

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНКИ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
МАШИН

КАЧМАР ІВАН МИХАЙЛОВИЧ

УДК 621.326

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИВОДУ
ДИСКОВОГО ВИКОПУЮЧОГО ПРИСТРОЮ
КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ КС-6Б**

133 «Галузеве машинобудування»

Автореферат
дипломної роботи магістра

Тернопіль 2018

Роботу виконано на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин
Рибак Тимофій Іванович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів
Тесля Володимир Олегович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 20 лютого 2018 р. об 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії № 12 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус № 2, ауд. 74.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

а) Актуальність теми роботи.

При вирощуванні сільськогосподарських культур процес збирання є найбільш трудомістким.

Викопувальні та очисні робочі органи є основними складовими технологічних вузлів коренезбиральних машин. Від їх компоновальних схем, вибору конструктивних та кінематичних параметрів, відповідно до ґрунтово-кліматичних умов, значною мірою залежить якість викопування коренеплодів, їх пошкодження і втрати.

Дискові копачі є найбільш універсальними, які надійно виконують технологічний процес в широких ґрунтово-кліматичних умовах. Окрім якісного підкопування і подачі коренів, активні диски сприяють кращому руху комбайна на полі, створюючи додаткове тягове зусилля.

Підвищення якісних показників процесу збирання коренеплодів – це комплексна науково-технічна проблема, вирішення якої повинно базуватися на пошуку нових конструктивних рішень робочих органів та компоновальних схем коренезбиральних машин, теоретичному обґрунтуванню їх конструктивних та технологічних параметрів, експериментальному підтвердженню проведених досліджень з метою аналізу і синтезу оптимальних параметрів бурякозбиральних комплексів.

Однією з проблем, що виникає при конструюванні дискових копачів, є привод активного сферичного диска, оскільки його вертикальна і горизонтальна осі утворюють відповідно кути розвалу і атаки з вертикальною площиною, що проходить вздовж рядків.

Привод дискового викопуючого пристрою серійної машини КС-6Б досить складний. У ньому застосовують конічні редуктори з круговим зубом і великим передаточним відношенням у компоновці з карданним валом і центральним редуктором для приводу копачів. Такий привод має високу собівартість і металомісткість.

Розрахунок та дослідження параметрів приводу дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини є актуальною науково-практичною задачею, яка визначила напрямок досліджень дипломної роботи.

Актуальність роботи визначається необхідністю розрахунку і проектування приводу дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини, який би був альтернативний до приводу викопуючого пристрою серійної машини. Такий привод має мати спрощену кінематику, меншу металомісткість.

б) Мета і завдання.

Метою роботи є обґрунтування та дослідження параметрів приводу дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини, що забезпечує спрощення конструкції та зменшення металомісткості, а також удосконалення технологічного процесу механічної обробки заданої деталі.

Для досягнення цієї мети у роботі вирішено такі завдання:

- виконано дослідження конструкції коренезбиральної машини на

можливість зміни приводу викопуючих робочих органів та проаналізовано конструктивні особливості машин-аналогів;

- проаналізовано конструкції викопуючих робочих органів бурякозбиральних машин та агротехнічні вимоги до цих машин;
- виконано технологічний розрахунок дискових копачів викопуючого пристрою коренезбиральної машини КС-6Б;
- виконано кінематичний розрахунок приводу викопуючого пристрою;
- виконано силовий розрахунок дискових копачів;
- виконано розрахунок ланцюгових передач приводу дискового копача і приводу подаючих бітерів;
- виконано розрахунок на міцність валу приводу дискових копачів і кулькового карданного шарніру;
- визначено необхідну потужність двигуна коренезбиральної машини;
- обґрунтовано умови викопування коренеплодів з ґрунту та робочий процес дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини;
- проаналізовано методи САПР сільськогосподарської техніки, розроблено модель об'єкту проектування та досліджено її напружено-деформівний стан;
- проаналізовано конструкцію та службове призначення об'єкту виробництва, тобто заданої деталі, виконано аналіз її технологічності;
- досліджено способи виготовлення аналогічних деталей;
- розроблено технологічний процес виготовлення заданої деталі, для якого вибрано обладнання, оснащення, різальний та вимірювальний інструмент, розраховано режими різання та норми часу;
- підібрано та спроектовано необхідне технологічне оснащення;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології.

с) Об'єкт, методи та джерела дослідження (якщо робота дослідницького плану).

Об'єкт дослідження. Конструктивні елементи приводу дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини; технологічний процес виготовлення заданої деталі.

Предмет дослідження. Технологічні, силові розрахунки та розрахунки на міцність конструктивних елементів приводу викопуючого пристрою коренезбиральної машини, робоче креслення деталі, базовий технологічний процес механічної обробки деталі.

Методи дослідження. Теоретико-емпіричний, теорії міцності, методу кінцевих елементів, економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання.

д) Наукова новизна отриманих результатів.

Доведено можливість використання приводу дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини у вигляді кулькового карданного шарніру, що забезпечує якісне виконання технологічного процесу збирання цукрових буряків.

е) Практичне значення отриманих результатів.

Розроблено привод дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини КС-6Б, що є альтернативним до базового. Взамін складних редукторів і карданних передач використано ланцюгові передачі, що є спрощенням конструкції, а тому і зменшенням металомісткості. Розроблено також реальний технологічний процес механічної обробки заданої деталі, який може бути впроваджений в умовах реального виробництва.

ф) Апробація.

Окремі результати роботи доповідались на VI міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів, Тернопіль, ТНТУ, 17–18 листопада 2017.

2. СТРУКТУРА РОБОТИ

Робота складається зі ступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (44 найменування), 3 додатків.

Загальний обсяг текстової частини – 176 сторінок, 16 таблиць, 33 рисунків.

Графічна частина складається з 12 аркушів формату А1.

3. ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

Одним із резервів підвищення функціональних та експлуатаційних параметрів коренезбиральних машин є розробка принципово нових та удосконалення існуючих викопувальних та очисних пристроїв, визначення їх оптимальних конструктивно-кінематичних параметрів у поєднанні з рядністю машин та конструювальною схемою, а також врахування технології збирання.

На удосконалення приводу викопуючого пристрою самохідної шестирядної коренезбиральної машини направлена дана дипломна робота.

б) У першому розділі «АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ» на основі наукових праць різних авторів присвячених досліджуваній проблематиці проаналізовано технологічний процес викопування коренеплодів цукрових буряків та агротехнічні вимоги до коренезбиральних машин; виконано огляд конструкцій викопуючих робочих органів бурякозбиральних машин; описано об'єкт розробки; обґрунтовано тему дипломної роботи. обґрунтовано актуальність роботи, виконано постановку задачі на дипломну роботу.

с) У другому розділі «ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ» виконано технологічний розрахунок дискових копачів викопуючого пристрою коренезбиральної машини КС-6Б; кінематичний розрахунок приводу викопуючого пристрою; силовий розрахунок дискових копачів; розрахунок ланцюгових передач приводу дискового копача і приводу подаючих бітерів; розрахунок на міцність валу приводу дискових копачів і кулькового карданного шарніру; визначено необхідну потужність двигуна.

д) У третьому розділі «ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ» обґрунтовано умови викопування коренеплодів з ґрунту та робочий процес дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини.

е) У четвертому розділі «САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН» виконано дослідження можливостей методів та систем САПР сільськогосподарської техніки, розглянуто особливості використання систем автоматизованого проектування для вирішення конструкторських задач, а саме, розроблено модель об'єкту проектування та побудовані діаграми за результатами моделювання.

ф) У п'ятому розділі «РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ» наведено характеристику об'єкту виробництва, аналіз креслення деталі і технічних умов на виготовлення, проведено аналіз технологічності деталі, сформульовано висновки та основні задачі проектування, спроектовано технологічний процес виготовлення деталі, виконано вибір і проектування засобів технологічного оснащення для виготовлення заданої деталі.

г) У шостому розділі «ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ» визначено економічну ефективність від впровадження розробленого приводу дискового викопуючого пристрою КС-6Б та економічний ефект від використання запропонованого удосконалення.

h) У сьомому розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» описано організацію протипожежного захисту та проведення протипожежної профілактики на промисловому об'єкті; відзначено актуальність, правові основи та розвиток проблеми протипожежного захисту на промисловому об'єкті; описано засоби гасіння пожеж на промислових об'єктах.

і) У восьмому розділі «ЕКОЛОГІЯ» відзначено актуальність охорони навколишнього середовища, проведено аналіз забруднення довкілля, що виникає у результаті діяльності підприємства сільськогосподарського машинобудування, запропоновані заходи з утилізації відходів виробництва машинобудівного підприємства.

У загальних висновках описано прийняті у роботі технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво.

У додатках до пояснювальної записки приведено відомості специфікацій, комплект технологічної документації по ГОСТ3.1404-86.

У графічній частині наведено: схему конструктивну принципову машини КС-6Б; кінематичну схему коренезбиральної машини КС-6Б з удосконаленим приводом копачів; складальне креслення дискового викопуючого пристрою; складальне креслення дискового викопуючого пристрою удосконалене; складальне креслення секції дискових копачів; складальне креслення дискового копача; деталювання; комп'ютерну модель навантаженості деталі; складальні креслення спеціальних верстатних пристосіблень; інструментальну наладку на операції.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі обґрунтовано параметри приводу дискового викопуючого пристрою, який є основним робочим органом бурякозбиральної машини КС-6Б, що здійснює технологічний процес викопування коренеплодів із ґрунту і наступного очищення їх від ґрунту на очисних робочих органах, якими є шнековий очисник.

Викопуючий пристрій складається із шести копачів, на яких встановлено по два викопуючих диски. Він є швидкозмінним, встановлюють його на шарнірній опорі, піднімання та опускання в робоче положення здійснюється за допомогою гідроприводу. Обертові частини викопуючого пристрою захищені щитами з листового металу.

У даній дипломній роботі розроблено привод дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини КС-6Б, що є альтернативним до базового.

Дискові копачі добре працюють на ґрунтах з нормальною вологістю, тому особливих конструктивних змін не потребують. А от привод робочих органів у серійної машини є занадто складним, тому у дипломній роботі спрощено кінематику приводу робочих органів. Взамін складних редукторів і карданних передач використано ланцюгові передачі, що є спрощенням конструкції, а тому і зменшенням металомісткості. Спрощена також конструкція рами, що не потребує складних з'єднань і стала менша за вагою. Зменшення ваги викопуючого пристрою означає і зменшення ваги машини, а, отже, і тиску на ґрунт.

Ще одним конструктивним рішенням у даній роботі є використання суцільного валу для викопуючих органів, взамін складного вильчастого валу для кожного робочого органу, що є технологічним, та не потребує обробки різанням. Два вали, на яких буде розміщено по три викопуючі пристрої, з'єднують за допомогою ланцюгової муфти. Вали будуть приводитися в рух ланцюговими передачами. Так само, як і в серійній машині, в удосконаленій встановлюють шнекові очисники коренеплодів, які приводяться в рух також ланцюговими передачами.

Привод власне дискового копача виконано таким чином, що викопуючі диски приводяться в рух за допомогою кулькового карданного шарніру.

У дипломній роботі зроблено технологічний розрахунок дискових копачів викопуючого пристрою коренезбиральної машини КС-6Б відповідно з агротехнічними вимогами; кінематичний розрахунок приводу викопуючого

пристрою; силовий розрахунок дискових копачів; розрахунок ланцюгових передач приводу дискового копача і приводу подаючих бітерів; розрахунок на міцність валу приводу дискових копачів і кулькового карданного шарніру; визначено необхідну потужність двигуна; досліджено умови викопування коренеплодів з ґрунту та обґрунтовано робочий процес дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини.

На основі методів САПР сільськогосподарських машин проведено моделювання та розрахунок навантаженості вала копача.

У технологічній частині розроблено технологічний процес механічної обробки деталі, спроектовано спеціальні верстатні пристрої.

Розроблене удосконалення конструкції приводу дискового викопуючого пристрою обґрунтовано економічно.

Розроблено заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, зокрема у випадку виникнення пожежі на підприємстві, відзначено також важливість збереження довкілля при виробничій діяльності машинобудівного підприємства сільськогосподарського профілю.

ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1. Бабук В.В. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1979. – 461 с.
2. Булгаков В.М. Теорія бурякозбиральних машин. – К: Вид. центр НАУ, 2005. – 245 с.
3. Качмар І.М., Бурячинський О.В., Рибак Т.І. Гичковидаляючий та кореневикопуючий механізми для збирання коренеплодів /Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей, том I VI міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів (Тернопіль, 17–18 листопада 2017). – Тернопіль. – ТНТУ, 2017. – С. 59–60.
4. Напрямки вдосконалення бурякозбиральної техніки /Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, С.В. Синій, В.М. Булгаков, Р.М. Рогатинський, О.Б. Павелчак. – Луцьк: ЛДТУ, 1999. – 168 с.
5. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. Навч. посібник. – Тернопіль, 2002. – 332 с.
6. Сарапулов А.К., Волоха Н.П. Технологический процесс выкапывания коренеплодов сахарной свеклы дисковыми копачами //Тракторы и сельхозмашины. – 1984. – №2. – С. 19–21.
7. Свеклоуборочные машины. (Конструирование и расчет) /Л.В.Погорелый, Н.В. Татьяна, В.В. Брей и др. – К.:Техніка, 1983. – 168 с.
8. Петров Г.Д. Перспективы развития техники для уборки сахарной свеклы //Тракторы и сельхозмашины. – 1994. – №11. – С. 7–11.
9. Хвостов В.А., Рейнгарт Э.С. Машины для уборки коренеплодов и лука (теория, конструкция, расчет). – М.: ВИСХОИ, 1995. – 391с.

АНОТАЦІЯ

Качмар І.М. «Обґрунтування параметрів приводу дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини КС-6Б». – Рукопис.

Робота на здобуття кваліфікації магістра зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – м. Тернопіль, 2018 р.

У дипломній роботі обґрунтовано параметри приводу дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини КС-6Б.

Викопуючий пристрій складається із шести копачів, на яких встановлено по два викопуючих диски. Він є швидкозмінним, встановлюють його на шарнірній опорі, піднімання та опускання в робоче положення здійснюється за допомогою гідроприводу.

Привод робочих органів серійної машини є занадто складним, тому у дипломній роботі спрощено кінематику приводу робочих органів. Взамін складних редукторів і карданних передач використано ланцюгові передачі, що є спрощенням конструкції, а тому і зменшенням металомісткості. Для дискових викопуючих робочих органів, взамін складного вільчастого валу для кожного робочого органу запропоновано використати суцільний вал. Два вали, на яких буде розміщено по три викопуючі пристрої, з'єднують за допомогою ланцюгової муфти. Вали приводять в рух ланцюговими передачами. Так само, як і в серійній машині, в удосконаленій встановлюють шнекові очисники коренеплодів, які приводять в рух також ланцюговими передачами.

Привод власне дискового копача виконано так, що викопуючі диски приводяться в рух за допомогою кулькового карданного шарніру.

У дипломній роботі зроблено технологічний розрахунок дискових копачів викопуючого пристрою коренезбиральної машини КС-6Б відповідно з агротехнічними вимогами; кінематичний розрахунок приводу викопуючого пристрою; силовий розрахунок дискових копачів; розрахунок ланцюгових передач приводу дискового копача і приводу подаючих бітерів; розрахунок на міцність валу приводу дискових копачів і кулькового карданного шарніру; визначено необхідну потужність двигуна; досліджено умови викопування коренеплодів з ґрунту та обґрунтовано робочий процес дискового викопуючого пристрою коренезбиральної машини.

У роботі створено кінцево-елементну модель вала приводу дискових копачів коренезбиральної машини та досліджено її напружено-деформівний стан.

У технологічній частині розроблено технологічний процес механічної обробки деталі, спроектовано спеціальні верстатні пристрої.

Розроблене удосконалення конструкції приводу дискового викопуючого пристрою обґрунтовано економічно.

Розроблено заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, зокрема у випадку виникнення пожежі на підприємстві, відзначено також важливість збереження довкілля при виробничій діяльності машинобудівного підприємства сільськогосподарського профілю.

Ключові слова: коренеплоди цукрових буряків, коренезбиральна машина, дисковий викопуючий пристрій, кульковий карданний шарнір.

ANNOTATION

Kachmar I.M. «Drive parameters substantiation of disc digging unit of root crops harvester KS-6B». – Manuscript.

Manuscript on obtaining qualifications of Master in the specialty 133 “Industrial Machinery Engineering”. – Ternopil Ivan Pul’uj National Technical University. – Ternopil, 2018.

In the thesis work the parameters of the drive of the disk collecting device of the root-carving machine KS-6B are substantiated.

The pickup device consists of six diggers, in which two digging discs are installed. It is a quick change, it is installed on a pivotal support, lifting and lowering to the working position is carried out with the help of a hydraulic drive.

The drive of the working bodies of the serial machine is too complicated, therefore, in the thesis work simplified the kinematics of the drive of the working bodies. In place of complex gearboxes and cardan gears, chain transmissions are used, which is a simplification of the design, and therefore a decrease in metal content. For disk-digging working bodies, instead of a complex fork shaft for each working body, it is proposed to use a solid shaft. Two shafts, on which will be placed on three digging devices, connect with a chain coupling. Shafts are driven by chain drives. In the same way as in a serial machine, in the advanced install screw cleaners root crops, which also drive in the chain transmission.

The drive of the disk digger itself is executed in such a way that the digging discs are driven by a ball cardan hinge.

In the thesis the technological calculation of disk diggers of the digestive device of the corncraper machine KS-6B is made according to agrotechnical requirements; kinematic calculation of the drive of the digging device; power calculation of disk diggers; calculation of chain drive drives of a disk digger and drive feeder bits; calculation of the strength of the drive shaft disk diggers and ball cardan hinge; the necessary engine power is determined; The conditions of excavation of root crops from the soil were investigated and the working process of the disk digging device of the root cropping machine was substantiated.

In the work, a finite-element model of the drive shaft of disk diggers of the root-carving machine was created and its stress-strain state was investigated.

In the technological part the technological process of mechanical processing of the part is developed, special machine tools are designed.

The improved design of the drive of the disk digger is justified economically.

Work on occupational safety and security in emergencies, in particular in the event of an enterprise fire, has been developed, and the importance of preserving the environment in the production activities of the machine-building enterprise of agricultural profile has been noted.

Key words: roots of sugar beets, tops harvesting machine, disc digging unit, ball-shaped cardan hinge.