

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Підвищення ефективності роботи тягово-приводного
агрегату для викопування коренеплодів цукрових буряків

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГ-41
спеціальності 208

Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

Верескля А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Хомик Н.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Сташків М.Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Бабій А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Вересклі Андрію Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності роботи тягово-приводного агрегату для викопування коренеплодів цукрових буряків

Керівник роботи Хомик Надія Ігорівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2024 року № 4/7-62

2. Термін подання студентом завершеної роботи 25 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи трактор інтегральної схеми; експлуатаційна маса трактора 5600 кг; експлуатаційна потужність 150 к.с.; питома витрата палива 220г×кВт/год; робоча швидкість – до 6 км/год; коренезбиральна машина МКК-6 – причіпна; ширина міжрядь 450 мм; кількість рядків, що збирається – 6 шт.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Аналіз технологій збирання цукрових буряків із застосуванням сучасних енергозасобів 2. Обґрунтування конструювання тягово-приводного агрегату для викопування коренеплодів цукрових буряків.3. Проектування та обґрунтування конструктивних змін у тягово-приводному агрегаті для викопування коренеплодів цукрових буряків

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точних зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1-2. Мета, предмет, об'єкт, задачі дослідження. Актуальність кваліфікаційної роботи.

3. Структура роботи. Зміст роботи. 4. Схема коренезбирального агрегата на базі інтегрального трактора. 5. Кінематична схема приводу коренезбиральної машини. 6. Зміст роботи (продовження. 7. Редуктор приводу коренезбиральної машини. 8. Еолесо зубчасте. 9. Вал.

10. Організація роботи агрегата в полі. 11. Практичне значення отриманих результатів.

12. Карданна передача для приводу роздаточного редуктора копачів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., к.т.н., зав. каф. МТ		

7. Дата видач завдання

24 січня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін етапів виконання роботи	Примітка
1	Аналіз технологій збирання цукрових буряків із застосуванням сучасних енергозасобів	до 20.02.2024	
2	Обґрунтування компонування тягово-приводного агрегату для викопування коренеплодів цукрових буряків.	до 30.03.2024	
3	Проектування та обґрунтування конструктивних змін у тягово-приводному агрегаті для викопування коренеплодів цукрових буряків	до 30.04.2024	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	до 12.05.2024	
9	Реферат. Вступ. Загальні висновки	до 30.05.2024	
10	Ілюстративний матеріал	до 10.06.2024	

Студент

_____ (підпис)

Верескля А.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Хомик Н.І.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Верескля Андрій Віталійович

Тема роботи – «Підвищення ефективності роботи тягово-приводного агрегату для викопування коренеплодів цукрових буряків». Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Хомик Надія Ігорівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку посилань (27 найменувань), додатки на 4 сторінках. Загальний обсяг текстової частини – 51 сторінка, на яких є 6 рисунків та 1 таблиця. Ілюстративний матеріал розміщений на 12 аркушах формату А4.

Актуальність теми роботи. Ефективність збирання цукрових буряків можна підвищити правильно скомпонувавши машини для збирання. Однофазне збирання можна реалізовувати використовуючи інтегральний трактор, обладнаний реверсним управлінням, підвищення ефективності досягається завдяки одночасному видаленню гички машиною встановленою на передню навіску трактора, викопуванню та очищенню коренеплодів причіпною коренезбиральною машиною, встановленою на задню навіску трактора, реалізовується процес збирання за один прохід на робочих швидкостях 6...8 км/год. За таких умов немає необхідності у детальному відпрацюванні технологічного процесу машинами та уточнення їх параметрів і режимів, на яких працюють робочі органи збиральних машин.

Мета роботи: вдосконалення процесу збирання коренеплодів цукрових буряків підвищенням ефективності роботи тягово-приводного агрегата змонтованого базі інтегрального трактора. Мета потребує вирішення таких завдань:

- проаналізувати технології вирощування та збирання цукрових буряків;
- проаналізувати переваги застосування енергонасичених тракторів для компонування тягово-приводних агрегатів та обґрунтувати склад тягово-приводного агрегату для викопування коренеплодів цукрових буряків;

- розрахувати режими роботи тягово-приводного агрегата;
- обґрунтувати конструкцію та розрахувати редуктор приводу робочих органів кореневикопувальної машини, виконати підбір підшипників вала проміжної шестерні у редукторі приводу та перевірити їх працездатність;
- розробити організацію процесу та умов роботи удосконаленого тягово-приводного агрегату для викопування коренеплодів;
- розробити вимоги безпеки праці при підготовці до роботи та під час роботи трактора інтегральної схеми та причіпної коренезбиральної машини.

Об'єкт дослідження. Тягово-приводний агрегат для викопування коренеплодів цукрових буряків.

Предмет дослідження. Технологічні та кінематичні розрахунки тягово-приводного агрегату і встановлення його режимів роботи в полі; умови роботи коренезбиральної машини з розробленим редуктором приводу викопуючих робочих органів; конструктивний розрахунок редуктора приводу.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновано підвищити ефективність роботи тягово-приводного агрегату для викопування коренеплодів цукрових буряків використавши переобладнану коренезбиральну машину МКК-6-02. Для її агрегування у причіпному варіанті з інтегральним трактором запропоновано у кінематичну схему приводу викопуючих робочих органів ввести редуктор, який забезпечить зменшення частоти обертів на ВВП трактора з 1000хв^{-1} до 540хв^{-1} , що відповідає варіанту самохідної коренезбиральної машини. Для приводу роздаточного редуктора копачів рекомендовано встановлення проміжної карданної передачі. Обґрунтовано конструкцію редуктора та розраховано його параметри. Вибрано та обґрунтовано умови та режими роботи збирального агрегату, розроблено порядок виконання технологічного процесу збирання коренеплодів та заходи безпеки праці під час експлуатації тягово-приводного агрегату на базі інтегрального трактора.

Ключові слова: коренезбиральна машина, трактор інтегральної схеми, редуктор приводу робочих органів, режими роботи тягово-приводного агрегата.

ЗМІСТ

	стр.
ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	
ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЗАСОБІВ	8
1.1. Аналіз технологій вирощування та збирання цукрових буряків....	8
1.2. Переваги застосування у складі тягово-приводних агрегатів енергонасичених тракторів.....	11
2. ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПОНУВАННЯ ТЯГОВО- ПРИВОДНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.....	15
2.1. Обґрунтування складу тягово-приводного агрегату та кінематичної схеми причіпної коренезбиральної машини.....	15
2.2. Розрахунок режимів роботи тягово-приводного агрегата.....	16
3. ПРОЄКТУВАННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЗМІН У ТЯГОВО-ПРИВОДНОМУ АГРЕГАТІ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.....	25
3.1. Обґрунтування конструкції та розрахунок редуктора приводу робочих органів кореневикопувальної машини.....	25
3.2. Підбір підшипників вала проміжної шестерні у редукторі приводу та перевірка їх працездатності.....	31
3.3. Організація процесу та умови роботи удосконаленого тягово-приводного агрегату для викопування коренеплодів.....	32
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	42
4.1. Правила техніки безпеки під час роботи трактора інтегральної схеми та причіпної коренезбиральної машини	42
4.2. Основні правила пожежної безпеки під час експлуатації трактора інтегральної схеми.....	45
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	47
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	48
ДОДАТКИ.....	51

ВСТУП

Інтенсивні технології вирощування цукрових буряків спрямовані на підвищення врожайності, водночас потребують поліпшення економічних показників через зменшення втрат цукросировини, що можна досягти підвищенням надійності та продуктивності гичко- та коренезбиральних машин.

В удосконаленні конструкцій бурякозбиральних машин простежуються два напрями: покращення потужних б-рядних машин оснащенням їх інтенсивними очисниками і бункерами великої місткості та модернізація простіших причіпних та начіпних машин створенням комплексів для однофазного та роздільного збирання врожаю. Усі ці конструкції потребують більш компактних, надійних і агротехнічно ефективних гичковидаляючих, викопуючих та очисних пристроїв, а також ефективних гідроприводів, потужних двигунів, ходових систем, засобів автоматизації.

Комплекси різних варіантів машин для роздільного збирання (видалення гички, викопування і потокове збирання коренеплодів або укладання їх у валок, підбирання валків) агрегатують з двома-трьома тракторами. Застосовують також сумісне видалення гички та викопування коренеплодів і вкладання їх у валок, що реалізується окремими причіпними і начіпними машинами приєднуваними до потужних (160...180к.с.) тракторів. Важливим у цих процесах є якісніше дообрізування гички з головок коренеплодів без зрізання їх цукроносної маси та використання машин зі змінними типами копачів, що встановлюються з урахуванням зональних умов, фізичного стану ґрунту, його механічного складу і врожайності. Для багатьох, порівняно невеликих господарств-виробників цукросировини, актуальним є удосконалення ефективних, надійних і відносно дешевих збиральних машин, які агрегатуються з сучасними енергетичними засобами, наявними у господарствах.

Мета даної роботи – вдосконалення процесу збирання коренеплодів цукрових буряків підвищенням ефективності роботи тягово-приводного агрегата змонтованого базі інтегрального трактора, що сприятиме підвищенню якості цукрової сировини, зменшенню втрат і пошкоджень коренеплодів.

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЗАСОБІВ

1.1. Аналіз технологій вирощування та збирання цукрових буряків

Техніка та технічні засоби, які використовують у технологіях вирощування та збирання цукрових буряків має відповідні агротехнічні та експлуатаційно-економічні показники роботи, на які суттєво впливають фізичний стан і тип ґрунту та агрофізичні характеристики коренеплодів.

В Україні на сьогодні значно скоротилися площі, зайняті вирощуванням цукрових буряків, на що є свої причини різного характеру, однією з них є трудомісткість та висока вартість потужної техніки для збирання. У вирощуванні цукрових буряків використовують як вітчизняні технології і машини, так і закордонні технології і машини, аналізуючи які можна визначитися з перспективними напрямками розвитку технологій.

Свого часу в Україні були розроблені перспективні конструкції широкозахватних комбінованих 18-рядних агрегатів, які одночасно з передпосівним обробітком ґрунту, внесенням гербіцидів виконували сівбу цукрових буряків з дотриманням технологічної колії під ходові колеса шириною 70см. Завдяки застосуванню таких комбінованих агрегатів досягають високоякісного виконання техпроцесу і підвищенню продуктивності у півтора-два рази з одночасним зменшенням затрат праці і палива.

За умови одночасного передпосівного обробітку ґрунту та сівби комбінованими агрегатами можна отримати величину середнього арифметичного відхилення коренеплодів щодо осьових ліній рядків у допустимих межах; глибину передпосівного обробітку ґрунту закладають відповідною до заданих параметрів – 3...4см; перевагою є звуження ширини слідів ходових коліс зайнятих на цих операціях енергетичних модулів, наприклад для ЄС-220 ширина 42см, ВЄС-150 ширина 35,4см; звужується також ширина захисних зон, які залишаються під час міжрядного обробітку посівів, наприклад, культиватор КОЗР-9,1 приєднаний до енергетичного модуля ЄС-220 дає зону 4,6см [2, 23].

Використання енергетичних модулів типу ЄС-220 і ВЕС-150, енергонасичених тракторів типу ЛТЗ-155 для приєднання до них універсальних 18-рядних культиваторів і сівалок дає можливість обладнати їх ведучими колесами, що створюють звужену колію, завдяки чому можна отримати звужені міжряддя та технологічні колії шириною до 580...600мм, тим самим можна скоротити втрати на довжині рядків до 3,1% проти 12,1%, або взагалі може зникнути потреба технологічно широких міжрядь [2, 10, 15, 16, 23].

Масштабніше впровадження перспективних технологій вирощування цукрових буряків потребує використання нових машин для виконання комплексу операцій з ґрунтообробки, сівби, збирання, які а було б використовувати як комбіновані агрегати, а це потребує нових конструкцій енергонасичених орно-просапних тракторів, прикладом яких можуть бути ХТЗ-120/121 і ХТЗ-161/163 класу 30кН та інші енергозасоби зарубіжного виробництва.

Перспективною є технологія вирощування цукрових буряків, у якій пропонується до застосування вітчизняний ґрунтообробний комплекс машин, сівалки ССТ-18В та їх агрегування з інтегральним трактором ХТЗ-121. Можна використовувати іншу модель трактора – ХТЗ-16131, який має передню і задню навісні системи, до яких приєднують комплекс машин, завдяки чому за один прохід реалізується виконання кількох технологічних операцій з обробітку ґрунту (вирівнювання, розпушування, подрібнення, шлейфування), сівба, внесення рідких добрив і гербіцидів. Така технологія збільшує продуктивність агрегатів і зменшується витрати палива [2, 10, 23, 17].

Застосування нової техніки у технологіях вирощування просапних культур завдяки перевагам порівняно традиційною технікою, дає кращі техніко-економічні показники роботи. За звичайних умов експлуатації застосовували машинні агрегати на базі тракторів МТЗ-80 та Т-70С, якщо у тих же умовах застосувати один енергонасичений трактор ХТЗ-16131, то він рівноцінний за обсягами робіт трьом тракторам типу ЮМЗ-6 чи Т-70С.

Виробництво нових тракторів типу ХТЗ-160, їх агрегування з новими вітчизняними машинами забезпечить зменшення капіталовкладень, експлуа-

таційних витрат і витрат палива, що перекрыють затрати на їх виготовлення.

Існуючі технології вирощування цукрових буряків можна поділити на такі: застосування гербіцидів і вітчизняної техніки з мінімальними затратами праці; застосування гербіцидів і зарубіжної техніки; використання гербіцидів і вітчизняних машин у поєднанні з інтегральними орно-просапними тракторами ХТЗ серій: ХТЗ-120/121, ХТЗ-16131, ХТЗ-16331. Остання з них є менш трудомісткою і дешевшою за показниками прямих витрат завдяки використанню вітчизняних розробок.

Технології збирання цукрових буряків різняться способами збирання гички та викопування коренеплодів, реалізуються широким типажем машин від одно- до шестирядних у різних виконаннях, а саме, як самохідні та причіпні машини, працюють як роздільно так і в комплексі, мають різноманітні конструкції робочих органів, установка яких та характер роботи впливають на якість зібраного врожаю, зокрема на фізичну забрудненість коренів та гички і придатність до подальшої переробки.

Більшість сучасних комбайнів і машин застосовуваних для роздільного збирання обладнують копаками коливального типу, які достатньо добре працюють у зволожених (24...28%) і сухих (12...18% вологість) умовах, маючи частоту (8...12кол/с) при розмаху коливань (5...20мм).

У багатьох машинах використовують дискові (приводні) копачі або копачі типу євродиск, вони прості конструктивно, маючи диски діаметром 450...600мм з полозами, що регулюється.

Важливим у збиранні коренеплодів є досягти якомога меншої фізичної забрудненості ґрунтом і рослинними рештками ($\leq 10\%$), тому на сучасних збиральних машинах встановлюють складні, але високоефективні системи очищення створювані комбінацією турбороторних очисників, шнекових і пруткових транспортерів, що мають змінну траєкторію руху вороху. Високої чистоти коренеплодів досягають суцільним видаленням гички, правильним обрізуванням головок коренеплодів, їх доочищенням ротаційними пристроями.

Запровадження потужних очисних систем у коренезбиральних машинах

викликане техніко-економічними та екологічними вимогами. Частково ця проблема вирішується удосконаленням конструкцій бурякозбиральної техніки та застосуванням технології збирання бункерними машинами, які укладають викопані коренеплоди у проміжні кагати для тимчасового зберігання, з яких у подальшому їх вивантажують на транспортні засоби виконуючи доочистку вороху навантажувачами, завдяки чому вдвічі знижується забрудненість, особливо це практикують у Німеччині [3, 10, 15, 16, 17, 23].

Впровадження технології перевалочного збирання реалізується формуванням польових кагатів поблизу доріг з твердим покриттям, здійснюють це комплексами машин призначених для роздільного збирання типу Кляйне, Борекс, Уманьфермаш. Завдяки провітрюванню і просушуванню валків протягом 2...4год навіть за перезволожених умов можна отримати допустиму забрудненість (6...8%).

Важливим у формуванні нових конструктивних особливостей у бурякозбиральних машинах та їх використанні є співвідношення показників «технічний рівень-продуктивність-витрати на експлуатацію-ціна», що впливає на собівартість збирання врожаю і рентабельність техніки. Загалом оцінюють техніку за комплексним критерієм, а саме співвідношенням: ширина захвату (м), продуктивність (га/год), пропускна здатність (т/год), агротехнологічна ефективність (повнота збирання, забрудненість, пошкодження) та енергомісткість (кг палива/га, кг/т). Враховуючи ці показники та можливості господарств вибирають спосіб збирання одно-, дво-, трифазний, а також відповідну техніку.

1.2. Переваги застосування у складі тягово-приводних агрегатів енергонасичених тракторів

В агротехнологіях вирощування сільськогосподарських рослин впроваджують нові підходи, які поєднуючи підвищення врожайності зі зниженням трудомісткості виробництва, за умови загальної економії матеріальних витрат, мають враховувати основну еколого-господарську вимогу –

збереження родючості ґрунтів. Частково дотримання таких вимог можна досягти використовуючи універсальні тягові засоби на різних видах сільськогосподарських робіт.

Проаналізуємо переваги застосування енергонасичених тракторів у складі тягово-приводних агрегатів для збирання врожаю цукрових буряків.

Конструктивно бурякозбиральні машини складні через особливості робочих органів, їх виготовляють і різних варіантах агрегування, можуть бути 1-, 2-, 3-х та 6-рядними. Найбільш поширені шестирядні збиральні машини, які адаптовані до збирання цукрових буряків з посіви, виконаних 12-рядними сівалками; також є перспективні розробки конструкцій 18-рядних машин. Серед усього розмаїття машин, часто, особливо для господарств з невеликими порівняно площами посівів цукрових буряків, доцільно застосовувати комбіновані агрегати створені на базі тракторів інтегральної схеми (типу ЛТЗ-155), які порівняно зі звичайним комплектування збиральних агрегатів на базі тракторів типу МТЗ-82 мають такі переваги: зменшення числа проходів агрегатів у два-три рази, працюючих механізаторів; витрат гербіцидів у два рази, витрат палива і мастильних матеріалів на 35...45%; підвищення продуктивності праці у півтора-два рази; можна отримати 45...80 центнерів коренеплодів додатково з кожного гектара посіяної площі.

Трактори типу ЛТЗ-155 є на стику енергонасичених тракторів класів 14 і 30кН, їх можна агрегувати з більшістю існуючих причіпних та начіпних сільськогосподарських машин і знарядь, які працюють з тракторами МТЗ-82 і Т-150К [1].

Перевага ЛТЗ-155 (рис. 1.1) порівняно зі схожими машинами у його ефективності, тобто здатності працювати з широкозахватними машинами, які використовують для вирощування різних сільськогосподарських культур, важкими причепами та розкидачами добрив.

Універсально-просапні трактори інтегральної схеми типу ЛТЗ-155 використовують для вирощування і збирання кукурудзи, соняшника, цукрових буряків, картоплі, овочів та інших сільськогосподарських культур в існуючих і

прогресивних технологічних процесах, що поєднують різні технологічні операції виконувати широкозахватними одноопераційними та комбінованими агрегатами і машинами на передній і задній навісках, маючи можливість забезпечувати одночасний привод активних робочих органів, а також встановлювати на тракторі місткості для насіння, добрив і гербіцидів; можуть виконувати оранку, суцільну культивуацію, внесення добрив, збиральні, транспортні, вантажно-розвантажувальні та інші роботи у всіх основних ґрунтово-кліматичних зонах країни.

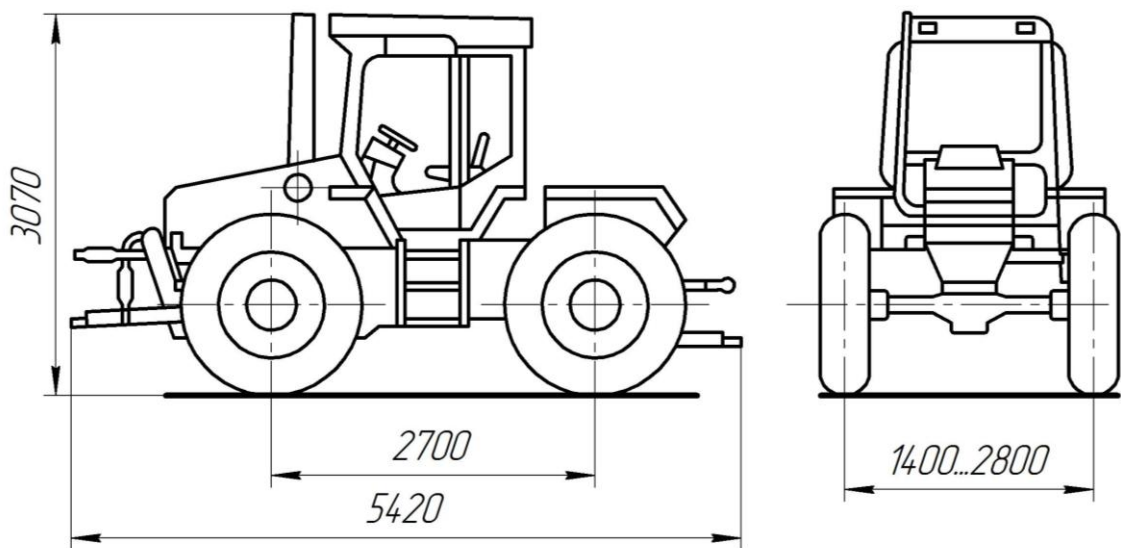


Рисунок 1.1

Виділяють такі принципи інтегральності тракторів [1]: постійно реалізують зчіпну масу за будь-яких навантажень на колеса однакового розміру; мають майданчик для технологічних міст костей; є дві начіпні системи – це передня і задня, які забезпечують роздільне копіювання рельєфу ґрунту знаряддями, що на них навішені; мають розвинену мережу валів відбору потужності; реалізують можливість змінювати режими поворотів керування коліс; мають повний реверс постів керування; розташування кабіни центральне, є можливість перестановки її у простір перед двигуном і над заднім мостом; характерним є мінімальний тиск рушіїв на ґрунт; можна змінювати агропросвіт; компоновка виконана за блочно-модульним принципом (рис. 1.2).

Особливість інтегральних тракторів в тому, що вони виконані за блочно-модульним принципом, завдяки чому добре пристосовані комплектування на їх базі агрегатів різноманітного призначення. Такі трактори поєднують функції тягової машини, що має високі тягово-зчіпні властивості; енергозасобу, що має розвинену систему відбору потужності та монтажної бази, утвореної технологічним майданчиком і двома начіпними системами. Для використання трактора на посівах культур вирощуваних з шириною міжрядь 45 см встановлюють спарені колеса з шинами розмірами 9,5×42 (ширина 241мм).

Енергонасичені трактори обладнують двигунами з експлуатаційною потужністю не менше 150 к.с., питома витрата палива 220 г×кВт/год., начіпні пристрої передньої і задньої систем триточкового типу для можливості комплектування агрегатів багатоопераційними комбінованими знаряддями. Для забезпечення виконання техпроцесів приводними машини агрегатованими з такими тракторами їх обладнано чотирма ВВП. Маса трактора експлуатаційна 5600кг.

У дані роботі пропонується один із варіантів використання існуючих знарядь, які можна приєднувати до універсальних тягових агрегатів, зокрема інтегральних тракторів, які є у більшості господарств і які використовують на багатьох операціях.

Підвищити ефективність роботи тягово-приводного агрегату на базі інтегрального трактора і причіпної корезбиральної машини для викопування коренеплодів цукрових буряків можна змінивши привод викопуючих робочих органів так, щоб забезпечити необхідну частоту обертання приводного вала і величину передаваного ним крутного моменту. Реалізувати це можна використанням додаткового редуктора, конструкцію якого потрібно продумати і розрахувати та проміжної карданної передачі, що забезпечить привод роздаточного редуктора.

Визначати параметри редуктора необхідно враховуючи можливі критичні навантаження, що можуть діяти на робочі органи коренезбиральної машини під час збирання цукрових буряків.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПОНУВАННЯ ТЯГОВО-ПРИВОДНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

2.1. Обґрунтування складу тягово-приводного агрегату та кінематичної схеми причіпної коренезбиральної машини

Ефективність збирання цукрових буряків можна підвищити правильно скомпонувавши машини для збирання. Однофазне збирання можна реалізовувати використовуючи інтегральний трактор, обладнаний реверсним управлінням, підвищення ефективності досягається завдяки одночасному видаленню гички машиною встановленою на передню навіску трактора, викопуванню та очищенню коренеплодів причіпною коренезбиральною машиною, встановленою на задню навіску трактора, реалізовується процес збирання за один прохід на робочих швидкостях 6...8 км/год.

Перспективний варіант технології збирання цукрових буряків реалізують використовуючи існуючі причіпні коренезбиральні машини агреговані з новими інтегральними тракторами, а також приєднувані до універсальних енергетичних засобів. За таких умов немає необхідності у детальному відпрацюванні технологічного процесу машинами та уточнення їх параметрів і режимів, на яких працюють робочі органи збиральних машин.

Можливість агрегування наявних коренезбиральних машин до інтегральних тракторів та універсальних енергетичних засобів потребує узгодження роботи гідравлічної системи енергозасобів до машин, щоб забезпечити можливість використовувати систему автоматичного ведення машин рядками коренеплодів.

У роботі пропонується викопування коренеплодів цукрових буряків реалізовувати застосовуючи агрегат у складі інтегрального трактора та приєднану на його задню навіску коренезбиральну машину типу МКК-6-02 (рис. 2.1). Агрегувати коренезбиральну машину потрібно як причіпну, а це потребує зміни приводу її робочих органів, щоб забезпечити необхідну частоту обертан-

ня і величину крутного моменту. Виконати це можна встановивши додатковий редуктор і проміжну карданну передачу на привод роздаточного редуктора.

Агрегатувати коренезбиральну машину МКК-6-02 з інтегральним трактором можна демонтувавши з машини трактор МТЗ-80, завдяки якому вона може працювати як самохідна та обладнавши її причіпним пристроєм 3 (рис. 2.1). Привод робочих органів для базового виконання коренезбиральної машини реалізовувався через ВВП трактора ($n=540\text{хв}^{-1}$), на якому встановлено роздаточний редуктор. Агрегування коренезбиральної машини до інтегрального трактора дає іншу схему – робочі органи приводяться в рух через задній верхній ВВП трактора ($n=1000\text{хв}^{-1}$), карданну передачу 2 та редуктор 5 (рис. 2.1).

Для комплектування збирального агрегату універсальний трактор обладнують спареними колесами, які мають розміри шин $9,5\times 42$, а ширина шини 241мм. Таке агрегування запобігає роздавлюванню коренеплодів рушіями трактора та підвищує тягово-зчіпні можливості колісних рушіїв трактора [1].

Базове виконання трактора не дає частоти обертів ВВП 540хв^{-1} , тому потрібно ввести у кінематичну схему приводу проміжну карданну передачу та редуктор. Редуктор доцільно застосувати циліндричний, що має передаточне відношення $i=1,83$ і проміжну карданну передачу 2, що передаватиме крутний момент від редуктора до роздаточного редуктора 3, для реалізації приводу робочих органів, забезпечуючи зменшення частоти обертів з 1000хв^{-1} до 540хв^{-1} при збільшенні крутного моменту, та створює потрібний напрям обертання, на привод робочих органів коренезбиральної машини аналогічно до базового.

2.2. Розрахунок режимів роботи тягово-приводного агрегата

Створювати комбіновані збиральні агрегати з використанням інтегральних тракторів – порівняно новий напрям розвитку засобів механізації для технологічних процесів у рослинництві [6, 11, 19, 20, 21, 22, 23].

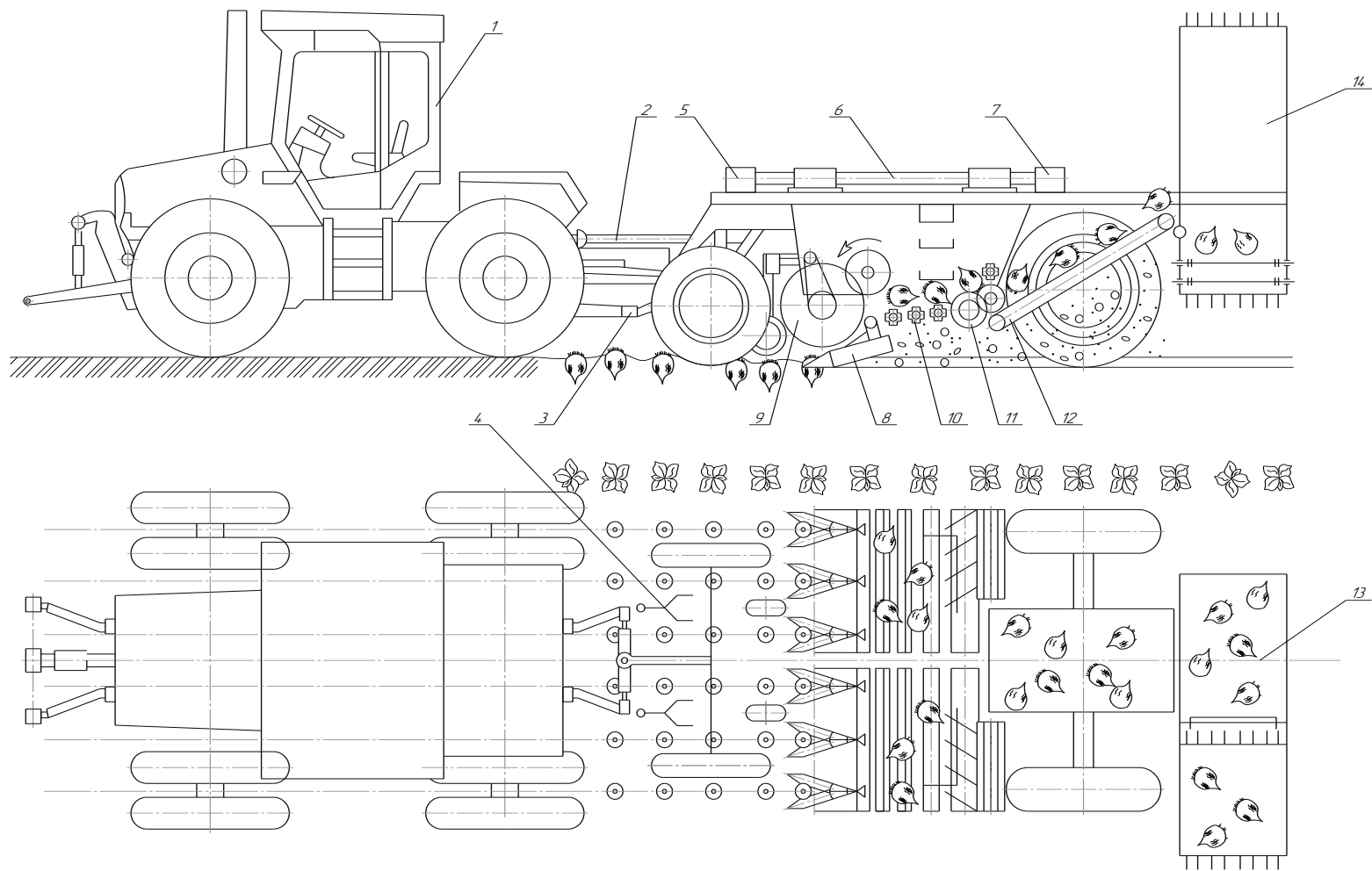


Рисунок 2.1

р.

Проектування комбінованих агрегатів для збирання врожаю, які створюють на базі одноопераційних машин, потребує обґрунтованого їх вибору та розрахунку основних режимів роботи. а традиційної схеми вирощування цукрових буряків з міжряддями 45см та використання шестирядної системи машин як енергозасоби використовують універсально-просапні трактори типу МТЗ-80 з тяговим класом 14кН та спеціалізовані трактори типу Т-70С.

Вдосконалення технології збирання цукрових буряків з використанням інтегральних тракторів та передньо начіпних і причіпних машин потребує визначення яким мав би бути оптимальний тягово-приводний режим роботи збирального агрегату. Для викопування коренеплодів цукрових буряків коренебиральною машиною агрегатованою на задню навіску інтегрального трактора виконаємо тяговий розрахунок і визначимо якими мають бути регуляторна характеристика двигуна трактора і тягова характеристика трактора.

Регуляторну характеристику двигуна інтегрального трактора типу ЛТЗ-155 можемо отримати визначивши номінальне значення крутного моменту

$$M_e = \frac{9,81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot N_e}{\pi \cdot n_e} \quad (2.1)$$

де N_e – потужність двигуна номінальна, $N_e = 130 \text{ кВт}$ [1];

n_e – номінальна частота обертів вала двигуна, $n_e = 1850 \text{ хв}^{-1}$;

g_e – питома витрата палива, $g_e = 200 \text{ г / кВт} \cdot \text{год}$.

Отримаємо

$$M_e = \frac{9,81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot 130}{3,14 \cdot 1850} = 672 \text{ Нм} .$$

Визначимо максимальне значення крутного моменту двигуна

$$M_{e \max} = 1,05 \cdot M_e ; \quad (2.2)$$

тобто

$$M_{e \max} = 1,05 \cdot 672 = 706 \text{ Нм} .$$

Визначимо частоту обертання вала двигуна трактора для максимального крутного моменту $M_{e \max}$

$$n_{em} = n_e \cdot 1,5^{-1} ; \quad (2.3)$$

де n_e – номінальна частота обертання вала двигуна.

Тоді
$$n_{em} = \frac{1850}{1,5} = 1235 \text{ хв}^{-1}.$$

Максимальна частота обертів двигуна при $M = 0$ буде

$$n_{e \max} = n_e \cdot 0,92^{-1}; \quad (2.4)$$

тобто
$$n_{e \max} = \frac{1850}{0,92} = 2010 \text{ хв}^{-1}.$$

Знайдемо потужність двигуна при $M_{e \max}$

$$N_{em} = \frac{\pi \cdot M_{emax} \cdot n_{em}}{9,81 \cdot 30 \cdot 102}; \quad (2.5)$$

числом
$$N_{em} = \frac{3,14 \cdot 706 \cdot 1235}{9,81 \cdot 30 \cdot 102} = 91,2 \text{ кВт}.$$

Потужність двигуна при $M = 0$ буде дорівнювати нулю.

Годинну витрату палива при $M = M_e$ визначимо за формулою

$$G_e = g_e \cdot N_e; \quad (2.6)$$

тобто
$$G_e = 200 \cdot 130 = 26000 \text{ г} = 26 \text{ кг}.$$

Годинна витрата палива при $M_e = M_{e \max}$ буде

$$G_{em} = g_e \cdot N_{em}; \quad (2.7)$$

тобто
$$G_{em} = 200 \cdot 91,2 = 18,24 \text{ кг}.$$

Годинну витрату палива коли $M = 0$ матимемо

$$G = G_{em} = 18,24 \text{ кг}. \quad (2.8)$$

Отримані дані вміщені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники роботи двигуна трактора

Частота обертання вала, хв^{-1}		Крутний момент, Нм	
СИМВОЛ	величина	СИМВОЛ	величина
n_e	1850	M_e	672
n_{em}	1235	$M_{e \max}$	706
$n_{e \max}$	2010	M_{em}	0

Отримані дані використовуємо для побудови регуляторної характеристики двигуна $N_e = f(M)$; $\Pi_e = f(M)$; $G_e = f(M)$ (рис. 2.2).

Побудувати тягову характеристику трактора зможемо визначивши яка має бути максимальна сила тяги користуючись умовою буксування рушія [1, 6, 24]

$$\delta = A \cdot \left(\frac{T_{\max}}{9,81 \cdot G_m} \right) + B \cdot \left(\frac{T_{\max}}{9,81 \cdot G_m} \right)^n = 1; \quad (2.9)$$

де T_{\max} – сила максимальна тяги, кН;

δ – коефіцієнт буксування;

A, B, n – коефіцієнти, на величину яких впливають ґрунтові умови;

при кількості ударів твердоміра $C_y = 4 \dots 7$ і тиску у шинах коліс

$$P = 120 \text{ кПа} : A = 0,115 ; B = 1,4 ; n = 6 ;$$

G_m – вага трактора, $G_m = 5,5 \text{ т}$.

Рівняння (2.9) потрібно розкласти у ряд Фур'є і обмежившись першими п'ятьма членами, знайдемо, що $T_{\max} = 48 \text{ кН}$. На рис. 2.2 вздовж осі абсцис відкладено у масштабі T_{\max} і поділено на п'ять рівних частинок, враховуючи що $T_1 = 10 \text{ кН}$, $T_2 = 20 \text{ кН}$, $T_3 = 30 \text{ кН}$, $T_4 = 40 \text{ кН}$, $T_5 = T_{\max} = 48 \text{ кН}$.

Для кожного значення крутного моменту T_i розрахуємо значення δ_i :

$$\delta_1 = 0,115 \cdot \left(\frac{10}{9,81 \cdot 5,5} \right) + 1,4 \cdot \left(\frac{10}{9,81 \cdot 5,5} \right)^6 \cong 0,018 ;$$

$$\delta_2 = 0,115 \cdot \left(\frac{20}{9,81 \cdot 5,5} \right) + 1,4 \cdot \left(\frac{20}{9,81 \cdot 5,5} \right)^6 \cong 0,076 ;$$

$$\delta_3 = 0,115 \cdot \left(\frac{30}{9,81 \cdot 5,5} \right) + 1,4 \cdot \left(\frac{30}{9,81 \cdot 5,5} \right)^6 \cong 0,19 ;$$

$$\delta_4 = 0,115 \cdot \left(\frac{40}{9,81 \cdot 5,5} \right) + 1,4 \cdot \left(\frac{40}{9,81 \cdot 5,5} \right)^6 \cong 0,24 ;$$

$$\delta_5 = 0,115 \cdot \left(\frac{50}{9,81 \cdot 5,5} \right) + 1,4 \cdot \left(\frac{50}{9,81 \cdot 5,5} \right)^6 = 1 .$$

Сила опору коченню рушія

$$P_f = 9,81 \cdot G_m \cdot f_{\text{коч}} ; \quad (2.10)$$

де $f_{\text{коч}}$ – коефіцієнт опору кочення, $f_{\text{коч}} = 0,2$;

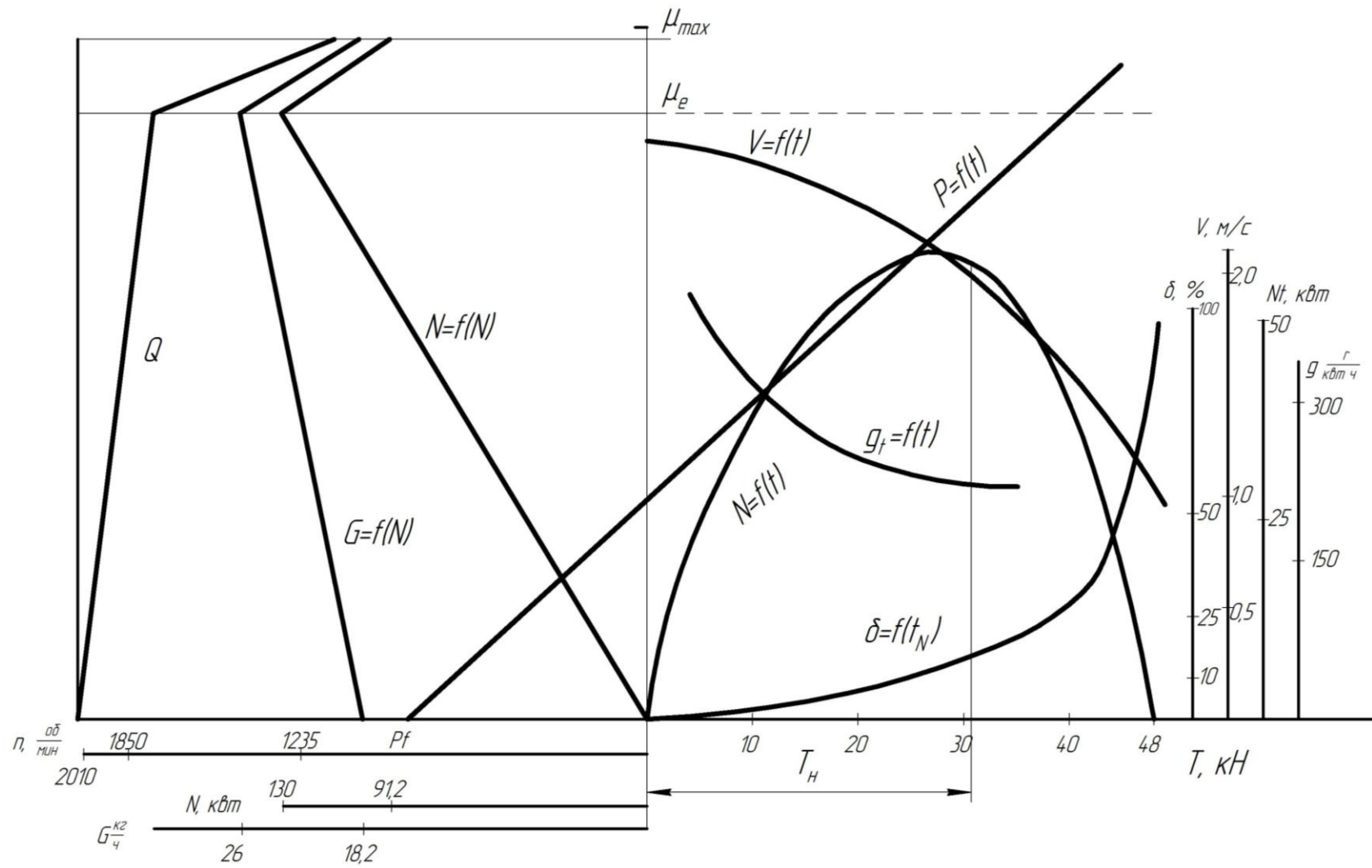


Рисунок 2.2

G_m – маса всього комбінованого агрегата, знайдемо її як

$$G_m = G_m + G_{z.m.} + G_{k.m.}; \quad (2.11)$$

де $G_{z.m.}$ – маса машини для збирання гички, $G_{z.m.} = 1,3 m$;

G_m – маса трактора, $G_m = 5,5 m$;

$G_{k.m.}$ – маса коренезбиральної машини, $G_{k.m.} = 5,1 m$;

Отримаємо

$$G_m = 5,5 + 1,3 + 5,1 = 11,9 m .$$

Відповідно отримаємо значення сили опору коченню рушія

$$P_f = (9,81 \cdot 11,9 \cdot 10^3) \cdot 0,2 = 23347,8 H = 23,34 \kappa H .$$

Визначимо, яким буде колове зусилля на ведучому колесі [1]

$$P_0 = \frac{M_e \cdot u \cdot \eta}{R}, \quad (2.12)$$

де u – передатне число трансмісії;

R – радіус ведучого колеса, $R = 0,76 m$;

η – ккд трансмісії, $\eta = 0,75$.

Агротехнічно допустимою швидкістю під час збирання цукрових буряків є $V = 4,5$ км/год. З прийнятих умов, у яких працює гичкозбиральна машина, – $u = 124$. Тоді колове зусилля

$$P_0 = \frac{672 \cdot 124 \cdot 0,75}{0,76} = 82 \kappa H .$$

На графіку тягової характеристики (див. рис. 2.2) вліво від початку координат відкладено P_f , вправо – P_0 .

Потрібні швидкості руху збирального агрегата визначимо користуючись формулою [1]

$$V_{gi} = \frac{\pi \cdot R \cdot n_i \cdot (1 - \delta_i)}{30 \cdot u}. \quad (2.13)$$

Значення n_i знайдемо з графіка регуляторної характеристики при відповідних значеннях T_1 . Отримаємо:

$$V_{g_1} = \frac{3,14 \cdot 0,76 \cdot 1750 \cdot (1 - 0,018)}{30 \cdot 61} = 2,16 \text{ м/с};$$

$$V_{g_2} = \frac{3,14 \cdot 0,76 \cdot 1625 \cdot (1 - 0,076)}{30 \cdot 61} = 1,93 \text{ м/с};$$

$$V_{g_3} = \frac{3,14 \cdot 0,76 \cdot 1550 \cdot (1 - 0,19)}{30 \cdot 61} = 1,6 \text{ м/с};$$

$$V_{g_4} = \frac{3,14 \cdot 0,76 \cdot 1150 \cdot (1 - 0,24)}{30 \cdot 61} = 1,12 \text{ м/с}.$$

Графік швидкості руху коренезбирального агрегата $v_g = f(T)$ (див. рис. 2.2).

Тягова потужність трактора N_{mi} для відповідних значень сили тяги T_i

$$N_{mi} = T_i \cdot V_{gi}. \quad (2.14)$$

буде

$$N_{m_1} = 10 \cdot 2,16 = 21,6 \text{ кВт};$$

$$N_{m_2} = 20 \cdot 1,93 = 38,6 \text{ кВт};$$

$$N_{m_3} = 30 \cdot 1,6 = 48,0 \text{ кВт};$$

$$N_{m_4} = 40 \cdot 1,12 = 44,8 \text{ кВт}.$$

Графік тягової потужності $N_m = f(T)$ показаний на рис. 2.2.

Питому витрату палива на коренезбиранні визначимо так

$$g_{ri} = \frac{1000 \cdot G_{ri}}{N_{\delta}}. \quad (2.15)$$

Отримаємо:

$$g_{r_1} = \frac{1000 \cdot 36,4}{130} = 280 \text{ г/кВт} \cdot \text{год};$$

$$g_{r_2} = \frac{1000 \cdot 35,7}{130} = 275 \text{ г/кВт} \cdot \text{год};$$

$$g_{r_3} = \frac{1000 \cdot 35,1}{130} = 270 \text{ г/кВт} \cdot \text{год};$$

$$g_{r_4} = \frac{1000 \cdot 41,6}{130} = 320 \text{ г/кВт} \cdot \text{год}.$$

Визначимо якою буде величина сумарного тягового опору агрегата [1, 24]

$$\sum W = W_{PO} + W_{ПЕР} + W_{IH}, \quad (2.16)$$

де W_{PO} – величина тягового опору робочих органів, $W_{PO} = 6,8 \text{ кН}$ [1];

$W_{ПЕР}$ – тяговий опір на пересування агрегата;

W_{IH} – значення тягового опору інерції під час рушення агрегата, кН.

Тяговий опір потрібний для пересування агрегата

$$W_{ПЕР} = G_{агр} \cdot f_{\delta\delta}, \quad (2.17)$$

де $f_{\delta\delta}$ – коефіцієнт руху агрегату; при русі на фоні посіву цукрових буряків –

$$f_{\delta\delta} = 0,12 \quad [1];$$

$G_{агр}$ – вага коренезбирального агрегата

$$G_{агр} = G_m + G_{к.м}, \quad (2.18)$$

буде

$$G_{агр} = 5,5 + 3,1 = 8,6 \text{ т}.$$

Відповідно

$$W_{ПЕР} = 8,6 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 0,12 = 12,4 \cdot 10^3 \text{ Н} = 12,4 \text{ кН}.$$

Тяговий опір на подолання інерції під час рушення агрегата

$$W_{IH} = \frac{G_{агр}}{g} \cdot \frac{V_{\delta}}{t}, \quad (2.19)$$

де V_{δ} – швидкість руху агрегату, $V_{\delta} = V = 1,5 \text{ м/с}$;

t – час розгону, $t = 2 \dots 3 \text{ с}$.

Матимемо

$$W_{IH} = \frac{8,6 \cdot 10^3 \cdot 9,81}{9,81} \cdot \frac{1,5}{2} = 6,4 \cdot 10^3 \text{ Н} = 6,4 \text{ кН}.$$

Враховуючи отримані результатів маємо величину сумарного тягового опору

$$\Sigma W = 6,8 + 7,1 + 6,4 = 20,3 \text{ кН}.$$

За номінального режиму роботи дизеля тягові можливості трактора – $T = 20 \text{ кН}$. Вибраний енергозасіб забезпечує виконання технологічного процесу. Визначаємо ступінь завантаження трактора величиною тягового опору комбінованого агрегату

$$D = \frac{\Sigma W}{T}, \quad (2.20)$$

тобто

$$D = \frac{20,3}{20} = 1,02.$$

3. ПРОЄКТУВАННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЗМІН У ТЯГОВО-ПРИВОДНОМУ АГРЕГАТІ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

3.1. Обґрунтування конструкції та розрахунок редуктора приводу робочих органів кореневикопувальної машини

Привод робочих органів причіпної коренезбиральної машини приєднаної на задню навіску інтегрального трактора реалізується від ВВП трактора, однак є потреба у використанні додаткового редуктора, який би забезпечував зменшення частоти обертів вала з 1000 хв^{-1} до 540 хв^{-1} , та підвищував крутний момент, щоб забезпечити виконання процесу викопування коренеплодів. Проєктування редуктора виконаємо задавшись вихідними даними: частота обертання ВВП трактора $n_1 = 1000 \text{ хв}^{-1}$; частота обертання на привод робочих органів $n_2 = 540 \text{ хв}^{-1}$; потужність, яку передає редуктор, $P_1 = 25 \text{ кВт}$. Визначимо кінематичні і силові параметри приводу робочих органів кореневикопувальної машини. Обов'язковою умовою є збереження напрямку обертання, для чого використаємо двоступінчастий співвісний редуктор, що має проміжну шестерню, що вільно обертається на осі.

Визначимо загальне передаточне число редуктора

$$i = \frac{n_1}{n_2}, \quad (3.1)$$

тобто
$$i = \frac{1000}{540} = 1,83 .$$

Розіб'ємо загальне передаточне число на ступені привода. Перша ступінь: Попередньо приймемо кількість зубів ведучої шестерні $z_1 = 18$, проміжної – $z_2 = 24$. Передаточне відношення першої ступені буде [3]

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1},$$

числом
$$i_1 = \frac{24}{18} = 1,33 .$$

Друга ступінь: Маючи загальне передаточне $i = 1,83$ та передаточне число першої ступені 1,33 визначимо передаточне другої ступені

$$i_2 = \frac{i}{i_1},$$

тобто
$$i_2 = \frac{1,83}{1,33} = 1,38 .$$

Визначимо число зубів колеса

$$z_3 = z_2 \cdot i_2 . \quad (3.2)$$

Отримаємо

$$z_3 = 24 \cdot 1,38 = 33 .$$

Перевіримо відповідність загального передаточного числа необхідному

$$i = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_3}{z_2} ,$$

тобто
$$i = \frac{24}{18} \cdot \frac{33}{24} = 1,833 .$$

Відхилення не перевищує 2% - фактичного передаточного від необхідного. Кінцево прийmemo: $z_1 = 18$; $z_2 = 24$; $z_3 = 33$;

Визначимо загальний ккд зубчатих передач редуктора [3,

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 , \quad (3.3)$$

де η_1, η_2 – відповідно ккд першої та другої ступеней зубчатих передач редуктора, $\eta_1 = \eta_2 = 0,96$ [3, 12].

Отримаємо
$$\eta = 0,96 \cdot 0,96 = 0,92 .$$

Потрібні силові параметри, щоб розрахувати зубчасті передачі редуктора, а саме, потужність і крутний момент.

Визначимо крутний момент на першій ступені [3, 5]

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} , \quad (3.4)$$

де ω_1 – кутова швидкість швидкохідного вала, с^{-1} ;

P – передавана потужність.

Кутова швидкість

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30}, \quad (3.5)$$

тобто
$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104,7 \text{ c}^{-1}.$$

Відповідно крутний момент

$$T_1 = \frac{25000}{104,7} = 239 \text{ Нм}.$$

Потужність на тихохідному валу редуктора

$$P_2 = \eta \cdot P_1, \quad (3.6)$$

тобто
$$P_2 = 0,92 \cdot 25 = 23 \text{ кВт}.$$

Визначимо крутний момент на тихохідному валу

$$T_2 = \frac{P_2}{\omega_2}, \quad (3.7)$$

а саме
$$T_2 = \frac{23000}{56,5} = 407 \text{ Нм}.$$

Розрахуємо зубчасту передачу редуктора. Вибираємо матеріал зубчастих коліс, вид термообробки і твердість. Згідно з [7, 24] приймаємо сталь 40Х (ГОСТ 4543-71). Твердість матеріалу вала-шестерні $\geq 45 \text{ HRC}$, твердість матеріалу проміжної шестерні – $\leq 350 \text{ HB}$. Різниця твердостей $\text{HB}_1 - \text{HB}_2 > 70$ відповідає умові припрацювання вала-шестерні з проміжною шестернею.

Підберемо для сталі 40Х відповідні механічні характеристики для:

- вала-шестерні: твердість $45 \dots 50 \text{ HRC}_1$ з термообробкою – гартуванням СВЧ, при гранично допустимому діаметрі заготовки – $D_{\max} = 125 \text{ мм}$;
- проміжної шестерні: твердість $270 \dots 300 \text{ HB}$ з термообробкою – покращенням при діаметрі заготовки $D_{\max} = 150 \text{ мм}$.

Визначимо величину середньої твердості зубів проміжної шестерні

$$\text{HB}_{2\text{cp}} = \frac{\text{HB}_1 + \text{HB}_2}{2}, \quad (3.8)$$

тобто
$$HB_{2cp} = \frac{270 + 300}{2} = 285 .$$

З довідкових матеріалів $47,5 HRC_{1cp} = 457 HB_{1cp} .$

Допустимі контактні напруження визначимо для зубів обох коліс – проміжної шестерні та вала-шестерні користуючись формулою [24]

$$[\sigma]_H = K_{HL} \cdot [\sigma]_{HO} , \quad (3.9)$$

де $[\sigma]_H$ – допустимі контактні напруження враховуючи умови роботи,

K_{HL} – коефіцієнт довговічності, $K_{HL} = 1$ [24];

$[\sigma]_{HO}$ – значення табличне величини допустимого контактного напруження для базового числа циклів навантаження.

Допустиме контактне напруження для зубів вала-шестерні

$$[\sigma]_{HO1} = 14 \cdot HRC_{1cp} + 170 , \quad (3.10)$$

тобто
$$[\sigma]_{HO1} = 14 \cdot 47,5 + 170 = 835 \text{ Н / мм}^2 .$$

Допустимі контактні напруження для зубів проміжної шестерні

$$[\sigma]_{HO2} = 1,8 \cdot HB_{2cp} + 67 , \quad (3.11)$$

тобто
$$[\sigma]_{HO2} = 1,8 \cdot 285 + 67 = 580 \text{ Н / мм}^2 .$$

Допустимі контактні напруження з врахуванням умов роботи передачі визначаємо за формулою:

- зуби вала-шестерні

$$[\sigma]_{H1} = K_{HL1} \cdot [\sigma]_{HO1} , \quad (3.12)$$

відповідно
$$[\sigma]_{H1} = 1 \cdot 835 = 835 \text{ Н / мм}^2 .$$

- зуби проміжної шестерні

$$[\sigma]_{H2} = K_{HL2} \cdot [\sigma]_{HO2} , \quad (3.13)$$

тобто
$$[\sigma]_{H2} = 1 \cdot 580 = 580 \text{ Н / мм}^2 .$$

Визначимо величину середнього допустимого контактного напруження пари вал-шестерня – проміжна шестерня

$$[\sigma]_H = 0,45 \cdot ([\sigma]_{H1} + [\sigma]_{H2}) , \quad (3.14)$$

тобто $[\sigma]_H = 0,45 \cdot (835 + 580) = 638 \text{ Н / мм}^2$.

Умова міцності $[\sigma]_H = 638 \leq 1,23 \cdot [\sigma]_{H2} = 1,23 \cdot 580 = 714 \text{ Н / мм}^2$ виконується оскільки допустиме контактне напруження не перевищує максимально допустимого.

Визначимо основний розмір зубчатої передачі – міжосьову відстань [12]

$$a_w^{11} = K_a \cdot (i + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot 10^3}{\psi_a \cdot i^2 \cdot [\sigma]_H^2}} \cdot K_{H\beta}, \quad (3.15)$$

де K_a – допоміжний коефіцієнт, $K_a = 49,5$ [12, 24];

i – передаточне число, $i = 1,33$;

T_1 – крутний момент передаваний ведучим валом, $T_1 = 239 \text{ Нм}$;

ψ_a – коефіцієнт, що залежить від ширини робочої частини зубчатих передач, $\psi_a = 0,18 \dots 0,36$ [12, 24], прийmemo $\psi_a = 0,3$;

$[\sigma]_H$ – середні допустимі контактні напруження в передачі,

$$[\sigma]_H = 638 \text{ Н / мм}^2 ;$$

$K_{H\beta}$ – коефіцієнт нерівномірності навантаження за довжиною зуба, $K_{H\beta} = 1$.

Отримаємо
$$a_w^1 = 49,5 \cdot (1,33 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{239 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 1,33^2 \cdot 638}} \cdot 1 = 82,325 \text{ мм} .$$

Розраховане значення міжосьової відстані скорегуємо з найближчим стандартним значенням згідно СТ СЕВ 229-75 і прийmemo $a_w = 84 \text{ мм}$.

Визначимо модуль зачеплення m

$$m = (0,0125 \dots 0,025) \cdot a_w, \quad (3.16)$$

тобто $m = (0,0125 \dots 0,025) \cdot 80 = 1,8 \dots 3,6$.

Отримане значення модуля також заокруглимо до найближчого більшого зі стандартного ряду і кінцево прийmemo $m = 4$.

Визначимо загальну кількість зубів вала-шестерні

$$\sum z = z_1 + z_2 = \frac{2 \cdot a_w}{m}, \quad (3.17)$$

тобто $\sum z = \frac{2 \cdot 84}{4} = 41$. Прийmemo $\sum z = 42$.

Число зубів вала-шестерні

$$z_1 = \frac{\sum z}{1 + i}, \quad (3.18)$$

тобто $z_1 = \frac{42}{1 + 1,33} = 18$.

Визначимо яким буде число зубів проміжної шестерні

$$z_2 = \sum z - z_1, \quad (3.19)$$

тобто $z_2 = 42 - 18 = 24$.

Фактичне передаточне відношення $i = 1,33$.

Визначимо ділильний діаметр вала-шестерні

$$d_1 = m \cdot z_1, \quad (3.20)$$

тобто $d_1 = 4 \cdot 18 = 72$ мм .

Ділильний діаметр проміжної шестерні буде

$$d_2 = m \cdot z_2, \quad (3.21)$$

тобто $d_2 = 4 \cdot 24 = 96$ мм .

Перевіримо умову

$$d_1 + d_2 = a_w, \quad (3.22)$$

тобто $72 + 96 = 168$.

Геометричні параметри отримані розрахунком зубчатої передачі показані на рис. 3.2.

Визначаємо колову силу для розрахованого зубчатого зчеплення [5]

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1 \cdot 10^3}{d_2}, \quad (3.23)$$

тобто $F_t = \frac{2 \cdot 239 \cdot 10^3}{96} = 4979$ Н .

Визначимо колову швидкість на ділильному діаметрі

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot h_1}{60 \cdot 1000} < [V] = 6$$
 м / с; (3.24)

тобто

$$V = \frac{3,14 \cdot 72 \cdot 1000}{60 \cdot 1000} = 3,7 \text{ м / с } < [V] = 6 \text{ м / с}.$$

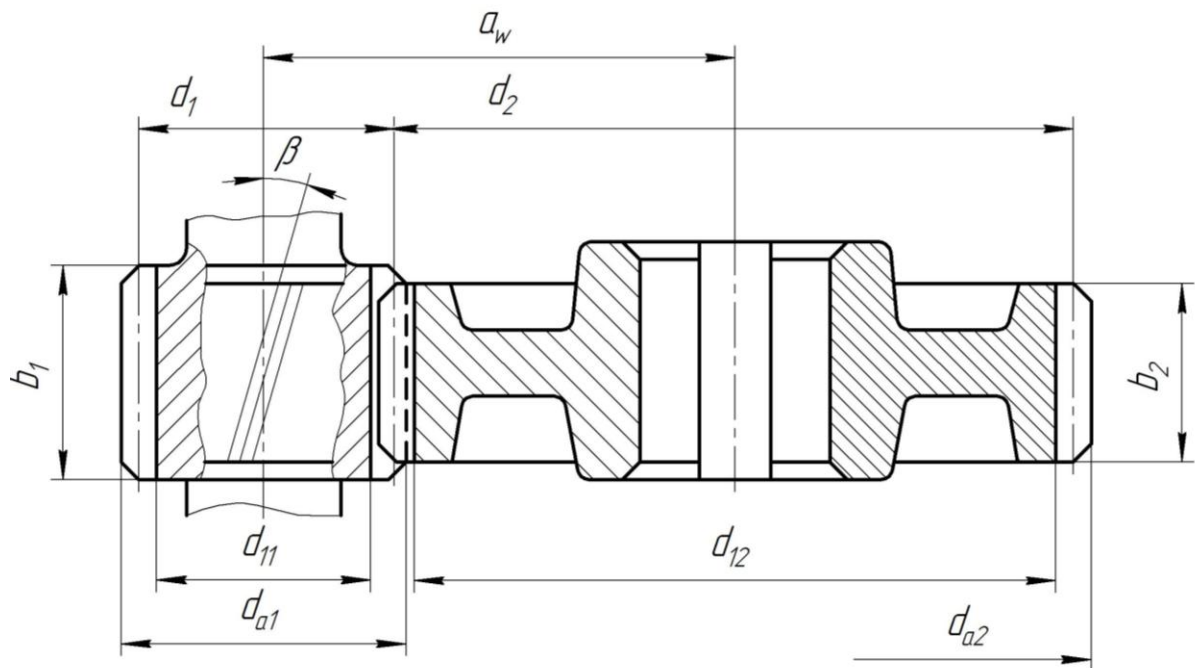


Рисунок 3.2

Визначаємо радіальну силу для розрахованого зубчатого зчеплення

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.25)$$

де α – кут зачеплення, $\alpha = 20^\circ$ [3].

Отримаємо

$$F_r = 4979 \cdot 0,364 = 1812 \text{ Н}.$$

Осьової сили немає, тобто $F_a = 0$.

3.2. Підбір підшипників вала проміжної шестерні у редукторі приводу та перевірка їх працездатності

На підшипник буде діяти радіальна сила $F_r = 1820 \text{ Н}$. Необхідна довговічність підшипників – $L_h = 20000$ год. Осьової сили у зчепленні немає.

Підберемо підшипник легкої серії 204: $C_r = 12,7 \text{ кН}$; $C_{or} = 6,2 \text{ кН}$ [24].

Визначимо динамічну вантажопідйомність

$$C_{rp} = R_E \cdot \sqrt[3]{573 \cdot \omega \cdot \frac{L_h}{10^6}}, \quad (3.26)$$

де R_E – еквівалентне динамічне навантаження, Н;

ω – кутова швидкість вала, $\omega = 78,4 \text{ c}^{-1}$.

Враховуючи, що осьова сила відсутня, визначимо величину еквівалентного динамічного навантаження

$$R_E = V \cdot F_r \cdot K_\sigma \cdot K_T, \quad (3.27)$$

де V – коефіцієнт обертання, $V = 1,2$;

K_σ – коефіцієнт безпеки, $K_\sigma = 1,25$;

K_T – температурний коефіцієнт, $K_T = 1$ [5].

Отримаємо $R_E = 1,2 \cdot 1820 \cdot 1,25 \cdot 1 = 2730 \text{ Н}$.

Відповідно динамічна вантажопідйомність буде

$$C_{rp} = 2730 \cdot \sqrt[3]{57378,7 \cdot \frac{20000}{10^6}} = 9650 \text{ Н}.$$

Вибраний підшипник відповідає за динамічною вантажопідйомністю, оскільки $C_{rp} < C_r$.

Проміжна шестерня встановлена на вісь, яка оперта два підшипники, номер яких 204, ширина 14мм. Для запобігання осьовому зміщенню підшипники потрібно зафіксувати застосовуючи стакани і болтове з'єднання.

3.3. Організація процесу та умови роботи удосконаленого тягово-приводного агрегату для викопування коренеплодів

Забезпечити підвищення ефективності роботи тягово-приводного агрегату для викопування цукрових буряків можна реалізувати визначивши технологічні показники процесу викопування. Обумовимо вихідні дані для роботи причіпної кореневикопувальної машини: площа поля – 70 га; довжина ділянки поля – 900 м; нахил поля – 1^0 ; ширина міжрядь – 450 мм; урожайність

буряків – 350 ц/га; урожайність гички – 150 ц/га; сівба виконана сівалкою ССТ-12Б, ширина захвату $V_c = 5,4$ м.

Обладнання коренезбиральної машини удосконаленим механізмом збирання створює можливості для дотримання основних агротехнічних вимог [9, 17]: забрудненість не більше 5% вороху коренеплодів домішками; механічні пошкодження коренеплодів по масі не більше 15%, значні пошкодження – 5%.

Для зручності вирощування та збирання цукрові коренеплоди вирощують на полях зі схилами до 5^0 на ґрунтах при твердості до 2,0МПа.

На початок збирання висота головок коренеплодів над поверхнею ґрунту може коливатися – 0...80мм. Густина коренеплодів вздовж рядків різна – на одному погонному метрі від чотирьох до шести, відстань між ними 100 мм і менше. Густота рослин на гектар у межах 85...100тис.шт. залежно від сорту, умов вирощування та ін. [15, 17].

Для збирання коренеплодів пропонованою причіпною машиною її агрегатують з колісним інтегральним трактором класу 20кН (див рис. 2.1). Трактор обладнують вузькими здвоєними шинами, які встановлюють на ширину колії – 1800 мм.

Оптимальна робоча швидкість руху коренезбирального агрегату – $V_p = 6...7$ км / год . Трактор працює на третій передачі $V_T = 7,24$ км / год . Враховуючи величину коефіцієнта буксування при збиранні гички цукрових буряків $\delta = 0,2$, реально робочою буде швидкість руху $V_p = 6,9$ км / год . Збиральна машина забезпечує ширину захвату $V_p = 2,7$ м (тобто 6 рядків).

Тяговий опір незначний для обраного коренезбирального агрегату, потужність двигуна трактора витрачається на привод викопуючих робочих органів (у даному випадку активних вилок), то розрахунки ступеня завантаження трактора за тяговою потужністю і тяговим зусиллям не виконуємо.

Послідовність підготовку агрегату до збирання коренеплодів [1]:

перевіряють комплектність збиральної машини; встановлюють навіску трактора для приєднання причіпних знарядь; перевіряють ВВП трактора; агрегують збиральну машину з трактором встановивши карданну передачу для приводу робочих органів; встановити укомплектований агрегат на рівному майданчику, перевіряють у якому положенні ходові колеса машини і правильність колії коліс трактора відповідно до схеми агрегату; попередньо встановлюють висоту розміщення робочих органів до поверхні ґрунту; перевіряють працездатність машини та обкатують її 30 хвилин на холостому ході.

Для технологічного процесу викопування і збирання цукрових буряків пропонується коренезбиральним агрегатом потрібно обирати спосіб руху – врозгін з правим поворотом, оскільки вивантажуватися зібрані буряки будуть вліво від агрегату.

Оптимальна ширина заїмки, під час роботи збирального агрегату [1]

$$C_{opt} = \sqrt{16 \cdot R^2 + 2 \cdot B_p \cdot L_p}, \quad (3.28)$$

де L_p – робоча довжина заїмки; м;

R – радіус повороту агрегата, який він виконує на поворотній смузі, м.

Визначимо радіус повороту агрегата, який залежатиме від типу та стану ґрунту і має властивість збільшуватися при підвищенні швидкості руху на поворотах [1, 10]

$$R = K_p \cdot R_0. \quad (3.29)$$

де

$$R_0 = L_1 \cdot \operatorname{ctg} \alpha, \quad (3.30)$$

тут L_1 – поздовжня база трактора;

α – кут повороту напрямних коліс.

Отримаємо, що $R_0 = 5,1 \text{ м}$.

Враховуючи швидкість руху отримаємо, що радіус повороту буде

$$R = 1,3 \cdot 5,1 = 6,63 \text{ м}.$$

Відповідно оптимальна ширина заїмки

$$C_{\text{онт}} = 16 \cdot 6,63^2 + 2 \cdot 2,7 \cdot 857 = 73 \text{ м.}$$

Узгодивши значення ширини заїмки та подвійну ширину захвату агрегату маємо, що $C_{\text{онт}} = 75,6 \text{ м.}$

Розділяють поле на ділянки, виділяють ділянки для повороту агрегату, довжина кожної з них 20 м, ширина має дорівнювати ширині поворотної смуги. Починають збирати буряки спершу з поворотних ділянок 4, а потім з поворотних смуг 5 (рис. 3.2).

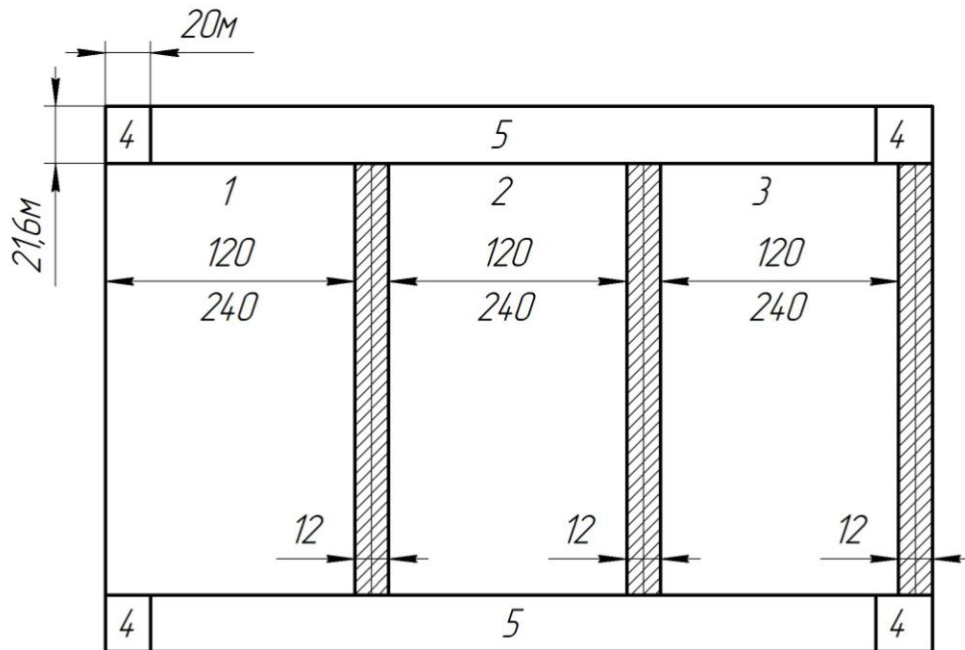


Рисунок 3.2

Визначають скільки потрібно заїмок на полі

$$n_z = \frac{10^4 \cdot F}{L_p \cdot C_{\text{онт}}}, \quad (3.31)$$

де F – площа поля, га.

Маємо, що $n_z = \frac{10^4 \cdot 70}{856 \cdot 75,6} = 10,8.$ Приймаємо – $n_z = 10.$

Склад агрегату для збирання коренеплодів цукрових буряків – інтегральний трактор і причіпна коренезбиральна машина. Обумовимо якими будуть величини основних кінематичних характеристик агрегату: кінематична довжина l_k , визначають її як проекцію відстані між кінематич-

ним центром і лінією, на якій розташовані найбільш віддалені робочі органи машини при умові прямолінійного руху; кінематична ширина B_k , вимірюють її за проекцією відстані між повздовжньою віссю та крайніми правими і крайніми лівими точками за шириною агрегату; кінематичний центр C_a ; довжина виїзду e . Визначають її як відстань від контрольної лінії на поворотній смузі, на яку виводять агрегат розташовуючи його в початку повороту, так щоб уникнути пошкоджень рослин копачами або оґріхам.

Основним способом повороту при роботі агрегату буде петлевий. Його характеристик : радіус повороту R ; ширина смуги повороту E ; резервна зона яку виділяють для поворотної смуги B_p ($B_p = 2 \dots 5 \text{ м}$).

Ширина поворотної смуги буде [6, 25]

$$E = 3 \cdot R + e, \quad (3.32)$$

тобто $E = 3 \cdot 6,63 + 2 = 21,9 \text{ м}$.

Ширину поворотної смуги агрегату, що збирає коренеплоди узгоджують з шириною поворотної смуги вибраної для посівного агрегату. Посівний агрегат у складі Т-70С+ССТ-12Б має ширину поворотної смуги

$$E_n = n \cdot B_c, \quad (3.33)$$

де n – число проходів при засіві поворотної смуги посівним агрегатом

Маємо $E_n = 4 \cdot 5,4 = 21,6 \text{ м}$.

Прийmemo кінцево значення ширини поворотної смуги $E_n = 21,6 \text{ м}$. На поворотних смугах коренеплоди збирають першочергово чергу готуючи поля для збиральних робіт.

Бурякове поле незалежно від вибору способу збирання врожаю розділяють на загінки. Виконують це завершивши збирання і вивізши зібрані буряки з поворотних смуг. Розміри загінки вибирають так, щоб скоротити холості переїзди збиральних агрегатів, чим підвищують їх продуктивність.

Загінки потрібно розбивати орієнтуючись по стикових міжряддях, які і будуть межами загінки, кількість рядків виділених для збирання на загінці має бути кратною кількості рядків, які одночасно може збирати машина –

(наприклад шість рядків). Розбивку полів на загінки виконують з того краю, звідки починали посів або від стикових міжрядь (рис 3.3).

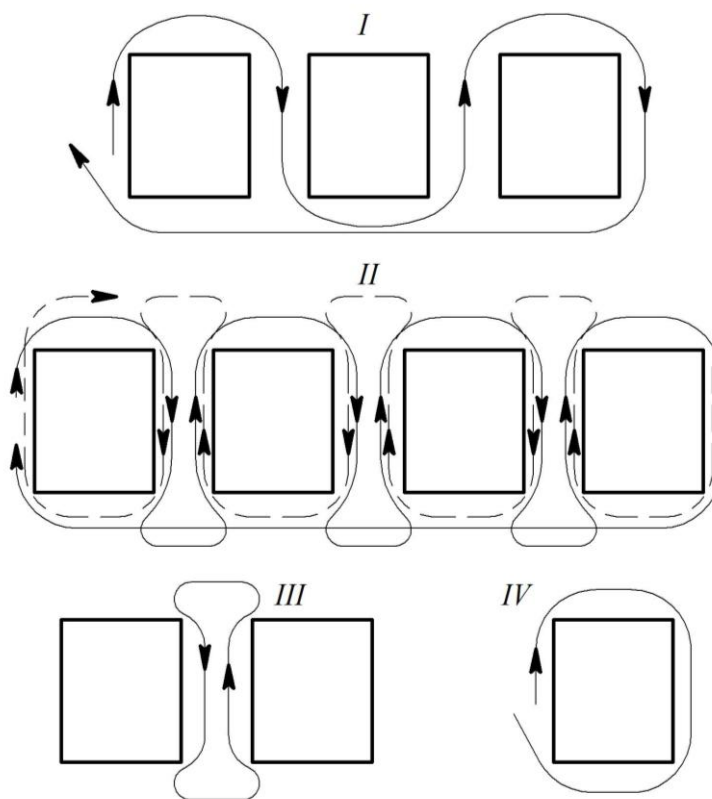


Рисунок 3.3

Важливо яким буде рух збирального агрегату у загінках. Враховуючи рельєф поля, довжину гонів та інші умови, вибирають один із трьох способів руху агрегату на збиранні: всклад, врозгін, комбінований. Найефективнішими є врозгін і комбінований. Якщо працює група агрегатів, то застосовують переважно комбінований спосіб руху.

Визначають якою буде робоча довжина поля [1]

$$L_p = L - 2 \cdot E, \quad (3.34)$$

тобто $L_p = 900 - 2 \cdot 21,6 = 856,8 \text{ м.}$

Довжина холостого ходу на поворотах

$$L_{xx} = 6 \cdot R + 2 \cdot (0,5 \cdot e), \quad (3.35)$$

де e – довжина виїзду.

Матимемо, що $L_{xx} = 6 \cdot 6,63 + 2 \cdot (0,5 \cdot 2) = 41,8 \text{ м.}$

Визначимо коефіцієнт робочих ходів

$$\varphi = \frac{L_P}{L_P + L_{X.X}}; \quad (3.36)$$

відповідно
$$\varphi = \frac{856,8}{856,8 + 41,8} = 0,95 .$$

Для подальших розрахунків узгодимо швидкості руху агрегату на поворотній смузі і робочу, тобто

$$V_{xx} = V_P . \quad (3.37)$$

Визначимо коефіцієнт тривалості поворотів

$$\tau = \frac{1 - \varphi}{\varphi}, \quad (3.38)$$

Відповідно
$$\tau = \frac{1 - 0,95}{0,95} = 0,04 .$$

Тривалість зміни під час роботи збирального агрегату $T_{зм} = 7 \text{ год} .$

Визначимо робочий час

$$T_P = \frac{T_{зм} - (T_{ТЕХ} + T_{Т.О} + T_{\Phi} + T_{ОР})}{1 + \tau}, \quad (3.39)$$

де T_P – чистий робочий час;

$T_{ТЕХ}$ – час на ТО агрегату;

$T_{ТО}$ – час для виконання ТО агрегату;

T_{Φ} – час на фізіологічні потреби працюючого персоналу;

$T_{ОР}$ – час для організаційних питань.

Тоді
$$T_P = \frac{7 - (0,2 + 0,4 + 0,1 + 0,1)}{1 + 0,04} = 5,96 \text{ год} .$$

Визначимо коефіцієнт використання часу зміни

$$\tau_{зм} = \frac{T_P}{T_{зм}}, \quad (3.40)$$

буде
$$\tau_{зм} = \frac{5,96}{7,0} = 0,85 .$$

Розрахуємо продуктивність збирального агрегату за зміну

$$W_{3M} = 0,1 \cdot B_p \cdot T_{3M} \cdot V_p \cdot \tau_{3M}, \quad (3.41)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м;

V_p – робоча швидкість руху.

Маємо
$$W_{3M} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 7 \cdot 6,9 \cdot 0,85 = 11,08 \text{ га} / \text{зм} .$$

Визначимо якою буде продуктивність агрегату за годину роботи

$$W_{ГОД} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau_{3M}, \quad (3.42)$$

тобто
$$W_{ГОД} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 6,9 \cdot 0,85 = 1,58 \text{ га} / \text{год} .$$

Визначимо питомі витрати палива під час роботи агрегату на збиранні коренеплодів цукрових буряків

$$g = \frac{G_p T_p + G_{xx} \cdot T_{xx} + G_o \cdot T_o + G_{nep} \cdot T_{nep}}{W_{3M}}, \quad (3.43)$$

де $G_p, G_{xx}, G_{nep}, G_o$ – відповідні витрати палива на робочих і холостих ходах,

під час переїздів та зупинок з працюючим двигуном;

$T_p, T_{xx}, T_{nep}, T_o$ – відповідні значення часу роботи, часу холостого ходу,

часу переїздів і зупинок за тривалість зміни.

Під час збирання коренеплодів буряків враховуючи норм витрати палива і режимів роботи агрегату [22] прийmemo: $G_p = 11,5 \text{ кг}$; $G_{xx} = 5 \text{ кг}$; $G_{nep} = 8 \text{ кг}$;

$G_o = 2,1 \text{ кг}$; $T_p = 5,96 \text{ год}$; $T_{xx} = 0,6 \text{ год}$; $T_{nep} = 0,472 \text{ год}$; $T_o = 0,44 \text{ год}$.

Відповідно питомі витрати палива становлять

$$g = \frac{22 \cdot 5,96 + 11 \cdot 0,6 + 2,1 \cdot 0,44 + 8 \cdot 0,47}{11,08} = 14,9 \text{ кг} / \text{га} .$$

Визначимо час циклу роботи

$$t_{Ц} = \frac{2 L_p \cdot 60}{1000 \cdot V_p} + \frac{2 L_{xx} \cdot 60}{1000 \cdot V_{xx}} + t_{T.O.}, \quad (3.44)$$

де $t_{T.O.}$ – час на ТО машини під час одного циклу, згідно норм $t_{T.O.} = 4 \text{ хв}$.

Отримаємо, що

$$t_{Ц} = \frac{2 \cdot 856,8 \cdot 60}{1000 \cdot 5} + \frac{2 \cdot 35,6 \cdot 60}{1000 \cdot 5} + 4 = 25,4 \text{ хв} .$$

Кількість циклів за зміну знайдемо як

$$n_{\text{Ц}} = \frac{T_{\text{ЗМ}} - t_1}{t_{\text{Ц}}}, \quad (3.45)$$

де t_1 – час щозмінного ТО, $t_1 = 35$ хв ;

$T_{\text{ЗМ}}$ – чистий час зміни, $T_{\text{ЗМ}} = 420$ хв .

Відповідно
$$n_{\text{Ц}} = \frac{420 - 35}{25,4} = 15,2.$$

Визначимо продуктивність агрегата за цикл

$$W_{\text{Ц}} = \frac{B_P \cdot 2 \cdot L_P}{10000}. \quad (3.46)$$

Отримаємо
$$W_{\text{Ц}} = \frac{2,7 \cdot 2 \cdot 856,8}{10000} = 0,46 \text{ га/цикл}.$$

Витрати палива за цикл будуть

$$q_{\text{ц}} = q \cdot W_{\text{Ц}}, \quad (3.47)$$

тоді
$$q_{\text{ц}} = 12,52 \cdot 0,46 = 5,76 \text{ кг/цикл}.$$

Зібрані коренеплоди потрібно відтранспортувати на прийомний пункт цукрозаводу розташованого за 30км від господарства, для цього, за поточної технології збирання, приймемо автомобіль КамАЗ вантажопідйомністю 8т.

Час завантажування автомобіля

$$t_3 = \frac{Q_A}{Q_{\Gamma}}, \quad (3.48)$$

де Q_A – вантажопідйомність.

Отже
$$t_3 = \frac{8}{55,3} = 0,14 \text{ год.}$$

Час відвезення коренеплодів у місця призначення і час на зворотній рух незавантаженого автомобіля

$$t_{\text{мр}} = \frac{l_{\text{ТР}}}{V_{\text{ТР}}} + \frac{l_{\text{ТР}}}{V_{\text{Х}}}, \quad (3.49)$$

де $V_{\text{мр}}$, $V_{\text{Х}}$ – відповідно швидкість руху автомобіля завантаженого і на зворотному шляху, тобто в холосту, км/год.

Тоді

$$t_{mp} = \frac{30}{30} + \frac{30}{40} = 1,75 \text{ год.}$$

Час розвантажування автомобіля згідно норм становить $t_{роз} = 0,08$ год.

Визначимо затрати часу на весь цикл транспортування коренеплодів

$$t_{мп1} = t_3 + t_{mp} + t_{роз} \quad (3.50)$$

Отримаємо

$$t_{мп1} = 0,14 + 1,75 + 0,08 = 1,97 \text{ год.}$$

Визначимо потрібну кількість автотранспорту для забезпечення безперебійної роботи збирального агрегату, а також на перевезення коренеплодів на цукровий завод

$$n_{mp} = \frac{t_{TP1}}{t_3}, \quad (3.51)$$

тобто

$$n_{mp} = \frac{1,97}{0,14} = 14 \text{ авт.}$$

Якщо господарство, яке вирощує цукрові буряки, немає потрібної кількості автотранспорту для перевезення зібраного врожаю, то доцільно застосувати потоково-перевалочне їх збирання. Коренеплоди, якість очищення яких відповідає агро вимогам, рекомендовано одразу відвозити на прийомний пункт заводу, а ті, коренеплоди, забруднені ґрунтом і рослинними рештками яких перевищує допустимі агро вимоги, складати у тимчасові кагати. Згодом, застосовуючи навантажувачі типу СПС-4,2А, які додатково очищають ворох, чим підвищують якість коренеплодів, навантажують їх на автотранспорт для відвезення на цукровий завод.

Розрахунки виконані у роботі обґрунтовують доцільність запропонованої розробки.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Правила техніки безпеки під час роботи трактора інтегральної схеми та причіпної коренезбиральної машини

Під час експлуатації інтегрального трактора та причіпної коренезбиральної машини необхідно виконувати вимоги безпеки, вказані у «Правилах техніки безпеки при роботі на тракторах, сільськогосподарських і спеціалізованих машинах».

Для безпечної роботи агрегату необхідно [4, 8]:

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

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

- забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів і робочих органів машини при працюючому двигуні. Всі види регулювань і технічного обслуговування виконують тільки після повної зупинки машини і заглушеному двигуну трактора;

- забороняється проводити будь-які роботи під машиною, якщо під її колеса не поставлені гальмівні башмаки;

- забороняється проводити будь-які роботи під копачем, який знаходиться в транспортному положенні. Для проведення таких робіт необхідно зафіксувати копач механічним фіксатором, а в місця піддомкращення поставити спеціальні підставки, під колеса – гальмівні башмаки. При піддомкращуванні машини у випадку рихлого ґрунту під домкрат необхідно підставити міцну дошку, але ні в якому випадку не підкладку з крихкого матеріалу.

Всі огороження повинні бути закріплені деталями, які передбачені конструкцією машини.

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

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

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

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

Забороняється робота машини при ослабленому кріпленні вузлів та агрегатів.

Забороняється торкатися руками робочих органів збиральної машини під час роботи.

Необхідно систематично перевіряти надійність роботи гальма і рульового управління.

Не допускати роботу з несправним інструментом.

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

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

Забороняється перевезення будь-яких вантажів на машині.

Максимально допустимий схил під час руху машини не повинен перевищувати 15⁰. Швидкість руху повинна бути не більше 3...4км/год.

На поворотах і розворотах швидкість руху машини необхідно зменшувати до 3...4км/год.

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

Забороняється робота машини в нічний час без електричного освітлення.

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

Перегін машини дорогами загального користування необхідно здійснювати відповідно з правилами дорожнього руху.

Необхідно періодично оновлювати знаки безпеки, які нанесені на машині.

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

При демонтажі трактора з коренезбиральної машини необхідно:

а) демонтаж трактора з машини виконувати краном вантажопідйомністю не менше 3т із застосуванням спеціальних захватів;

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

в) категорично забороняється знаходитися під трактором в період монтажу-демонтажу;

г) забороняється проводити монтаж і демонтаж вузлів і деталей трактора, піднятих краном;

- при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт необхідно:

- а) керуватися правилами будови і безпечної експлуатації вантажопідійомних кранів, які затверджені відповідними комітетами і організаціями;
- б) стропування машини виконувати тільки за спеціальні кронштейни, які приварені до повздовжніх лонжеронів рами;
- в) для підймання машини в зборі використовувати кран вантажопідійомністю не менше 8 т.

4.2. Основні правила пожежної безпеки під час експлуатації трактора інтегральної схеми

Під час експлуатації трактора інтегральної схеми і коренезбиральної машини необхідно дотримуватися таких основних правил пожежної безпеки:

1. Необхідно постійно слідкувати за технічним станом збиральної машини.
2. Забороняється підносити до паливного бака полум'я, а також палити під час заправки паливом. Після заправки бак необхідно насухо протерти.
3. Не допускати підтікання з системи живлення, змащення і гідросистеми трактора і збиральної машини.
4. У випадку загорання палива користуватися вогнегасником або засипати полум'я ґрунтом, піском або накрити войлоком, брезентом. Категорично забороняється заливати паливо, яке горить, водою.
5. У випадку виходу із ладу електропроводки у нічний час необхідно користуватися вогнебезпечними ліхтарями.
6. Щодня необхідно перевіряти справність електропроводки і не допускати її забруднення мастилами і пилом. Несправність може призвести до замикання проводів та їх загорання.

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

При підготовці до роботи бурякозбиральної машини в складі інтегрального трактора та причіпної коренезбиральної машини необхідно суворо дотримуватися розроблених правил техніки безпеки та протипожежних заходів. Для забезпечення цього необхідно організувати навчання обслуговуючого персоналу та робітників, провести необхідні інструктажі і комплектування збирального агрегату засобами індивідуального захисту.

Небезпечні зони збирального агрегату повинні мати інформаційні таблички із зрозумілим символом небезпечного фактору.

Дотримання рекомендацій та пропозицій дозволить уникнути виробничого травматизму, зберегти здоров'я людей, а також підвищити продуктивність праці і, як наслідок, покращити показники господарської діяльності.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Доцільним для збирання різних культур є використання таких знарядь, які можна приєднувати до універсальних тягових агрегатів. Такі машини є у господарствах, зокрема це трактори інтегральних схем, їх застосовують на виконанні різноманітних операцій. Трактори інтегральної схеми мають блочно-модульне виконання і пристосовані для комплектування на їх базі машинно-тракторних агрегатів різного призначення. Такі трактори поєднують функції тягової машини маючи достатньо високі тягово-зчіпні властивості, енергозасобу з добре розвиненою системою відбору потужностей та монтажну базу з технологічним майданчиком і дві начіпні системи.

У технологіях вирощування просапних культур із шириною міжрядь 45см, зокрема цукрових буряків, такі трактори також можна застосовувати завдяки можливості встановлення спарених коліс, що мають розміри шин 9,5×42мм, забезпечуючи ширину шин 241мм. Збирання цукрових буряків на порівняно невеликих площах можна виконувати як однофазне, що реалізується агрегатом на базі інтегрального трактора з передньоначіпною гичкозбиральною машиною та причіпною коренезбиральною машиною.

Запропоновано підвищити ефективність роботи тягово-приводного агрегату для викопування коренеплодів цукрових буряків використавши переобладнану коренезбиральну машину МКК-6-02. Для її агрегаткування у причіпному варіанті з інтегральним трактором запропоновано у кінематичну схему приводу викопуючих робочих органів ввести редуктор, який забезпечить зменшення частоти обертів на ВВП трактора з 1000хв^{-1} до 540хв^{-1} , що відповідає варіанту самохідної коренезбиральної машини. Для приводу роздаточного редуктора копачів рекомендовано встановлення проміжної карданної передачі. Обґрунтовано конструкцію редуктора та розраховано його параметри. Вибрано та обґрунтовано умови та режими роботи збирального агрегату, розроблено порядок виконання технологічного процесу збирання коренеплодів та заходи безпеки праці під час експлуатації тягово-приводного агрегату на базі інтегрального трактора.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві. Київ: Вища школа, 1995. 236 с.
2. Гевко Р.Б., Баліцький І.Б., Хомик Н.І. Вдосконалення процесів очищення коренеплодів при розробленні та модернізації машин. *Сучасні технології промислового комплексу-2020* : матеріали VI-ої міжнар. наук.-практ. конф., вип.6, м.Херсон, 8-12 верес. 2020 р. Херсон: ХНТУ, 2020. С. 91-94.
3. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
4. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2000. 230 с.
5. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
6. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
7. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А.Довбуш, Н.І.Хомик, А.В. Бабій, Г.Б.Цьонь, А.Д.Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А.,2022. 220с
8. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. 188 с.
9. Машини бурякозбиральні ДСТУ 2258-93. Київ: Держстандарт України, 1993. 18 с.

10. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник /Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
11. Хомик Н.І. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, І.Й. Блозва, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
12. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.
13. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина друга. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.
14. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування /Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
15. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
16. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, Н.А. Антончак. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 320 с.
17. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
18. Andreikiv, O.E., Babii, A.V., Dolinska, I.Y. *et al.* Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Mater Sci* 56, 112–118 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00404-2>

19. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor *Procedia Structural Integrity*, 2022. No 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
20. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Dunets Bogdan. Evaluation technique of frame residual operational life. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2019. Vol. 93. No. 1. P. 61-69.
21. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Tson Hanna, Dovbush Anatolii, Improvement of prt-9 constructive system on the basis of frame elements strength balance. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2020. Vol. 100. No. 4. P. 40-45.
22. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Palyukh A. Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2022. Vol 108. No 4. P. 5-15.
23. Hevko R.B., Tkachenko I.G., Khomyk N.I., Gumeniuk Y.P., Flonts I.V., Gumeniuk O.O. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. *INMATEH - Agricultural Engineerin*, 2020. Vol. 61. Is. 2. P. 175-182.
24. Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Технічна механіка: навчально-методичний посібник до курсової роботи для студентів напряму підготовки «Електротехніка та електротехнології» денної та заочної форм навчання Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2013. 192с.
25. Хомик Н.І. Експлуатаційні властивості транспортних засобів: конспект лекцій. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2014. 92 с.
26. Babii A., Levytskyi B., Dovbush T., Babii M., Khomuk N., Dovbush A., Valiashek V. Mathematical model of sprayer tank loading. *Procedia Structural Integrity*, 2024. No 59, 609-616.

ДОДАТКИ