

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

ШПАК ТАРАС ОЛЕГОВИЧ

УДК 621.358.42

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОГО КОТКА-
ГРУДКОРОЗДАВЛЮВАЧА КАРТОПЛЕКОПАЧА КТН-2В**

133 «Галузеве машинобудування»

Автореферат
дипломної роботи магістра

Тернопіль 2019

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

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин
Хомик Надія Ігорівна,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій і механіки
Цьонь Олег Петрович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2019 р. об 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії № 13 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.

Збирання картоплі є найбільш трудомістким технологічним процесом порівно із збиранням урожаю інших с.-г. культур. Специфічна важкість механізації збирання картоплі пов'язана з тим, що бульби знаходяться під поверхнею ґрунту. Машина викопує їх разом із ґрунтом, який потім роздрібнює і відсіває.

Розроблено багато конструкцій картоплезбиральних машинах, які відповідають певним агротехнічним вимогам, однак деякі з них потребують удосконалення відповідно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов та якості зібраного врожаю. Особливо це стосується збирання картоплі на важких ґрунтах, на яких робота комбайнів не ефективна, а часто і не можлива. Збирають картоплю у більшості господарств картоплекопачами, але при підвищеній вологості ґрунту значно підвищується засміченість бульб на виході.

Удосконалення картоплекопача КТН-2В розробкою вібраційного котка-грудкороздавлювача для збільшення часу дії на гряді сепаруючих і грудкороздавлюючих органів при підвищеній вологості ґрунту є актуальною науково-практичною задачею, яка визначила напрям досліджень дипломної роботи.

б) Мета і завдання

Метою роботи є дослідження параметрів вібраційного котка-грудкороздавлювача картоплекопача КТН-2В для покращення якості виконання технологічного процесу викопування бульб картоплі при підвищеній вологості ґрунту, а також удосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі – кришка.

Для досягнення цієї мети у роботі вирішено такі завдання:

- відзначено потребу вирощування картоплі та агротехнічні вимоги до її збирання;
- проаналізовано машини-аналоги для викопування картоплі;
- виконано огляд конструкцій робочих органів картоплекопачів, а саме підкопуючих, сепаруючих механізмів, знарядь для попередньої підготовки гряди до збирання картоплі, приводу копачів;
- проаналізовано технологічну схему і процес роботи картоплекопача КТН-2В;
- виконано технологічні розрахунки котків-грудкороздавлювачів, підкопуючого лемеша, відкидних пальців, сепаруючого елеватора, еліптичного активізатора;
- виконано гідрокінематичний розрахунок елементів гідроприводу картоплекопача;
- виконано розрахунок деталей картоплекопача на міцність;
- досліджено умови руху бульбоносної маси на коливній поверхні та рух бульби при поперечних коливаннях елеватора картоплекопача;

- проаналізовано методи САПР, розроблено модель об'єкту проектування – проміжного вала вібраційного котка і досліджено напружено-деформівний стан;
- проаналізовано конструкцію та службове призначення деталі кришка, виконано аналіз її технологічності;
- досліджено способи виготовлення аналогічних деталей;
- розроблено технологічний процес виготовлення деталі кришка, 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

Об'єкт дослідження. Конструктивні елементи картоплекопача КТН-2В; технологічний процес виготовлення деталі кришка.

Предмет дослідження. Технологічні, кінематичні, гідрокінематичні розрахунки та розрахунки на міцність конструктивних елементів картоплекопача, робоче креслення деталі кришка, базовий технологічний процес механічної обробки деталі.

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

д) Наукова новизна отриманих результатів.

Доведено можливість використання розробленого конструктивного рішення для картоплекопача КТН-2В – вібраційний коток-грудкороздавлювач, який забезпечує попереднє руйнування ґрунтової гряди, а це сприяє отриманню чистіших бульб при роботі машини на тих же робочих швидкостях і при підвищеній вологості ґрунту.

е) Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано використання гідроприводу для всіх робочих органів картоплекопача. Це забезпечує безступінчасте регулювання їх швидкостей, і, як наслідок, кращі можливості для виконання технологічного процесу викопування бульб. Завдяки застосуванню гідроприводу зменшується маса машини і збільшується її продуктивність. Картоплекопач удосконаленої конструкції можна застосовувати для збирання картоплі на всіх видах ґрунтів з вологістю до 27 %.

Розроблено також технологічний процес механічної обробки деталі кришка, який може бути впроваджений в умовах реального виробництва.

f) Апробація. Окремі результати роботи доповідались на VIII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів, Тернопіль, ТНТУ, 27-28 листопада 2019.

2. СТРУКТУРА РОБОТИ

Робота складається зі ступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (43 найменування), 6 додатків.

Загальний обсяг текстової частини: 163 сторінки пояснювальної записки, 14 таблиць, 39 рисунків, додатки на 30 сторінках.

Графічна частина складається з дванадцяти аркушів формату А1.

3. ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

a) У Вступі відзначено доцільність удосконалення робочих органів машин для збирання картоплі у важких ґрунтово-кліматичних умовах.

b) У першому розділі «АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ» на основі наукових праць різних авторів присвячених досліджуваній проблематиці наведено значення вирощування картоплі та агротехнічні вимоги до її збирання; виконано огляд картоплекопачів та конструкцій робочих органів цих машин, а саме, конструкцій підкопуючих робочих органів, сепаруючих механізмів, знарядь для попередньої підготовки гряди до збирання картоплі, конструкцій приводу копачів. Наведено опис об'єкту розробки; обґрунтування теми дипломної роботи.

c) У другому розділі «ОБґРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ» проаналізовано технологічну схему і процес роботи картоплекопача КТН-2В та обґрунтовано зміни, внесені у конструкцію базової машини. Виконано розрахунки: котків-грудкороздавлювачів, підкопуючого лемеша, відкидних пальців, сепаруючого елеватора, еліптичного активізатора; таї елементів гідроприводу, розрахунок гідроліній і гідробака; виконано розрахунок деталей картоплекопача на міцність, зокрема, розрахунок болтів муфти, гвинтової циліндричної пружини вібраційного котка, розрахунок вала і перевірка підшипників.

d) У третьому розділі «ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ» досліджено умови руху бульбоносної маси на коливній поверхні та рух бульби при поперечних коливаннях елеватора картоплекопача.

e) У четвертому розділі «САПР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН» виконано дослідження моделі об'єкту проектування – проміжного вала котка-грудкороздавлювача, аналіз даних за результатами моделювання.

f) У п'ятому розділі «РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ» виконано аналіз конструктивних особливостей деталі кришка, розроблено технологічний процес механічної обробки та спеціальні верстатні пристрої.

g) У шостому розділі «ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ» виконано оцінку технічного рівня виробу; економічну оцінку удосконаленої машини: визначено показники порівняльної характеристики базового і нового картоплекопача; проведено розрахунок затрат праці, експлуатаційних витрат і приведених затрат (з розрахунку на 1 центр продукції) на базову і нову машини; розраховано економічну ефективність нової машини та визначено сумарний економічний ефект від її впровадження.

h) У сьомому розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» проаналізовано виникнення можливих небезпек і шкідливих умов праці при механізованому обробітку картоплі, а також способи їх усунення. Розроблено заходи, яких потрібно дотримуватися при виконанні картоплекопачем операцій починаючи від зняття його із зберігання і до встановлення на зберігання; розраховано коефіцієнт безпеки вдосконаленого картоплекопача. Розроблено вимоги безпеки при роботі картоплекопача КТН-2В, при підготовці його до роботи та технічному обслуговуванні. Розглянуто вплив іонізуючого випромінювання на організм людини та описано порядок захисту.

і) У восьмому розділі «ЕКОЛОГІЯ» відзначено вплив господарської діяльності на стан довкілля; проаналізовано забруднення довкілля, що виникають на машинобудівному підприємстві при виготовленні машини КТН-2В та розроблено заходи зменшення забруднення довкілля.

У загальних висновках описано запропоновані автором оригінальні технічні рішення для удосконалення конструкції картоплекопача, які можуть бути впроваджені у виробництво.

У додатках до пояснювальної записки приведено відомості специфікацій, комплект технологічної документації згідно ГОСТ 3.1404-86 та ксерокопія публікації виконавця дипломної роботи.

У графічній частині наведено: технологічну схему картоплекопача КТН-2В; гідравлічну схему картоплекопача КТН-2В; загальний вигляд картоплекопача КТН-2В; складальне креслення вібраційного котка; робочі креслення деталей вібраційного котка; розрахункові схеми дослідження конструктивних та технологічних параметрів удосконаленого картоплекопача; комп'ютерна модель навантаженості проміжного вала вібраційного котка; складальні креслення спеціальних верстатних приспособлень; інструментальну наладку на операції.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі на основі аналізу конструкцій картоплекопачальних машин та враховуючи агротехнічні вимоги до вирощування картоплі, удосконалено картоплекопач КТН-2В. Запропоновано використання гідроприводу, що забезпечує безступінчасте регулювання швидкості робочих органів і, як наслідок, кращі можливості для виконання технологічного процесу викопування бульб.

Конструктивно удосконалена картоплезбиральна машина складається з двох котків-грудкороздавлювачів; підкопуючих лемешів; сепаруючих основного та каскадного елеваторів пруткового типу. Лемеші підрізають картопляні гряди і подають масу на основний елеватор. Це пасивна конструкція, загострена у передній частині із пальцями у задній частині. Картоплекопач має три лемеші – два крайні і один середній. Лівий і правий лемеші закріплені на кронштейнах, середній – на середній стінці.

Транспортно-сепаруюча система картоплекопача – це основний і каскадний елеватори пруткового типу, які для ефективної роботи обладнані струшувачами еліптичної форми. Технологічний процес роботи проектованої конструкції картоплекопача КТН-2В, як і усіх картоплезбиральних машин, ґрунтується на підкопуванні пласта ґрунту з наступною його сепарацією, але у ньому є свої особливості.

У дипломній роботі розроблено вібраційний коток-грудкороздавлювач. Конструктивно він виконаний з двох активних грядообтискаючих котків. Застосування котка-грудкороздавлювача забезпечує збільшення часу дії на гряді сепаруючих і грудкороздавлюючих органів, завдяки чому відбувається попереднє руйнування ґрунтової гряди, а це сприяє отриманню чистіших бульб при роботі машини на тих же робочих швидкостях.

Коток-грудкороздавлювач, який йде перед підкопуючими лемешами, руйнує бульбоносний пласт, і водночас є копіювальним обладнанням. Руйнування ґрунтової гряди проходить у двох площинах: перше – у площині руху котка і перпендикулярно; друге – здійснюється завдяки коливанню котка вздовж своєї осі, яке він сприймає від гідровібратора.

Ускладнення траєкторії руху котка, тобто введення додаткової поперечної дії, сприяє активнішому руйнуванню ґрунтової кірки, великих ґрунтових грудок, відриву бульб від картоплиння. Після попередньої дії котка-грудкороздавлювача земельна гряда підкопується лемешами і подається на основний елеватор, лінійна швидкість руху якого більша, ніж у серійних машинах, оскільки є попереднє руйнування картопляної гряди котками-грудкороздавлювачами. На цьому транспортері бульбопласт вдруге руйнується під дією його коливання та еліптичних зірочок, далі він подається на каскадний елеватор, на якому закінчується сепарація ґрунту. Маса, яка пройшла через каскадний елеватор, доруйнується відбивачами, встановленими у хвостовій частині копача.

Швидкість елеваторів можна плавно змінювати витратою пального, яке подається до гідродвигуна за допомогою дроселя, до того ж на легких ґрунтах швидкість можна збільшити, на важких зменшити.

Привод обох елеваторів здійснюється від ГСВП трактора класу 1,4 за допомогою планетарних редукторів і гідродвигунів МГП-80.

Виконано розрахунки: котків-грудкороздавлювачів, підкопуючого лемеша, відкидних пальців, сепаруючого елеватора, еліптичного активізатора; проведено гідрокінематичний розрахунок, а саме, розрахунок параметрів і елементів гідроприводу, розрахунок гідроліній і гідробака; виконано розрахунок деталей картоплекопача на міцність, зокрема, розрахунок болтів

муфти, гвинтової циліндричної пружини вібраційного котка, розрахунок вала і перевірка підшипників.

У роботі досліджено умови руху бульбоносної маси на коливній поверхні та рух бульби при поперечних коливаннях елеватора картоплекопача.. Рух бульб та інтенсивність сепарації розглянуто за умови відсутності ковзання бульб.

Термін окупності удосконаленої конструкції менше 1 року.

Застосовуючи методи САПР виконано комп'ютерну модель навантаженості проміжного вала вібраційного котка, встановлено небезпечні перетини.

У дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі кришка, спеціальні верстатні пристрої та комплект технічної документації на її виготовлення.

Розроблені заходи охорони праці при експлуатації удосконаленого картоплекопача та заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях, а також дотримання екологічних вимог при виготовленні картоплекопача.

Розроблені конструктивні рішення наведені у графічній частині роботи.

ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1983. – 298 с.
2. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 Галузеве машинобудування з орієнтацією на спеціалізацію «Машини сільськогосподарського виробництва» / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. – 164 с.
3. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. – 191 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х томах под ред. А.Г. Косиловой., Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 656 с.
5. Курко А.М. Интенсификация технологического процесса приемно-сепарирующей части картофлеуборочной машины.– Минск: Белорусский агротехнический университет, 1992. – Дис. канд. техн. наук. – 138 с.
6. Ловкис З.В. Гидроприводы сельскохозяйственной техники: конструкция и расчет. – М.: Агропромиздат, 1990. – 239 с.
7. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. – М.: Машиностроение, 1984.– 356 с.
8. Петров Г.Д., Караев Е.Б. Самоходные картофелеуборочные комбайны КСК-4. – М.: Агропромиздат, 1986. – 112 с.

9. Шпак Т.О., Мисів О.В., Хомик Н.І. Переваги удосконаленої конструкції картоплекопача //Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей, том I VIII міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів (Тернопіль, 27-28 листопада 2019). – Тернопіль. – ТНТУ, 2019. – С. 151-152.
10. Совершенствование конструкции картофелеуборочного комбайна //Гевко Р.Б., Синій С.В. Материали, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. научно-техн. конференции. Могилев: Белорусско-Российский университет. – 2012р. ч. 1. – С. 96-97.
11. Гевко Р.Б. Підвищення техніко-економічних показників машин для збирання картоплі //Гевко Р.Б., Синій С.В., Гундзик О.В. Український журнал прикладної економіки. Том 1, № 1. – 2016. – С. 39-49.
12. Гевко Р.Б., Гарькавий А.Д., Гладич Б.Б., Павх І.І., Павелчак О.Б. Оцінка ринкової вартості та конкурентоспроможності машин і технологій. – Тернопіль: ТДПУ, 2004. – 199 с.
13. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. – Тернопіль, 2005. – 228 с.
14. Данильченко М.Г., Гладич Б.Б., Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. – Тернопіль: Економічна думка, 2001. – 61 с.
15. Nevko R. B., Tkachenko R. I., Synii S. V., Flonts I. V. *Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters. INMATEH: Agricultural engineering. Bucharest, Romania. 2016. Vol. 49. № 2. P. 53-60.*

АНОТАЦІЯ

Шпак Т.О. «Обґрунтування параметрів вібраційного котка-грудкороздавлювача картоплекопача КТН-2В». – Рукопис.

Робота на здобуття кваліфікації магістра зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – м. Тернопіль, 2019 р.

У дипломній роботі удосконалено картоплекопач КТН-2В розробкою вібраційного котка-грудкороздавлювача.

Проектована машина відрізняється від серійної тим, що у ній введено попереднє руйнування картопляної гряди і всі робочі органи проводяться у рух гідросистемою. Завдяки застосуванню гідропривода зменшено масу машини і збільшено її продуктивність.

Коток-грудкороздавлювач встановлений перед підкопуючими лемешами, руйнує бульбоносний пласт, і є копіювальним обладнанням.

Застосування котка-грудкороздавлювача забезпечує збільшення часу дії на гряді сепаруючих і грудкороздавлюючих органів, завдяки чому відбувається попереднє руйнування ґрунтової гряди. Це сприяє отриманню чистіших бульб при роботі машини на тих же робочих швидкостях.

Для удосконаленої конструкції картоплекопача виконано технологічні, кінематичні та гідрокінематичні розрахунки складових частин, розрахунки на міцність деталей вібраційного котка.

Розроблена у дипломній роботі конструкція дозволяє у більш стислі терміни збирати врожай за рахунок збільшення продуктивності агрегату порівняно з базовим. Пропоновану конструкцію можна застосовувати для збирання картоплі на всіх видах ґрунтів з вологістю до 27 %.

Створено кінцево-елементну модель проміжного вала вібраційного котка картоплекопача та досліджено її напружено-деформівний стан.

Розроблено також технологічний процес механічної обробки деталі кришки.

Розробка обґрунтована економічно.

Розроблено заходи з охорони праці при експлуатації удосконаленого картоплекопача заходи і безпеки в умовах надзвичайних ситуацій.

Запропоновано заходи зменшення забруднення довкілля при виготовленні картоплезбиральної техніки.

Ключові слова: картоплекопач, вібраційних коток, гідропривод, підкопуючий леміш, сепаруючий прутковий елеватор.

ANNOTATION

Shpak T.O. «Parameters substantiation of the potato digger KTN-2V oscillating roller-clod breaker». – Manuscript.

Manuscript on obtaining qualifications of Master in the specialty 133 «Industrial Machinery Engineering». – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. – Ternopil, 2019.

In the diploma work was improved the KTN-2B potato digger by development oscillating roller-clod breaker.

The designed machine differs from the serial machine in that it introduces a preliminary destruction of the potato ridge and all working bodies are driven by the hydraulic system. The use of the hydraulic actuator reduces the weight of the machine and increases its productivity.

Roller-clod breaker is mounted in front of the boulder blades, destroys the tuber layer, and is a copier.

The use of the roller-clod breaker provides an increase in the time of action on the ridge of the separating and clod breaking organs, resulting in the preliminary destruction of the soil ridge. This promotes cleaner potato when operating at the same operating speeds.

Technological, kinematic and hydro-kinematic calculations of components, calculations on the strength of the vibrating cat's details have been performed for the improved design of the potato digger.

The design developed in the diploma allows you to harvest at a shorter time by increasing the productivity of the unit compared to the base. The proposed design can be used to harvest potatoes on all types of soil with humidity up to 27%.

A finite element model of an intermediate shaft of a vibrating roller of a potato digger has been created and its stress-strain state has been investigated.

The technological process of mechanical processing of the cover part is also developed.

The feasibility of design the potato digger substantiated economically.

Measures on safety at operation of the advanced potato digger measures and safety in emergency situations have been developed.

Measures to reduce environmental pollution in the manufacture of potato harvesting equipment are proposed.

Keywords: potato digger, oscillating rollers, hydraulic drive, digging blades, separating bar elevator, roller-clod breaker.

