхня тяга навіски трактора. Нижні лонжерони начіпки трактора встановлюють на осях, що закріплені безпосередньо до попереднього поперечного бруса на певній віддалі.

Привід робочих органів складається з конічного редуктора, що монтується зверху рами на спеціальній плиті. Крутний момент від конічного редуктора передається на обидві сторони машини. Справа на привід бітера а зліва на привід вальців очисника. Обертний рух у свою чергу через ланцюгові муфти, вал, що кріпиться в підшипникових опорах, ланцюгову передачу, відповідно передаються до валів бітера та першого вальця очистки. Натяг ланцюгів здійснюється за рахунок переміщення бітера, а на приводі очисника використовується натяжна зірочка.

Для регулювання глибини ходу підкопувачів використовується верхня тяга трактора, за аналогією, як в картоплекопача КТН-2Б. Це можна зробити оскільки лемеші підкопувача є самовстановлюючі.

1.4. Розрахунок елементів допоміжного обладнання викопувача коренів

1.4.1. Розрахунок робочого агрегату на стійкість

Викопувач коренів цукрового буряка може агрегатуватися з трактором класу 1.4, тобто МТЗ-800 або ПМЗ-82, а також з трактором класу 2.0, таким, як Т-70С. У зв'язку з тим, що викопувач є начіпним агрегатом, то під час переїздів він піднімається у транспортне положення. Тому для колісних тракторів серії МТЗ-800 або ПМЗ-82 необхідно перевірити агрегат на стійкість.

Отже, під час піднімання викопувача коренів трактором у транспортне положення є небезпека, що трактор перевернеться навколо точки 0 (рис. 1.1), відносно того, що момент від ваги трактора відносно даної точки буде менший ніж момент від сумарної ваги викопувача. За даної умови агрегат втрачає свою поздовжню стійкість,

для цього необхідно трактор обладнати або ні додатковим вантажем, що кріпиться спереду трактора на спеціально відновленому для цього місці.

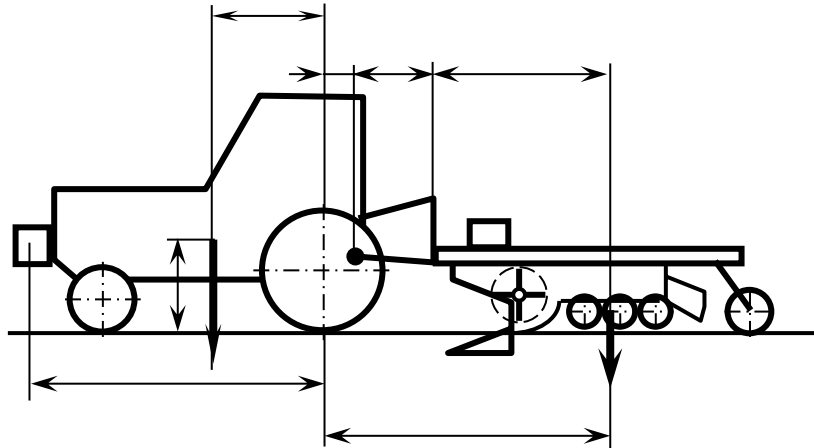


Рис. 1.1. Розрахунок агрегату на стійкість

Тобто розглянувши рисунок 1.1. можемо записати умову стійкості[6]

$$M_{тр} + M_g \geq M_{сум}, \quad (1.1)$$

де $M_{тр}$ – момент, від ваги трактора відносно точки 0, Нм;

M_g – момент від ваги додаткових вантажів відносно точки 0, Нм;

$M_{сум}$ – сумарний момент від ваги викопувача коренів, також відносно точки 0, Нм.

Момент від ваги трактора визначається за формулою[6]

$$M_{тр} = G_{тр} \cdot a, \quad (1.2)$$

де $G_{тр}$ – вага трактора. Зробимо перевірку на стійкість за умови агрегування з трактором ПМЗ-82 для якого $G_{тр.Ю} = 3400$ Н, та трактора МТЗ-842 – $G_{тр.МТЗ} = 34100$ Н; [6]

a – віддаль від вертикальної осі заданого колеса до центра ваги трактора в поздовжньому напрямку, м.

Отже

$$M_{тр.Ю} = 34000 \cdot 0,82 = 27880 \text{ Нм};$$

$$M_{тр.МТЗ} = 34100 \cdot 0,85 = 28985 \text{ Нм}.$$

Момент від сумарної ваги викопувача[6]

$$M_{сум} = G_6 \cdot l_2, \quad (1.3)$$

де G_6 – сумарна вага викопувача, Н;

l_2 – віддаль від лінії прикладання ваги викопувача до вертикальної осі заднього колеса трактора в поздовжньому напрямку, м (рис.1.1).

Віддаль l_2 рівна[6]

$$l_2 = l_4 + l_3 + l_5, \quad (1.4)$$

де l_4 – віддаль від вертикальної осі заднього колеса до вертикальної прямої, що проходить через точку К кріплення нижньої тяги трактора, м;

l_3 – довжина нижньої тяги, м;

l_5 – довжина віддалі від точки кріплення нижньої тяги, до вертикальної омі, що проходить через центр ваги викопувача, м.

$$l_2 = 0,15 + 0,81 + 1,2 = 2,16 \text{ м}.$$

Тоді

$$M_{сум} = 12000 \cdot 2,51 = 30120 \text{ Нм}.$$

Як бачимо для вибраних тракторів $M_{тр} < M_{сум}$, отже без додаткового вантажу агрегат не буде мати поздовжньої стійкості. Виходячи з умови (1.1) визначимо вагу додаткового вантажу[6]

$$G_{\delta} = \frac{M_{\text{сум}} - M_g}{l_1}, \quad (1.5)$$

де l_1 – віддаль від напрямку прикладання ваги додаткового баласту до вертикальної лінії, що проходить через точку 0, м.

$$G_{\delta\text{ЮМЗ}} = \frac{30120 - 27880}{2,45} = 914,3 \text{ Н};$$

$$G_{\delta\text{МТЗ}} = \frac{30120 - 28985}{2,45} = 463,3 \text{ Н}.$$

Тобто вага додаткового баласту на тракторі ПМЗ-82 має бути 93,2 кг, а на тракторі МТЗ-842 – 47,2 кг.

1.4.2. Розрахунок приводу робочих органів

Привід робочих органів здійснюється від валу відбору потужності трактора, частота обертання якого становить 540 об/хв.

Основним робочим органом у викопувача є бітерний вал та шнеки очисника.

Лінійна швидкість обертання бітера, а також лінійна швидкість обертання очисних вальців мають співпадати з швидкістю руху машини, або бути більшими за неї. Швидкість руху машини становить 9 км/год або 2,5 м/с. [2]

Кутова швидкість обертання бітера буде становити [7]

$$\omega_{\delta} = \frac{V_m}{R_{\delta}}, \quad (1.6)$$

де ω_{δ} – кутова швидкість обертання бітера, м/с;

V_m – швидкість руху машини, м/с;

R_{δ} – радіус бітера, м.

Тоді

$$\omega_{\delta} = \frac{2,5}{0,23} = 10,86 \text{ c}^{-1}.$$

Отже, з врахуванням умови, що $V_m \leq V_{\delta}$ приймаємо $n_{\delta} = 120$ об/хв або $\omega_{\delta} = 12,56 \text{ c}^{-1}$.

Аналогічно визначаємо частоту обертання шнеків очисника [7]

$$\omega_{ш} = \frac{V}{R_{ш}}; \quad (1.7)$$

де $R_{ш}$ – радіус очистки, м

$$\omega_{ш} = \frac{2,5}{0,07} = 35,7;$$

$$n_{ш} = \frac{30\omega_{ш}}{\pi} = \frac{30 \cdot 35,71}{3,14} = 341,2 \text{ об/хв}.$$

Враховуючи, що переміщення коренів може здійснюватися вздовж осі шнека, то приймаємо його частоту обертання рівною 350 об/хв.

Для передачі крутного моменту на обидві сторони використаємо конічний редуктор, оскільки нам необхідно змінити напрямок його передачі на 90° та забезпечити напрямок обертання бітера проти годинникової стрілки, а шнека очистки – за годинниковою стрілкою. Передатне відношення конічного редуктора приймаємо рівним двом, отже частота обертання вихідного вала редуктора буде становити 270 об/хв. [7]

Передатне відношення ланцюгової передачі на привід бітера буде становити [7]

$$i_{\delta} = \frac{n_p}{n_{\delta}}, \quad (1.8)$$

де n_p – частота обертання вихідного вала редуктора, об/хв;

n_{δ} – частота обертання бітера, об/хв.

Аналогічно передатне відношення ланцюгової передачі на привід очисного шнека буде становити [7]

$$L_{ш} \frac{n_p}{n_{ш}}, \quad (1.9)$$

де $n_{ш}$ – частота обертання шнека очисника.

$$i_{ш} = \frac{270}{350} = 0,771.$$

Необхідно провести розрахунок ланцюгової передачі приводу бітера.

Ланцюгова передача передає крутний момент від редуктора до бітера. При цьому передатне відношення передачі $i_6=2,25$, частота обертання веденої зірочки $n_2=120$ об/хв.

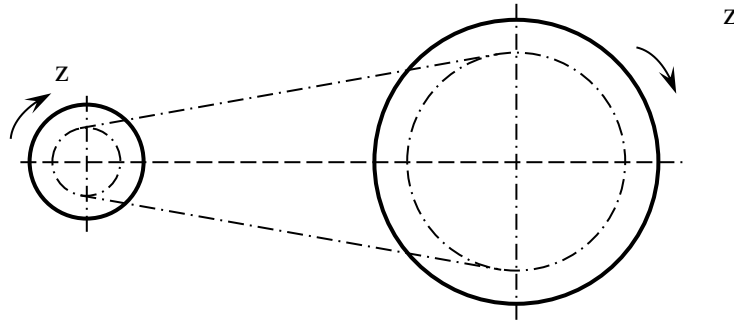


Рис. 1.2. Схема для розрахунку ланцюгової передачі

Отже параметри ведучої зірочки будуть: $n_1=270$ об/хв, $M_1=276$ Нм.

Виходячи із заданих умов приймаємо $z_1=13$ – число зубів ведучої зірочки, тоді число зубів веденої зірочки $z_2 = z_1 \cdot i_6 = 13 \cdot 2,5 = 29,25$. Приймаємо $z_2=29$.

Визначимо коефіцієнт, що враховує конкретні умови роботи і монтажу передачі.

[7]

$$K_e = k_g \cdot k_A \cdot k_H \cdot k_p \cdot k_c \cdot k_n, \quad (1.10)$$

де k_g – динамічний коефіцієнт, $k_g=1,5$;

k_A – вплив міжосьової віддалі, $k_A=1$;

k_H – вплив кута нахилу лінії центрів до горизонту, $k_H=1$;

k_p – періодичність регулювання натягу паса, $k_p=1,25$;

k_c – спосіб мащення, $k_c=1,5$;

k_n – враховує тривалість роботи, $k_n=1$. [7]

Тоді

$$k_e = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1,25 = 3,51$$

Виходячи з того, що частота обертання зірочки $n_I=270$ об/хв, то тоді орієнтовно допустимий тиск в шарнірах ланцюга з кроком $t=25,4$ буде становити 22,7 мПа. [7]

Тоді крок зірочки розраховуємо за формулою[8]

$$t \geq 2,8^3 \sqrt{\frac{M_1 \cdot k_e}{z_1 \cdot [p]}}, \quad (1.11)$$

де M_I – крутний момент на валу, Нм;

$[p]$ – допустимий тиск в шарнірах ланцюга, мПа.

$$t \geq 2,8^3 \sqrt{\frac{276 \cdot 3,51}{13 \cdot 22,7 \cdot 10^6}} = 2,38 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 23,8 \text{ мм}$$

Заокруглимо до найближчого значення $t = 25,4$ мм.

Уточнюємо середнє розрахункове значення тиску в шарнірах[7]

$$P = 2,8^3 \frac{M_1 \cdot K_e}{z_1 \cdot t^3} = \frac{2,8^3 \cdot 276 \cdot 3,51}{13 \cdot (25,4 \cdot 10^{-2})^3} = 20,1 \cdot 10^6 \text{ Па} = 20,1 \text{ мПа}.$$

З врахуванням n_I і t для роликового ланцюга з кроком 19,05 мм $[p] \approx 22,7$ мПа, тому умова $p \leq [p]$ – виконується.

Так як для даного ланцюга допустимий тиск в шарнірі наближається до розрахункового, тому приймаємо ланцюг ПР 25,4=2500, діаметр валика $d=7,95$ мм, розрахункове значення $F=5000$ кг=49050 Н. [7]

Геометричні характеристики зірочок. Ведуча зірочка – число зубів $z_1=13$, тоді ділительний діаметр рівний[7]

$$d_{g_1} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_1}} = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{13}} = 106,1 \text{ мм}; \quad (1.12)$$

а зовнішній діаметр

$$D_{zob_1} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_1}} + 0,6t = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{13}} + 0,6 \cdot 25,4 = 118,29 \text{ мм}.$$

Для веденої зірочки для якої число зубів рівне $z_2=29$ робимо аналогічний розрахунок.

Ділильний діаметр: [7]

$$d_{g_2} = \frac{t}{\sin \frac{180}{29}} = 234,9 \text{ мм}. \quad (1.13)$$

Зовнішній діаметр:

$$D_{zob_2} = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180}{z_2}} + \frac{25,4}{\operatorname{tg} \frac{180}{29}} + 0,6 \cdot 25,4 = 248,79 \text{ мм}. \quad (1.14)$$

Знову уточнюємо середній тиск в шарнірах ланцюга в залежності від підбраного ланцюга і колового зусилля, яке визначається за формулою [7]

$$F_k = \frac{2M_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 2,76}{0,106} = 5207,5 \text{ Н}.$$

Тоді величина середнього тиску [7]

$$P = \frac{F_k \cdot k_e}{B \cdot d} = \frac{5207,5 \cdot 3,51}{0,0228 \cdot 0,00795} = 21,99 \cdot 10^6 \text{ Па} = 21,99 \text{ МПа}.$$

а допустиме значення $[P]=22,7 \text{ МПа}$.

Міжосьова віддаль рівна [7]

$$A = 30t = 30 \cdot 25,4 = 762 \text{ мм}. \quad (1.15)$$

З технологічних міркувань приймаємо $A=520$ мм, виходячи з того, що мінімальне значення міжосьової віддалі може бути рівне[7]

$$A_{min} = 0,6(D_{zov_1} + D_{zov_2}) + 50; \quad (1.16)$$

$$A_{min} = 0,6(118,29 + 248,79) + 50 = 270,25 \text{ мм}.$$

Довжина ланцюга яка виражається в кроках

$$L_T = \frac{l}{t} = 2A_t + 0,5z_c + \frac{\Delta^2}{A_t}, \quad (1.17)$$

де $A_t = \frac{A}{t} = \frac{520}{25,4} = 20,47; \quad (1.18)$

$$z_c = z_1 + z_2 = 13 + 29 = 42; \quad (1.19)$$

$$\Delta = \frac{z_2 \cdot z_1}{2\pi} = \frac{29 \cdot 13}{2 \cdot 3,14} = 2,55. \quad (1.20)$$

Тоді $L_T = 2 \cdot 20,47 + 0,5 \cdot 42 + \frac{2,55^2}{20,47} = 62,29$ кроків, $L_T = 63$ кроки.

Розрахункова довжина ланцюга[8]

$$L = L_t \cdot t = 63 \cdot 25,4 = 1600,2 \text{ мм}. \quad (1.21)$$

Число ударів ланцюга[8]

$$V = \frac{4z \cdot n}{60 \cdot L_t} = \frac{4 \cdot 13 \cdot 270}{60 \cdot 63} = 3,7 \text{ 1/с}.$$

Допустиме значення для роликового ланцюга $[V]=20$, умов $V \leq [V]$ повністю виконується. [7]

Перевіримо коефіцієнт запасу міцності ланцюга[7]

$$k = \frac{F}{F_k \cdot k_d + F_v + F_f}, \quad (1.22)$$

де F – радіус зусилля, $F=49050$ Н; [7]

k_d – динамічний коефіцієнт, $k_d=1,5$;

F_v – сила від центр обіжних сил, Н;

F_f – зусилля від провисання ланцюга, Н.

Середня швидкість ланцюга[7]

$$V = \frac{z \cdot n \cdot t}{60 \cdot 10^3} = \frac{13 \cdot 270 \cdot 25,4}{60 \cdot 10^3} = 1,486 \text{ м / с}. \quad (1.23)$$

Тоді

$$F_v = qV^2, \quad (1.24)$$

де q – питома вага одиниці довжини ланцюга $q=5$ кг/м.

$$F_v = 5 \cdot 1,486^2 = 11,04 \text{ Н}.$$

$$F_f = k_f \cdot q \cdot g \cdot A = 1 \cdot 5 \cdot 9,81 \cdot 0,52 = 25,5 \text{ Н}. \quad (1.25)$$

$$k = \frac{49050}{5207,5 + 11,04 + 25,5} = 9,35.$$

Допоміжний коефіцієнт запасу міцності для ланцюга з кроком $t=25,4$ і $n=270$ об/хв, $[k]=8,3$.

Умова, що $[k] < k$ виконується. [7]

1.4.3. Розрахунок шпонкового з'єднання привідної зірочки бітера

Для приводу бітера використовується ланцюгова передача. Кріплення зірочок на валах, для забезпечення передачі крутного моменту, здійснюється за допомогою шпонкового з'єднання (рис. 1.3).

Під час проектування шпонкового з'єднання висота і ширина вибирається в залежності від діаметра вала, а довжину відповідно довжині ступеці зірочки. Для

наших умов діаметр вала становить 30 мм, тому виберемо шпонку відповідно до ДСТ 8788-68 з параметрами: ширина – 10 мм, висота – 8 мм, довжина – 50 мм. [9]

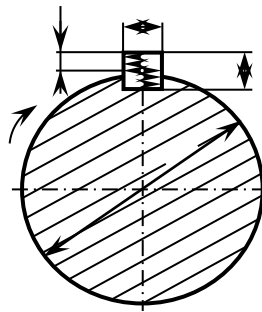


Рис. 1.3. Схема для розрахунку штангового з'єднання

Розрахунок шпонкового з'єднання на міцність у проведенні перебіркового розрахунку напруженням змінання та зрізу: [9]

$$\sigma_{зм} \frac{2M}{d \cdot l_p \cdot k} \leq [\sigma_{зм}]; \quad (1.26)$$

на зріз

$$\tau_{зр} = \frac{2M}{d \cdot l_p \cdot b} \leq [\tau_{зр}]. \quad (1.27)$$

де M – момент, що передається, Нм;

d – діаметр вала, м;

b, l_p – відповідно ширина і робоча довжина шпонки, $l_p=(l-b)$, де l - конструктивна довжина шпонки, м;

k – довідковий розмір для розрахунків. Приймаємо $k=(h-t)$, де h – висота шпонки; t – глибина шпонкового паза у вала, м;

$\sigma_{зм}, [\sigma_{зм}]$ – розрахункові і допустимі напруження змінання для шпонкового з'єднання, Па;

$\tau_{зр}, [\tau_{зр}]$ – розрахункові і допустимі напруження зрізу для шпонки.

Отже

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 276}{0,03 \cdot 0,04 \cdot 0,05} = 92 \cdot 10^6 \text{ Па} = 92 \text{ МПа} ;$$

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 276}{0,03 \cdot 0,04 \cdot 0,01} = 46 \cdot 10^6 \text{ Па} = 46 \text{ МПа} .$$

Допустимі напруження на змикання та зріз відповідно рівні $[\sigma_{зм}] = 110 \text{ МПа}$, а $[\tau_{зр}] = 60 \text{ МПа}$, а отже умови $[\sigma_{зм}] \geq \sigma_{зм}$ та $[\tau_{зр}] \geq \tau_{зр}$ виконується, тобто шпонка нами вибрана правильно. [9]

2. ВИЗНАЧЕННЯ ОПЕРАЦІНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ АГРЕГАТУ

2.1. Розрахунок операції викопування коренеплодів цукрових буряків

Машини для підкопування коренеплодів повинні проводити якісне підкопування та укладання у валок коренеплодів, та забезпечувати дотримання агротехнічних вимог до таких. Тобто, повинні забезпечити екстракцію та вибирання з ґрунту 98,5 % коренів цукрових буряків. З допустимими втратами при викопуванні до 1,5 % коренів та їх частинок. Пошкодження коренеплодів допускається до 5...8 %. Тарність коренеплодів цукрових буряків при підкопуванні не повинна перевищувати 4 %, [1,9]

Збирати цукровий буряк необхідно у короткі терміни, починаючи з 20-х числах вересня і закінчуючи 20-ми числами жовтня (до наступання заморозків).

Розрахунок агрегату.

Оскільки агрегат тягово-приводний, то з трактором ПМЗ-82 може агрегатуватись тільки один викопувач коренів. [1]

Розрахунок починаємо з визначення опору агрегату: [5]

$$R_{agr} = R_m + R_{вви}, \quad (2.1)$$

де R_m – опір машини, кН;

$R_{вви}$ – опір на привід робочих органів, кН,

$$R_m = n \cdot \kappa \cdot B_p, \quad (2.2)$$

де n – кількість машин в агрегаті;

κ – питомий опір машин, кН/м; $\kappa=5,6$ кН/м,

$$R_m = 1 \cdot 5,6 \cdot 1,35 = 7,56 \text{ кН.}$$

Опір на привод робочих органів машини визначається за формулою[5]

$$R_{\text{вви}} = \frac{N_{\text{вв}} \cdot \eta_c}{V_p \cdot \eta_{\text{вви}}}, \quad (2.3)$$

де $N_{\text{вв}}$ – потужність, що витрачається через ВВП, кВт;

η_c – тяговий к.к.д. трактора, $\eta_c=0,85$; [5]

$\eta_{\text{вви}}$ – к.к.д. передачі через ВВП; $\eta_{\text{вви}}=0,94$;

V_p – робоча швидкість, м/с.

Робочу швидкість вибираємо з технологічно-допустимої швидкості для виконання коренів цукрових буряків. Для виконання даної операції вибираємо III передачу трактора, для якої $V_T=6,8$ км/год.

Робоча швидкість виражається за формулою: [5]

$$V_p = V_m(1 - \delta), \quad (2.4)$$

де δ – коефіцієнт буксування, $\delta=0,15$.

Тоді

$$V_p = 6,8 \cdot (1 - 0,15) = 5,78 \text{ км/год} = 1,6 \text{ м/с.}$$

$$R_{\text{вви}} = \frac{11 \cdot 0,85}{1,6 \cdot 0,94} = 6,22 \text{ кН.}$$

Тяговий опір агрегату:

$$R_{\text{агр}} = 7,56 + 622 = 13,78 \text{ кН.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля: [5]

$$\eta = \frac{R_{\text{вви}}}{P_T}. \quad (2.5)$$

Для III передачі трактора ЮМЗ-6Л $P_T=14$ кН.

Тому,

$$\eta = \frac{13,78}{14} = 0,98.$$

Коефіцієнт використання номінальної потужності[5]

$$\eta_n = \frac{N_{зач}}{N_e}, \quad (2.6)$$

де $N_{гак}$ і N_e – відповідно гакова, ефективна потужність двигуна, кВт: [6]

$$N_{зак} = V_p \cdot R_{азр.}, \quad (2.7)$$

$$N_{зак} = 1,6 \cdot 13,78 = 22,05 \text{ кВт},$$

$$\eta_n = \frac{22,05}{44,2} = 0,5.$$

Узагальнюючим показником, який характеризує скомплектований агрегат, є коефіцієнт експлуатації, який визначається за формулою: [5]

$$\eta_e = \eta_n \cdot \beta \cdot \tau, \quad (2.8)$$

де β – коефіцієнт використання конструкційної ширини машини;

τ – коефіцієнт використання тривалості зміни.

Коефіцієнт використання конструкційної ширини машини визначається за формулою: [5]

$$\beta = \frac{B_p}{B_k}, \quad (2.9)$$

де B_p, B_k – відповідно робоча конструктивна ширина захвату агрегату, м,

$$\beta = \frac{1,35}{1,35} = 1.$$

Коефіцієнт використання часу зміни визначаються за формулою: [5]

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (2.10)$$

де T_p – чистий робочий час агрегату в зачіпці, год,

$T_{зм}$ – час змін, год, $T_{зм}=7$ год.

$$T_p = \varphi(T_{зм} - T_{зуп}), \quad (2.11)$$

де $T_{зуп}$ – час зупинки агрегату з працюючим двигуном, год,

φ – коефіцієнт робочих ходів, $\varphi=0,89$,

$$T_{зуп} = 0,12 \cdot T_{зм.}, \quad (2.12)$$

$$T_{зун} = 0,12 \cdot 7 = 0,84 \text{ год};$$

$$T_p = 0,89(7 - 0,84) = 5,48 \text{ год}.$$

Тоді

$$\tau = \frac{5,48}{7} = 0,78.$$

Підставивши отримані значення в формулі (2.8) отримає: [5]

$$\eta_e = 0,5 \cdot 1 \cdot 0,78 = 0,39.$$

Підготовка агрегату до роботи.

Підготовка агрегату до роботи передбачає підготовку трактора і коренезбиральної машини.

Підготовка трактора передбачає у проведенні щозмінного То, а при потребі, планового обслуговуванням. Контролюється кількість палива, рівень масла в картері двигуна, рівень і щільність електроліту, тощо.

Підготовка викопувача коренів до роботи полягає у перевірці наявності і працездатності всіх його складових частин, подільно підлягаємо всі нерухомі балкові з'єднання. Перевіряємо балкові кріплення редукторів і корпуси підшипників осей викопувальних дисків, які мають гумові амортизатори. [3]

Регулюємо натяг ланцюгових передач. Пристосування ланок ланцюга зубами зірочок не допускається, Перевіряємо справність, робото здатність запобіжних муфт, надійність кріплення приводних валів, шківів і зірок. Закриваємо всі обертові, вузли і передачі корпусами або щитами.

Підготовка поля до роботи. [5]

Підготовка поля до роботи, включає ряд заходів, виконання яких забезпечує правильну організацію роботи МТА і з високою якістю.

Визначаємо параметри агрегату. Мінімальна ширина поворотної смуги для безпечного повороту: [6]

$$E_{\min} = 1,1 \cdot R_0 + l_k + d_k, \quad (2.13)$$

де R_0 – радіус повороту, м;

l_k – кінематична довжина агрегату;

d_k – кінематична ширина агрегату,

$$R_0 = 1,4B_k, \quad (2.14)$$

$$R_0 = 1,4 \cdot 1,35 = 1,89 \text{ м.}$$

Кінематична довжина агрегату l_k визначається як сума кінематичної довжини трактора $l_{тр}$ і с.-г. машин l_m , тобто [11]

$$l_k = l_{mp} + l_m, \quad (2.15)$$

$$l_k = 1,2 + 2,16 = 3,36 \text{ м.}$$

Кінематична ширина агрегату: [6]

$$d_k = \frac{B_p}{2}, \quad (2.16)$$

$$d_k = \frac{1,35}{2} = 0,68 \text{ м.}$$

Мінімальна ширина поворотної смуги: [6]

$$E_{min} = 1,1 \cdot 1,89 + 3,36 + 0,68 = 6,12 \text{ м.}$$

Фактична ширина смуги для розвороту має становити подвійну ширинузахвату машини, тому визначаємо кратність ходів Z : [6]

$$Z = \frac{E_{min}}{2B_p}, \quad (2.17)$$

$$Z = \frac{6,92}{2 \cdot 1,35} = 2,27, \text{ приймаємо } 3.$$

Тоді фактично ширина поворотної смуги: [4]

$$E_\phi = Z \cdot 2B_k, \quad (2.18)$$

$$E_\phi = 3 \cdot 2 \cdot 1,35 = 8,1 \text{ м.}$$

Вибирати корені необхідно спочатку на поворотних смугах та на межі розмітки поля на загінки.

Довжину холостого повороту визначаємо за формулою: [4]

$$l_x = 4R_0 + 2e, \quad (2.19)$$

де e – довжина виїзду агрегату, м,

$$e = 0,1l_k, \quad (2.20)$$

$$e = 0,1 \cdot 3,36 = 0,34 \text{ м},$$

тоді $e_x = 4 \cdot 1,85 + 2 \cdot 0,34 = 8,24 \text{ м}.$

Кількість робочих ходів на всьому полі[4]

$$n_p = \frac{B_r}{B_p}, \quad (2.21)$$

де B_p – ширина поля, м,

$$n_p = \frac{500}{1,35} = 444,4.$$

Приймаємо $n_p=445$.

Кількість холостих ходів: [4]

$$n_{xx} = \frac{B_n}{B_p} - 1. \quad (2.22)$$

$$n_{xx} = 445 - 1 = 444.$$

Час холостих ходів агрегату: [4]

$$T_{xx} = T_{zm} - T_p - T_{zpn}, \quad (2.23)$$

$$T_{xx} = 7 - 5,48 - 0,84 = 0,68 \text{ год}.$$

Техніко-експлуатаційні показники роботи МТА.

Змінна продуктивність агрегату становить: [4]

$$W_{zm} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{zm} \cdot \tau, \quad (2.24)$$

$$W_{zm} = 0,1 \cdot 1,35 \cdot 5,78 \cdot 7 \cdot 0,78 = 4,26 \text{ га/зм}.$$

Продуктивність МТА за годину змінного часу: [4]

$$W_{zod} = \frac{W_{zm}}{7}, \quad (2.25)$$

$$W_{\text{год}} = \frac{4,26}{7} = 0,61 \text{ га/год.}$$

Затрати праці на один гектар: [5]

$$Z_{\text{II}} = \frac{m_0 \cdot T_p + m_d \cdot T_d}{W_{\text{зм}}}, \quad (2.26)$$

де m_0, m_d – кількість основних і допоміжних продуктів, чол;

T_p, T_d – відповідно час роботи основних і допоміжних працівників, год,

$$Z_{\text{II}} = \frac{1 \cdot 5,48}{4,26} = 1,29 \text{ люд.год/га.}$$

Витрата палива на один гектар площі, [11].

$$Q = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_{\text{xx}} + G_z \cdot T_{\text{yz}}}{W_{\text{зм}}}, \quad (2.27)$$

де G_p, G_x, G_z – витрата палива двигуном відповідно, при роботі в загінці, на холостих ходах і переїздах, під час технологічних запинок.

$$Q = \frac{12 \cdot 5,48 + 6 \cdot 0,68 + 1,2 \cdot 0,84}{4,26} = 16,63 \text{ кг/га.}$$

Питомі затрати на амортизацію трактора: [4]

$$S_{\text{ам}} = \frac{(a_{\text{pm}} + a_{\text{кр}} + a_{\text{mmo}}) B_m}{100 T_{\text{pz}} \cdot W_{\text{год}}}, \quad (2.27)$$

де $a_{\text{pm}}, a_{\text{кр}}, a_{\text{mmo}}$ – нормативний коефіцієнт відрахувань на відновлення,

КП, ТО і ПР трактора, %;

B_m – поточна вартість трактора, грн.;

T_p – річне нормативне навантаження на трактор, год;

$W_{\text{год}}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год. [4]

$$S_{\text{ам}} = \frac{(12,5 + 4,0 + 22) \cdot 105000}{100 \cdot 1200 \cdot 0,61} = 55,23 \text{ грн./га.}$$

Питомі амортизаційні затрати на роботу копача-валкоутворювача: [4]

$$S_{ам} = \frac{(a_{рм} + a_{том}) \cdot B_m}{100 \cdot T_{рм} \cdot W_{год.зм}}, \quad (2.28)$$

де $a_{рм}$, $a_{том}$ – коефіцієнт відрахувань на реновацію, технічне обслуговування і поточний ремонт машини, %;

$$S_{ам} = \frac{(16,6 + 13) \cdot 24500}{100 \cdot 150 \cdot 0,61} = 114,47 \text{ грн./га.}$$

Питомі витрати на ПММ:

$$S_{нм} = Q \cdot Ц_{нм}, \quad (2.29)$$

де Q – витрата палива на одиницю роботи, кг/га;

$Ц_{нм}$ – вартість 1 кг палива, грн.

$$S_{нм} = 16,63 \cdot 58 = 964,5 \text{ грн./га.}$$

Питомі затрати на заробітну плату:

$$S_{зн} = \frac{k \cdot (m_{мп} \cdot f_1 + m_{д} \cdot f_2)}{W_{год}}, \quad (2.30)$$

де k – коефіцієнт доплат та надбавок до заробітної плати;

$m_{мп}$, $m_{д}$ – кількість основних та допоміжних працівників, задіяних на виконанні робіт;

f_1 , f_2 – тарифні ставки основних та допоміжних працівників;

$$S_{зн} = \frac{1,1 \cdot (1 \cdot 184 + 0)}{4,26} = 216,9 \text{ грн./га.}$$

Прямі сумарні питомі затрати на обробіток одного гектару: [6]

$$S_0 = S_{ам} + S_{ам} + S_{нм} + S_{зн}, \quad (2.31)$$

$$S_0 = 55,23 + 114,47 + 964,5 + 216,9 = 1287,84 \text{ грн./га.}$$

Питомі затрати при експлуатації машини: [6]

$$S_{нр} = S_0 + \frac{E_k}{W_{год}} \cdot \left(\frac{B_m}{T_{рм}} + \frac{B_m}{T_{рм}} \right), \quad (2.32)$$

де E_k – коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_k = 0,15$.

$$S_{np} = 1287,84 + \frac{0,15}{0,61} \cdot \left(\frac{105000}{1200} + \frac{24500}{100} \right) = 1369,6 \text{ грн./га.}$$

Питомі сумарні затрати при експлуатації машино-тракторного агрегату склали 1369,6 грн/га.

На основі розрахованих показників розробили операційну карту на викопування коренів цукрових буряків запропонованим копачем, що агрегується з трактором ПМЗ-82.

3. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНОГО КОПАЧА-ВАЛКОУТВОРЮВАЧА КОРЕНІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

3.1. Розрахунок порвняльних показників ефективності

Розроблений копач валкоутворювач коренів цукрового буряка призначений для підкопування коренів, їх очистки та вкладання у валок з наступним підбиранням та завантажуванням у транспортний засіб.

Запропонований копач монтується на тракторі ПМЗ-82.

Якщо порівняти розроблений копач з коренезбиральною машиною КС-6Б “Збруч”, то вона є набагато дешевша, але передбачає використанням додаткової робочої сили. Враховуючи, що на теперішній час ціна техніки в тому числі КС-6Б “Збруч” є висока і амортизаційні та інші затрати та утримання машин будуть набагато більші ніж затрати на заробітну плату, то за рахунок цього і планується отримати економічний ефект. Отже за базову машину для визначення економічної ефективності розробленого копача коренів вибрана коренезбиральна машина КС-6Б “Збруч”.

Враховуючи зміну цін на техніку і їх різноманітність, паливо-мастильні матеріали, сільськогосподарську техніку, продукцію, а також зміну нормативних відрахувань та заробітну плату дані показники вважаються реальним для умов експлуатації запропонованого копача коренів цукрових буряків.

Розрахунок виконується згідно стандартної методики, на основі якої складені методичні рекомендації сільськогосподарських машин поліського національного університету [11].

Користуючись отриманими параметрами та показниками роботи удосконаленого викопувача-валкоутворювача коренів цукрових буряків і коренезбиральної машини КС-6Б Збруч, довідкових матеріалів, вартості техніки, ПММ тощо, заповнюється таблиця вихідних даних для визначення економічної

ефективності копача коренів цукрових буряків, що агрегується з трактором ПМЗ-82.

Дані для розрахунку економічних показників та ефективності застосування запропонованої машини показані в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Дані для розрахунку економічної ефективності запропонованого крпача

ПАРАМЕТРИ	Машина	
	КС-6Б “Збруч”	ПМЗ-82 + копач
Продуктивність агрегату або машини за годину змінного часу: га	0,93	0,61
Поточна балансова вартість, грн : машини трактора	380000	24500 105000
Нормативне річне навантаження, год.: машини трактора	200 -	1200 100
Кількість працівників, чол.: основних допоміжних	1 4	1 3
Погодинні тарифні ставки, грн/люд.год : Основних працівників допоміжних	12 12	12 12
Коефіцієнт, надбавки до оплати праці: Основних працівників допоміжних	1,1 1,05	1,1 1,05

Коефіцієнт відрахувань на реновацію:		
трактора	–	0,125
машини	0,166	0,125

Продовження табл.3.1.

1	2	3
Коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування трактора	–	0,22
машини	0,22	0,16
Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт:		
трактора	–	0,04
машини	0,04	–
Витрати на ПММ, кг/га	21,88	16,63
Вартість 1 кг палива з врахуванням вартості мастильних матеріалів, що припадає на 1 кг палива, грн	58	58
Затрати на зберігання, , грн/год:		
трактора	–	2,2
машини	8,5	1,5
Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень	0,15	

Провівши розрахунки за допомогою ПЕОМ з використанням програмного забезпечення, на кафедрі агроінженерії та технічного сервісу, отримали значення показників економічної ефективності застосування запропонованого пристрою для

викопування коренеплодів, що представлені в табл. 3.2. результати розрахунку економічної ефективності.

Таблиця 3.2

Результати розрахунку економічної ефективності

Показники	Агрегати	
	КС-6Б “Збруч”	ПМЗ-82 + копач
1. Річне об'єм робіт, га	180	60
2. Прямі затрати (грн/га) на:		
– оплату роботи	68,38	641,31
– ПММ	126,9	96,45
– ТО, КР І ПР	531,18	101,55
– відновлення	339,13	68,13
– інші прямі затрати	9,13	6,06
– сумарні затрати	1074,72	913,5
3. Капіталовкладення, грн/га	2043,01	545,08
4. Прямі питомі затрати, грн/га	1381,17	995,26
6. Річний економічний ефект від застосування запропонованого агрегату, грн	—	23540
7. Економічний ефект, грн	—	85600
Вартість нової машини, грн	—	100090
8. Затрати праці, люд.-год/га	5,37	5,081

Висновки до розділу 3. Отримавши показники розрахунку підтверджують ефективність застосування запропонованих технічних рішень по модернізації викопувача-валкоутворювача коренів цукрових буряків, що агрегатується з трактором ПМЗ-82 у порівнянні з коренезбиральною машиною КС-6Б “Збруч”.

Річний економічний ефект від застосування запропонованого копача коренів порівняно з коренезбиральною машиною КС-6Б “Збруч” буде становити 23540 грн. (в цінах на 1.05.2024 р.) за умови річного завантаження 60 гектарів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблений копач валкоутворювач дозволяє частково замінити ручну працю на механізовану під час збирання коренів цукрових буряків. Даний агрегат забезпечує викопування коренів та вкладання їх у валок. Це дає змогу зменшити затрати праці та собівартість виконання операції.

2. Для запропонованого викопувача нами розроблено допоміжне обладнання: рама, система начіпки, опорні колеса та привід робочих органів.

3. Розраховані основні конструктивні та технологічні параметри розробленого допоміжного обладнання та агрегату в цілому: для стійкого руху трактора необхідно з переду встановити додатковий баласт – вага додаткового баласту на тракторі ПМЗ-82 має бути 93,2 кг, а на тракторі МТЗ-842 – 47,2 кг;

4. Привод робочих органів машини відбувається від ВВП трактора, частота обертання якого становить 540 об/хв.; лінійна швидкість обертання краю бітера, а також лінійна швидкість обертання очисних вальців мають співпадати з швидкістю руху машини, або бути більшими за неї, тобто частота обертання очисних вальців має бути більш ніж 120 об/хв або $12,56 \text{ с}^{-1}$, а з врахуванням осьового переміщення коренів вздовж очисних шнеків, частоту обертання рівною 350 об/хв.; для передачі крутного моменту від ВВП до робочих органів копача для збільшення крутного моменту і зменшення частоти обертання використовуємо конічний редуктор з передатним відношенням рівним двом при цьому частота обертання вихідного вала редуктора буде становити 270 об/хв.

5. Річний економічний ефект від застосування запропонованого копача коренів порівняно з коренезбиральною машиною КС-6Б “Збруч” буде становити 23540 грн. (в цінах на 1.05.2024 р.) за умови річного завантаження 60 гектарів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
2. Гречкосій В.Д. і ін. Довідник сільського інженера. – К.: Урожай, 1988. – 360 с.
3. Деев А.П., Снігур А.Ф. Техніка безпеки в сільському господарстві. – К.: Урожай, 1998. – 249 с.
4. Діденко Н.К. Експлуатація машинно-тракторного парку. – К.: Вища школа, 1977. – 347 с.
5. Довідник з механізації виробництва цукрових буряків / О.О. Проценко. – К.: урожай, 1987. – 198 с.
6. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві / Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімонт А.С. та ін.: За ред. Ільченко В.Ю. – К.: Урожай, 1993. – 348 с.
7. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини. – К.: Вища школа, 1993.
8. Кияк. Г.С. Рослинництво. – К.: Вища школа, 1977.
9. Нехайчук В.Г., Черимевський Д.В., Матвійчик В.А. Опір матеріалів. Технічна механіка. – К.: ИМК ВО, 1992. – 328 с.
10. Нова сільськогосподарська техніка / Ясенецький В.А. та ін. – К.: Урожай, 1991.
11. Павчак В.А. та ін. Економіка сільського господарства. – К.: Вища школа, 1990. – 224 с.
12. Технологічна наладка та усунення несправностей сільськогосподарських машин. Довідник / Гаврилюк Г.Р., Живолуп Г.І., Короткевич та інші.: За ред. Гаврилюк Г.Р. – К.: Урожай, 1988. – 356с.

ДОДАТКИ