

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ГЕРАСИМЧУК ГАЛИНА АНДРІЇВНА

УДК 631.356.2

**ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОГО
ОДНОДИСКОВОГО КОПАЧА КОРМОВИХ БУРЯКІВ**

05.05.11 – машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

ТЕРНОПІЛЬ – 2011

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Луцькому національному технічному університеті Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, м. Луцьк

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Барановський Віктор Миколайович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,
доцент кафедри технології і обладнання зварювального
виробництва Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Козаченко Олексій Васильович,
Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка,
завідувач кафедри технічного сервісу машин
Харківського національного технічного університету
сільського господарства імені Петра Василенка

кандидат технічних наук, доцент
Смолінський Станіслав Вікторович,
Національний Університет біоресурсів і
природокористування України,
доцент кафедри інженерного забезпечення
рослинництва імені академіка П.М. Василенка
Національного Університету біоресурсів і
природокористування України

Захист відбудеться 3 березня 2011 р. о 1200 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.58.052.02 при Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56.

Автореферат розісланий “ _____ ” _____ 2011 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
к.т.н., доцент

П.В. Попович

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Кормові буряки як важлива культура є цінною складовою для відгодівлі молочного поголів'я рогатої худоби. На даний час в агропромисловому комплексі країни спостерігається зниження посівних площ кормових буряків внаслідок недосконаlosti коренезбиральних машин (КМ) та невідповідності показників якості їх роботи агротехнічним вимогам.

Одним із резервів підвищення технологічних показників якості роботи КМ є удосконалення технологічного процесу викопування вороху коренеплодів шляхом застосування комбінованих робочих органів, які поєднують у собі систему пасивного однодискового сферичного копача та встановлених спеціальних очисних елементів. Інтенсифікація процесу викопування кормових буряків відбувається за рахунок специфіки кінематичних і динамічних факторів, що виникають внаслідок одночасної взаємодії очисних елементів з головкою коренеплоду і ворохом коренеплодів.

Вирішення даної проблеми, зумовленої актуальною науково-технічною задачею, має вагомe народногосподарське значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Розробка конструктивної схеми комбінованого викопуючого робочого органу та обґрунтування його раціональних конструктивно-кінематичних параметрів проведені відповідно до наукової тематики Луцького національного технічного університету, його підрозділу – кафедри сільськогосподарських машин та є складовою частиною вирішення важливої науково-технічної проблеми з розробки й впровадження машин для збирання кормових буряків у межах цільових комплексних державних науково-технічних програм “Національна програма розробки і виробництва технологічних комплексів машин і обладнання сільського господарства, харчової та переробної промисловості”, затвердженої Кабінетом Міністрів від 07.03.1996 р., і “Новітні технології та ресурсозберігаючі технології в промисловості, енергетиці та агропромисловому комплексі” на 2002-2006 рр., затвердженої Міністерством освіти і науки України. Дослідження також виконувалися згідно з держбюджетними угодами з Міністерством АП України за темою “Комплексна механізація виробничих процесів в АПК” № держреєстрації 0104U005400.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – підвищення показників якості викопування кормових буряків шляхом вдосконалення конструкції та обґрунтування раціональних конструктивно-кінематичних параметрів комбінованого викопуючого робочого органу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- на основі проведеного аналізу технологічного процесу викопування кормових буряків обґрунтувати конструктивно-технологічну схему комбінованого робочого органу з використанням однодискового сферичного копача;
- одержати залежності зміни секундної подачі складових компонента домішок вороху коренеплодів, тобто вільного та налиплого ґрунтів, вільних рослинних домішок і залишків гички на головках коренеплодів залежно від

параметрів технологічного процесу;

- встановити функціональну залежність коефіцієнта технологічної ефективності процесу викопування коренеплодів, який характеризує ступінь зменшення секундної подачі складових компонента домішок вороху коренеплодів;

- розробити математичні моделі процесу взаємодії очисної лопаті з головкою коренеплодів на основі дослідження умови невибивання та непошкодження тіла коренеплодів;

- теоретично обґрунтувати основні конструктивно-кінематичні параметри комбінованого копача на основі дослідження секундної подачі складових компонента домішок вороху коренеплодів і процесу взаємодії очисної лопаті з головкою коренеплодів;

- розробити та виготовити дослідний зразок комбінованого копача, експериментально визначити коефіцієнт технологічної ефективності процесу викопування коренеплодів і агротехнічні показники його роботи у складі КМ;

- провести порівняльну оцінку ефективності використання удосконаленої КМ з комбінованим викопуючим робочим органом і базової машини.

Об'єкт досліджень: технологічний процес викопування коренеплодів, комбінований викопуючий робочий орган.

Предмет досліджень: технологічні та конструктивно-кінематичні параметри комбінованого викопуючого робочого органу, показники якості роботи.

Методи досліджень. Теоретичні дослідження базувалися на основі механіко-математичного моделювання процесу викопування кормових буряків комбінованим викопуючим робочим органом з використанням положень вищої математики, теоретичної механіки, теорії машин і механізмів та математичної статистики. Експериментальні дослідження проводилися в польових умовах з використанням дослідного зразка машини згідно з діючими та розробленими методиками. Під час здійснення польових досліджень застосовувалися методи планування та проведення багатofакторного експерименту, статистичну обробку результатів якого проводили згідно із загальновідомими методиками з використанням прикладних програм для ПК.

Наукова новизна одержаних результатів. Обґрунтовано технологічний процес викопування вороху кормових буряків і основні конструктивно-кінематичні параметри комбінованого копача на основі аналізу секундної подачі складових компонента домішок вороху коренеплодів і процесу взаємодії очисної лопаті горизонтального вала з головкою коренеплоду. На цій підставі вперше одержано залежності, які характеризують:

- зміну загальної секундної подачі домішок вороху коренеплодів і секундної подачі складових компонента домішок залежно від параметрів комбінованого копача, характеристик кормових буряків та умов роботи КМ;

- зміну коефіцієнта технологічної ефективності роботи комбінованого копача від його параметрів, формалізованих форм і характеристик кормових буряків і умов роботи КМ;

- процес видалення залишків гички з головок коренеплодів за умови їх

невибивання та непошкодження на основі дослідження процесу взаємодії очисної лопаті з головкою коренеплодів.

Одержано залежність для визначення допустимої кутової швидкості обертання очисної лопаті горизонтального вала з умови невибивання та непошкодження кормових буряків.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано і експериментально обґрунтовано конструкцію комбінованого копача та визначено його основні раціональні конструктивно-кінематичні параметри. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень розроблено та виготовлено дослідний зразок комбінованого копача КМ. На основі одержаних результатів багатофакторного експерименту виведено емпіричні рівняння регресії, які характеризують:

- загальну секундну подачу домішок вороху коренеплодів і секундну подачу складових компонента домішок залежно від зміни швидкості руху КМ і частоти обертання очисної лопаті;

- коефіцієнти, що враховують ступінь зниження загальної секундної подачі домішок вороху коренеплодів і секундної подачі складових компонента домішок від зміни швидкості руху КМ і частоти обертання очисної лопаті;

- втрати, пошкодження та залишки гички на головках коренеплодів від зміни швидкості руху КМ і частоти обертання очисної лопаті.

Запропоновано рекомендації для вибору раціональних параметрів комбінованого копача. Результати агротехнічної оцінки модернізованої КМ підтвердили ефективність роботи комбінованого копача порівняно з базовою машиною. Результати роботи прийняті для використання ПАТ «Ковельсьільмаш» в процесі проектування бурякозбиральної техніки. Конструктивна новизна технічного рішення підтверджена 2 патентами України на винаходи.

Особистий внесок здобувача. Основні теоретичні та експериментальні дослідження за темою дисертації здобувачем отримано особисто, постановку завдань, аналіз і трактування одержаних результатів досліджень виконано спільно з науковим керівником. У технічних рішеннях частка всіх співавторів однакова. Безпосередня участь здобувача полягає в проведенні аналізу технологічного процесу викопування кормових буряків [2, 4]. Запропоновано конструктивну схему комбінованого однодискового копача [4, 6, 11-13]. Розроблено математичні моделі секундної подачі домішок вороху коренеплодів і коефіцієнтів технологічної ефективності процесу його викопування [5, 7]. Одержано диференціальне рівняння процесу видалення залишків гички з головок коренеплодів очисними лопатями [1, 10]. Отримано регресійні залежності зміни секундної подачі домішок вороху коренеплодів, загального коефіцієнта та коефіцієнтів технологічної ефективності процесу викопування [8]. Одержано емпіричні рівняння регресії втрат, пошкодження та залишків гички на головках коренеплодів [3, 9].

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати досліджень доповідались і отримали позитивну оцінку на 2-й, 6-й і 11-й міжнар.

наук.-практ. конф. “Сучасні проблеми землеробської механіки”, (м. Луцьк, ЛДТУ, 2001 р.; м. Київ, НАУ, 2005 р.; НУБіПУ, 2010 р.); на 8-й всеукр. молодіжній наук.-техн. конф. “Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво” (м. Луцьк, ЛНТУ, 2008 р.); на 7-й міжнар. наук.-практ. конф. “Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації с/г техніки” (м. Кіровоград, КНТУ, 2009 р.); на 2-й міжнар. наук.-практ. конф. “Інноваційні технології в АПК та лісовому комплексі” (м. Луцьк, ЛНТУ, 2009 р.); на 5-му міжн. форумі молоді “Молодь та сільськогосподарська техніка в ХХІ сторіччі” (м. Харків, ХНТУСГ, 2009 р.); на міжнар. наук.-техн. конф. “Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК” (м. Мінськ, БГАТУ, 2009 р.); на наукових конф. проф.-викл. складу ЛДТУ (м. Луцьк, 2006 р.), ЛНТУ (2008 – 2010 рр.), ННТІ НУБіПУ (м. Київ, 2009 р.).

Публікації. Основні результати досліджень за темою дисертації опубліковано в 13 наукових працях, із них 10 у фахових виданнях ВАК України та 2 патенти України на винаходи.

Науковий підсумок роботи полягає в тому, що на основі проведених теоретично-експериментальних досліджень та їх узагальнень сформульовані положення напрямку підвищення показників якості роботи збирання буряків.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, 34 додатків, списку використаної літератури з 194 найменувань. Основна частина виконана на 184 сторінках, містить 71 рисунок і 9 таблиць. Загальний обсяг роботи складає 267 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та завдання, об’єкт і предмет досліджень, методи досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі проведено аналіз літературних джерел. Зокрема, розглянуто технології збирання кормових буряків, конструкції викопуючих робочих органів і очисників головок коренеплодів, а також обґрунтовано вибір робочого органу для проведення досліджень.

Дослідженню технологічних процесів і робочих органів для викопування буряків присвячені праці відомих вчених Булгакова В.М., Василенка П.М., Гевка Б.М., Гевка Р.Б., Козаченка О.В., Мартиненка В.Я., Погорілого Л.В., Рогатинського Р.М., Хайліса Г.А., Хелемендика М.М., Шабельника Б.П., науковців Аванесова Ю.Б., Барановського В.М., Брея В.В., Гурченка О.П., Завгороднього А.Ф., Погорілого М.Л., Смолінського С.В., Татянка М.В. та ін.

Проведений аналіз роботи відомих конструкцій лемішних, вилкових, вібраційних і дводискових копачів показав, що всі вони значно пошкоджують

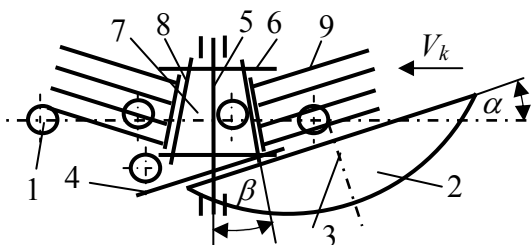


Рис.1. Конструктивна схема копача кормових буряків

великорозмірні і втрачають дрібні коренеплоди та не поєднують в процесі збирання одночасно дві технологічні операції – викопування коренеплодів і видалення залишків гички з їх

головак. Найбільш перспективним напрямком є викопування кормових буряків однодиско-вим копачем із одночасним видаленням залишків гички очисником лопатевого типу.

Тому в основу роботи покладено дослідження потенційних можливостей та обґрунтування раціональних параметрів комбінованого копача (рис. 1), який являє собою поєднання, встановленого під кутом атаки α до рядка буряків 1, пасивного сферичного диска 2, який має вісь 3 і корененапрямок 4 та розміщеного над диском у його передній зоні поперечного горизонтального вала 5, на фланцях 6, які утворюють барабан 7, розміщено осі 8 з очисними лопатями 9, а осі 8 повернуто відносно осі 3 вала 5 на кут β . Напрямок обертання вала 3 зустрічне швидкості руху копача V_k .

У другому розділі наведено теоретичне обґрунтування секундної подачі загальних домішок вороху і складових домішок – вільного та налиплого на коренеплодах ґрунтів, вільних рослинних домішок і залишків гички на головках буряків, загального коефіцієнта та складових коефіцієнтів технологічної ефективності процесу викопування кормових буряків комбінованим копачем, а також процес взаємодії очисної лопаті з головою коренеплоду.

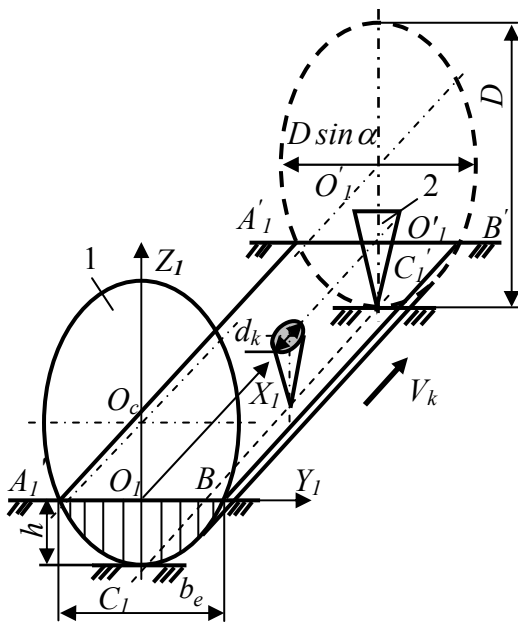


Рис. 2. Схема до розрахунку об'єму канавки

Головним критерієм оцінки ефективності процесу викопування кормових буряків є зменшення загальної секундної подачі домішок вороху коренеплодів, який надходить на наступні очисні системи після його викопування комбінованим копачем з ідентичними показниками базового копача КМ МКК-6.

Під час викопування коренеплодів диском 2 та одночасної взаємодії лопатей 9 (рис. 1) відбувається часткове зменшення загальної маси домішок вороху за рахунок видалення їх відповідної частки на етапах викопування, руху по робочій поверхні диска та його транспортування на наступні очисні системи КМ.

Ефективність роботи копача виразимо через загальний коефіцієнт технологічної ефективності k і складові коефіцієнти компонента домішок k_ρ , k_n , k_v , k_z , які визначають ступінь зменшення загальної секундної подачі домішок вороху Q_2 (кг/с) і складових мас компонента домішок, тобто вільного $M_{2\rho}$ і налиплого ґрунтів M_{2n} , вільних рослинних домішок M_{2v} і залишків гички M_{2z} на головках буряків під час їх викопування комбінованим копачем відносно аналогічних показників Q_1 , $M_{1\rho}$, M_{1n} , M_{1v} , M_{1z} технологічного процесу роботи базового сферичного диска

$$Q_2 = M_{2\rho} + M_{2n} + M_{2v} + M_{2z} = M_1 k = M_{1\rho} k_\rho + M_{1n} k_n + M_{1v} k_v + M_{1z} k_z. \quad (1)$$

Для визначення значень Q_1 (M_1) і $M_{1\rho}$, M_{1n} , M_{1v} , M_{1z} , які викопуються одним сферичним диском, розглянуто схему до розрахунку об'єму канавки $A_1 A_1' C_1' B' B C_1 A_1$ (рис. 2), поперечним перерізом якої є сегмент $A_1 C_1 B$ еліпса.

Маса вільного ґрунту $M_{1\rho}$ (кг/с), який знаходиться у просторі канавки $A_1 A_1' C_1' B' B C_1 A_1$ (рис. 2), утвореної сферичним диском 1 за час його руху $t = 1$ с

$$M_{1\rho} = \rho \left(V_L - \sum_{i=1}^n V_{n.k_i} \right) - M_{1n} = \rho \left(V_L - \sum_{i=1}^n V_{n.k_i} - \sum_{i=1}^n V_{n_i} \right), \quad (2)$$

де ρ – питома маса ґрунту, кг/м³; V_L – об'єм канавки, м³; $\sum_{i=1}^n V_{n.k_i}$, $\sum_{i=1}^n V_{n_i}$ – об'єм підземних частин і налиплого ґрунту на поверхнях тіла коренеплодів 2, які знаходяться у просторі канавки, м³; M_{1n} – маса налиплого ґрунту, кг/с.

Визначивши складові V_L , $\sum_{i=1}^n V_{n.k_i}$, $\sum_{i=1}^n V_{n_i}$, M_{1n} формули (2), одержимо залежність для визначення теоретично-розрахункової маси вільного ґрунту у разі викопування коренеплодів конусної форми $M_{1\rho}^k$

$$M_{1\rho}^k = \rho V_k \sin \alpha \left[0,25 D^2 \arccos \frac{h}{D} - 2h \sqrt{h(D-h)} - \frac{\pi n_k j_p h^2 \operatorname{tg}(\varphi/2) (4h \sin(\varphi/2) + 3\delta)}{V_k \sin \alpha} \left(\frac{4h \sin(\varphi/2) + 3\delta}{12 \cos(\varphi/2)} \right) \right], \quad (3)$$

де V_k – шлях (швидкість) руху копача за 1 с, м; α – кут атаки, град; D , h – діаметр, глибина ходу диска, м; n_k – середнє значення кормових буряків на 1 п. м, шт.; j_p – кількість погонних метрів, п. м; φ – кут конуса росту коренеплоду, град; δ – товщина шару ґрунту, рівномірно розподіленого по бічній поверхні, м; D_k – діаметр коренеплоду, м.

Маси M_{1v} і M_{1z} , які викопуються диском 1 за час 1 с, визначаються:

$$M_{1v} = 0,2 V_k \sin \alpha \sqrt{h(D-h)} (1 + W_g); \quad M_{1z} = 0,16 V_k W_g \sin \alpha \sqrt{h(D-h)}, \quad (4)$$

де W_g – урожайність гички коренеплодів, кг/м².

Співставляючи рівняння (1), (2), можна записати, що

$$M_1 = \rho \left(V_L - \sum_{i=1}^n V_{n.k_i} - \sum_{i=1}^n V_{n_i} \right) + \sum_{i=1}^n V_{n_i} \rho + M_{1v} + M_{1z} = \rho \left(V_L - \sum_{i=1}^n V_{n.k_i} \right) + M_{1v} + M_{1z} = Q_1. \quad (5)$$

Підставивши залежності (3, 4) у рівняння (5) та враховуючи (1), одержано залежність, яка характеризує зміну Q_2^i , враховуючи одержані залежності складових компонента домішок $Q_{2\rho}$, Q_{2n} , Q_{2v} , Q_{2z} та в загальному випадку

$$Q_{2\rho}^k = k_\rho \rho V_k \sin \alpha \left[\left(0,25D^2 \arccos \frac{h}{D} - 2h\sqrt{h(D-h)} \right) - \frac{\pi n_k j_p h^2 \operatorname{tg}(\varphi/2)}{V_k \sin \alpha} \left(\frac{h \operatorname{tg}(\varphi/2)}{3} + \frac{\delta}{\cos(\varphi/2)} k_n \right) \right]; \quad (6)$$

$$Q_{2n}^k = k_n \rho \frac{\pi n_k j_p h^2 \operatorname{tg}(\varphi/2) \delta}{\cos(\varphi/2)}$$

$$Q_{2v} = 0,2k_v V_k \sin \alpha \sqrt{h(D-h)}(1+W_g); Q_{2z} = 0,16k_z V_k W_g \sin \alpha \sqrt{h(D-h)}; \quad (7)$$

$$Q_2^k = \rho V_k \sin \alpha \left[\left(0,25D^2 \arccos \frac{h}{D} - 2h\sqrt{h(D-h)} \right) k_\rho - \frac{\pi n_k j_p h^2 \operatorname{tg}(\varphi/2)}{V_k \sin \alpha} \left(\frac{h \operatorname{tg}(\varphi/2)}{3} k_\rho + \frac{\delta}{\cos(\varphi/2)} k_n (k_\rho - 1) \right) + \frac{0,2\sqrt{h(D-h)}}{\rho} [k_v + W_g (k_v + 0,8k_z)] \right]; \quad (8)$$

$$Q_2^k = k\rho V_k \sin \alpha \left[0,25D^2 \arccos \frac{h}{D} - 2\sqrt{h(D-h)} \left(h - \frac{0,1 + 0,17W_g}{\rho} \right) - \frac{\pi n_k j_p h^3 \operatorname{tg}^2(\varphi/2)}{3V_k \sin \alpha} \right]. \quad (9)$$

Таким чином, підставивши (3), (4) і (8) у (1), одержано математичну модель технологічної ефективності роботи копача, яка характеризується коефіцієнтом k_k , під час викопування кормових буряків конусної форми:

$$k_k = \frac{\left[\left(0,25D^2 \arccos \frac{h}{D} - 2h\sqrt{h(D-h)} \right) k_\rho - \frac{\pi n_k j_p h^2 \operatorname{tg}(\varphi/2)}{V_k \sin \alpha} \left(\frac{h \operatorname{tg}(\varphi/2)}{3} k_\rho + \frac{\delta(k_\rho - 1)}{\cos(\varphi/2)} k_n \right) + \frac{0,2\sqrt{h(D-h)}}{\rho} [k_v + W_g (k_v + 0,8k_z)] \right]}{0,25D^2 \arccos \frac{h}{D} - 2\sqrt{h(D-h)} \left(h - \frac{0,1 + 0,17W_g}{\rho} \right) - \frac{\pi n_k j_p h^3 \operatorname{tg}^2(\varphi/2)}{3V_k \sin \alpha}}. \quad (10)$$

За початкових умов $\alpha = 30^\circ$, $h = 0,09$ м, $n_k = 4$ шт., $\delta = 0,005$ м, $\varphi = 12^\circ$, $j_p = 1,6$ м, $W_g = 0,6$ кг/м² побудовано залежності зміни $Q_2^k = f(D, k)$, $Q_2^k = f(D)$ (рис. 3) та $Q_{2z} = f(D, k)$, $Q_{2z} = f(D)$ (рис. 4).

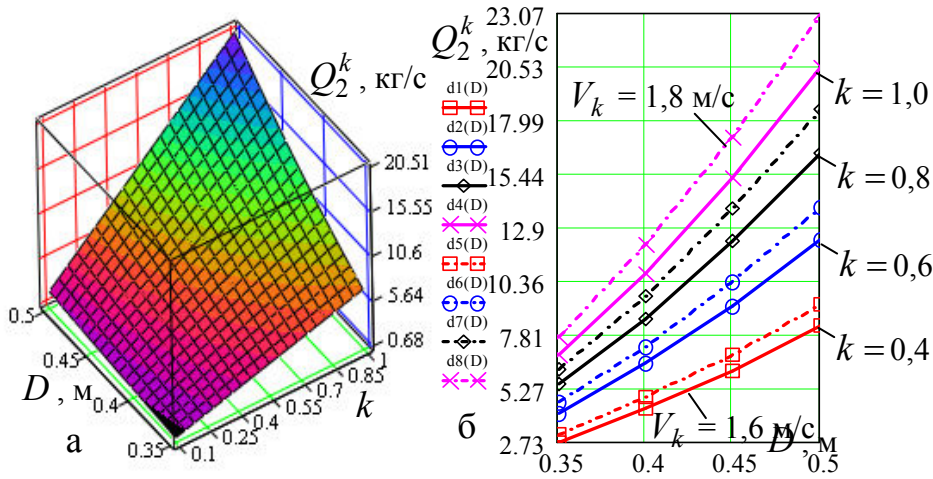


Рис. 3. Поверхня залежності $Q_2^k = f(D, k)$ – а ;
б – залежність $Q_2^k = f(D)$

8,9...11,9; 7,5...9,8; 1,2...1,98 (кг/с) у випадку викопування коренеплодів циліндричної форми, а Q_{2v} і Q_{2z} – відповідно, у межах 0,069...0,094 і 0,042...0,056 (кг/с).

Для розрахунку Q_2 , $Q_{2\rho}^i$, Q_{2n}^i від зміни урожайності буряків U_k виконаємо перетворення складових $\sum_{i=1}^n V_{n.k_i}$, $\sum_{i=1}^n V_{n_i}$ залежностей (2, 5), виразивши їх через $\sum_{i=1}^n M_{n.k_i}$ і урожайність U_k

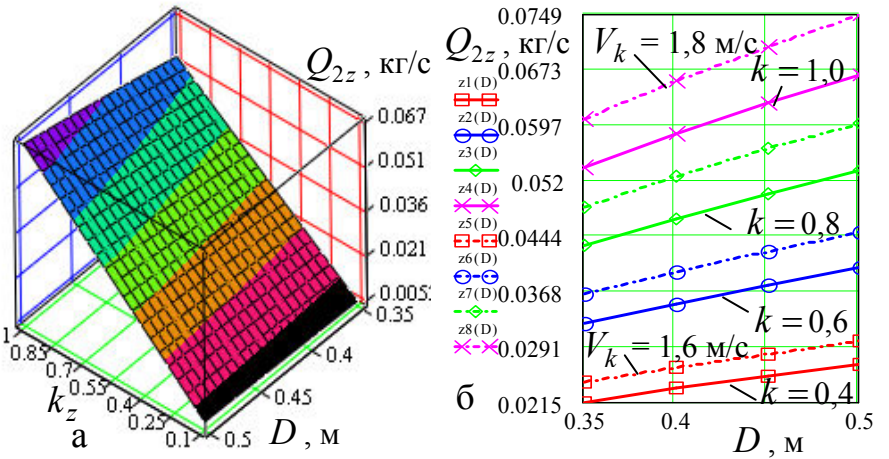


Рис. 4. Поверхня залежності $Q_{2z} = f(D, k)$ – а ;
б – залежність $Q_{2z} = f(D)$

$$Q_2 = k\rho V_k \sin\alpha \left[\frac{\left(0,25D^2 \arccos \frac{h}{D} - 2h\sqrt{h(D-h)}\right) - U_k C_{U_k}}{2V_k^2 \rho \rho_k \sin^2 \alpha \sqrt{h(D-h)}} + \frac{0,2\sqrt{h(D-h)}_k (1+0,8W_g)}{\rho} \right], \quad (11)$$

де C_{U_k} – коефіцієнт пропорційності U_k .

$$Q_{2\rho}^k = k\rho V_k \sin\alpha \left[\frac{\left(0,25D^2 \arccos \frac{h}{D} - 2h\sqrt{h(D-h)}\right) - \frac{U_k C_{U_k}}{2V_k^2 \rho \rho_k \sin^2 \alpha \sqrt{h(D-h)}}}{\frac{\pi h \delta}{\cos(\varphi/2) V_k \sin\alpha} \sqrt{\frac{3U_k C_{U_k}}{2\pi \rho_k \sin\alpha \sqrt{h(D-h)}}}} \right]. \quad (12)$$

На основі аналізу формул (7 – 9) та графічних залежностей встановлено, що при $V_k = 1,8$ м/с, діаметрі $D = 0,45$ м, $k = k_\rho = k_n = k_v = k_z = 0,6...0,8$, значення Q_2^i , $Q_{2\rho}^i$, Q_{2n}^i рівні межах: 10,3...15,1; 9,7...12,2; 0,5...0,86 (кг/с) у разі викопування коренеплодів конусної форми;

Аналіз наведених графічних залежностей (рис. 5) показує, що Q_2 у разі збільшення U_k із 300 до 550 ц/га зменшується в незначних межах – у середньому на 0,03...0,06 кг/с, а $Q_{2\rho}^i$ і Q_{2n}^i – на 0,005...0,009 кг/с внаслідок незначного та постійного залягання коренеплодів у ґрунті.

Отже, одержані детерміновані математичні моделі, які характеризують технологічну ефективність роботи комбінованого копача, є невід’ємними вихідними положеннями для подальшого розрахунку параметрів роботи очисників вороху і КМ у цілому.

Для аналізу технологічного процесу взаємодії очисної лопаті з головкою коренеплоду було розглянуто розрахункову схему, яку наведено на рис. 6. Система тіл “лопоть – коренеплід” буде знаходитись у рівновазі в момент співудару, якщо буде виконана умова:

$$m\dot{V}_a^2 / 2 = d(T) / dt < [P_n] \times V_c; [P_n] \times V_k \sin \beta = N_c = d(T) / dt, \quad (13)$$

де m – маса лопаті, кг; T – кінетична енергія лопаті очисника в місці удару, Дж; $[P_n]$ – допустима сила вивертання коренеплоду з ґрунту, Н; V_c – швидкість співудару, м/с; β – кут між напрямками розташування осі рядка коренеплодів і

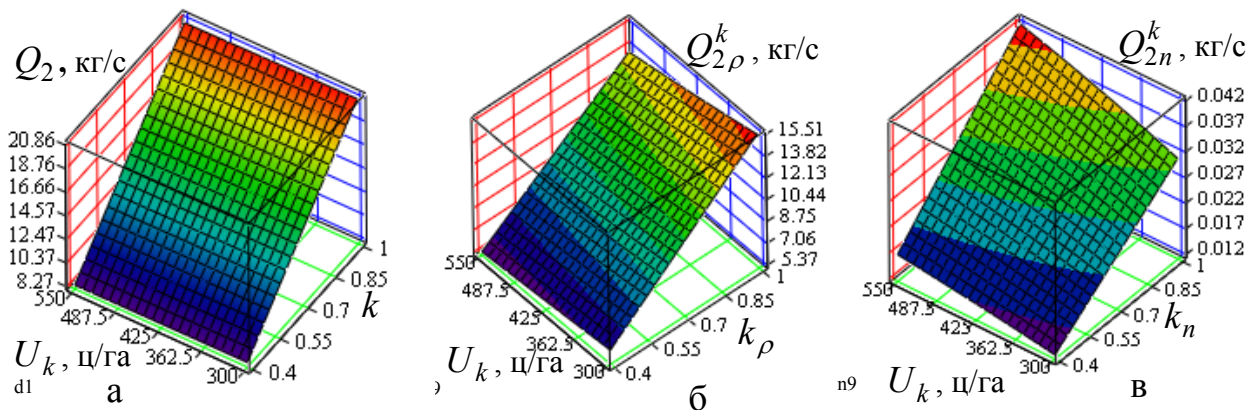


Рис. 5. Залежність зміни: а, б, в – $Q_2 = f(k, U_k)$; $Q_{2\rho}^k = f(k, U_k)$; $Q_{2n}^k = f(k, U_k)$ осі обертання A лопатей, град.; N_c – потужність діючих сил, Дж/с.

На основі аналізу умови (13) було одержано математичну модель процесу взаємодії очисної лопаті з головкою коренеплоду залежно від характеристик коренеплодів і параметрів вала копача, яка характеризує умову непошкодження коренеплодів лопатями очисного вала, які виконані у формі прямокутного паралелепіпеда та прямого круглого циліндра:

$$\sigma_{cm.n} = \frac{2\pi n z \rho c t g \beta}{S_k z_o (d_k + 2\sqrt{2\rho h_k - h_k^2})} \left(\frac{dV_k}{dt} \right) \times \left[\frac{z_o (d_k + 2\sqrt{2\rho h_k - h_k^2}) \cos \beta}{2\pi z \rho} + \frac{\cos \varphi}{\omega_o} \left(\frac{d\varphi}{dt} \right) + \frac{(a^2 + l^2)}{3\rho \cos \beta \cos \varphi} \left(\frac{d\omega_o}{dV_k} \right) \right] \leq [\sigma_{cm}] \quad ; (14)$$

$$\sigma_{cm.k} = \frac{2\pi m z \rho \operatorname{ctg} \beta}{S_k z_o \left(d_k + 2\sqrt{2\rho h_k} - h_k^2 \right)} \left(\frac{dV_k}{dt} \right) \times \left[\frac{z_o \left(d_k + 2\sqrt{2\rho h_k} - h_k^2 \right) \cos \beta}{\pi z \rho} + \frac{4 \cos \varphi}{\omega_o} \left(\frac{d\varphi}{dt} \right) + \frac{\left(\frac{l^2}{3} + R_n^2 \right)}{4\rho \cos \beta \cos \varphi} \left(\frac{d\omega_o}{dV_k} \right) \right] \leq [\sigma_{cm}] \quad (15)$$

де $\rho = r + l$ – радіус-вектор точки контакту лопаті, м; r – радіус точки закріплення лопаті, м; l – довжина лопаті у точці контакту, м; z – кількість ударів лопаті по головці коренеплоду за 1 об. вала, шт.; d_k, h_k – діаметр і висота розташування головки коренеплоду над поверхнею ґрунту, м; ω_o – кутова швидкість обертання лопаті, рад/с; z_o – кількість осей, які розміщені на барабані вала, шт.; $[\sigma_{cm}]$ – допустимий тиск стиснення тіла коренеплоду, Н/м²; S_k – площа контакту, м².

Встановлено, що допустима сила контакту (удару) лопаті з головою коренеплоду, виконаної у формі прямого паралелепіпеда, змінюється в межах

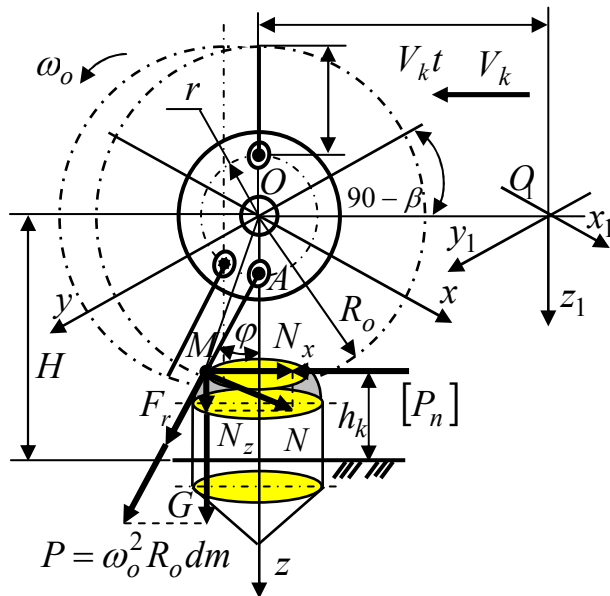


Рис. 6. Схема процесу взаємодії лопаті з головою коренеплоду
середній радіус головки буряків, м.

Було одержано залежність, яка характеризує умови зміни кута α встановлення диска відносно поздовжньої осі розташування коренеплодів залежно від основних параметрів диска та діаметра головок коренеплодів:

$$\alpha \geq \arcsin \frac{2(\Delta s_{max} + \Delta z_{max}) + d_k}{2\sqrt{h(D-h)}} \quad (17)$$

Для визначення раціональних параметрів копача було побудовано номограму (рис. 7), при цьому встановлено, що при викопуванні інтервально-

180...500 Н залежно від зміни ω_o і h_k , а у формі прямого круглого циліндра – 120...350 Н, при цьому $\sigma_{cm.i}$ знаходиться у діапазоні 130...260 та 65...130 Н/м².

Оптимізацію основних параметрів комбінованого копача було проведено із умови усунення втрат і невибивання коренеплодів.

Для забезпечення повноти викопування коренеплодів необхідне виконання умови, рис. 2:

$$b_e \geq 2\Delta s_{max} + 2\Delta z_{max} + 2r_k \quad (16)$$

де $\Delta s_{max}, \Delta z_{max}$ – максимальне поперечне відхилення копача та центра коренеплоду відносно осі рядка, м; r_k – усеред-

середнього діаметра коренеплодів, наприклад, $d_k = 12...15$ см та вибраного стандартного діаметра сферичного диска, наприклад, $D = 40$ і 45 см, кут α знаходиться, відповідно, у межах $34^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$ і $32^\circ \leq \alpha \leq 37^\circ$, а відповідна глибина ходу диска – $h \geq 7,8$ та $h \geq 8,6$ см.

Критична кутова швидкість обертання лопаті ω_o^{kp} , при якій забезпечується раціональна робота копача, визначається за формулою:

- для умови невивбання коренеплодів лопатями, які виконані у формі прямокутного паралелепіпеда та прямого круглого циліндра:

$$\omega_{o.n}^{kp} \leq V_k \frac{[[P_n]/m(dV_k/dt)] - ctg\beta \cos \beta}{[(a^2 + l^2)/3\rho \sin \beta \cos \varphi + \rho ctg\beta \cos \varphi]}; \quad (18)$$

$$\omega_{o.k}^{kp} \leq V_k \frac{[[P_n]/m(dV_k/dt)] - ctg\beta \cos \beta}{[(l^2/3 + R_n^2)/4\rho \sin \beta \cos \varphi + \rho ctg\beta \cos \varphi]}. \quad (19)$$

На основі аналізу (рис. 8) було встановлено, що для $d_k = 0,13...0,17$ м та умови $150 \leq [P_n] \leq 400$ Н, $\omega_{o.n}^{kp} \leq 60...65$ рад/с, при цьому $0,06 \leq h_k \leq 0,08$ м, $\rho \leq 0,25$ м, а маса лопаті $0,22 \leq m \leq 0,25$ кг.

У третьому розділі наведено програму експериментальних досліджень, опис лабораторно-польової установки та модернізованої КМ, стандартні та

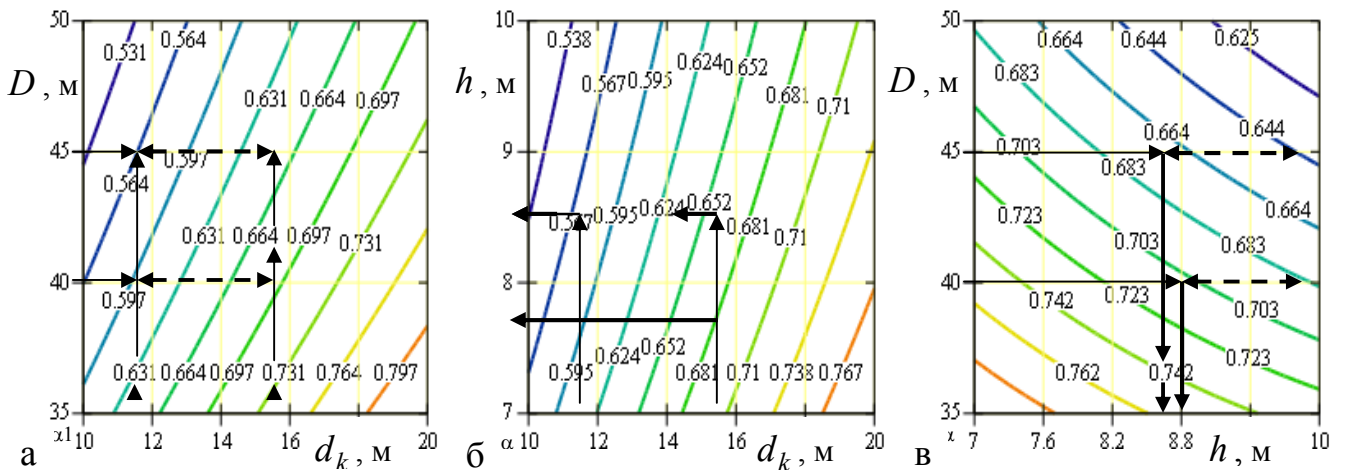


Рис. 7. Залежності зміни кута α (рад.) встановлення викопуючого диска:

а – $\alpha \geq f(d_k, D)$; б – $\alpha \geq f(d_k, h)$; в – $\alpha \geq f(h, D)$

розроблені методики проведення, обробки і аналізу результатів експериментів.

Програма експериментальних досліджень передбачала одержання рівнянь регресії, які визначають, залежно від швидкості руху копача V_k та частоти обертання

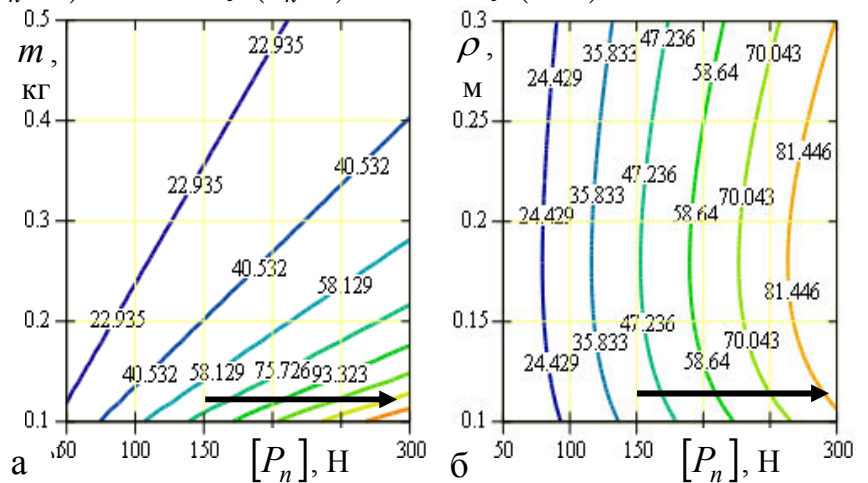


Рис. 8. Залежність зміни:

а – $\omega_{o.n}^{kp} = f([P_n], m)$; б – $\omega_{o.k}^{kp} = f([P_n], \rho)$

n_o очисного вала, зміну загальної секундної подачі домішок вороху і складових компонента домішок, функціональну зміну коефіцієнтів, які регламентують ступінь зменшення секундних подач компонента домішок, втрат, пошкодження і залишків гички комбінованим копачем відносно базового диска, а також проведення порівняльних випробувань удосконаленого та базового серійного копача в умовах господарства.

Для реалізації проведення експериментальних досліджень здійснили

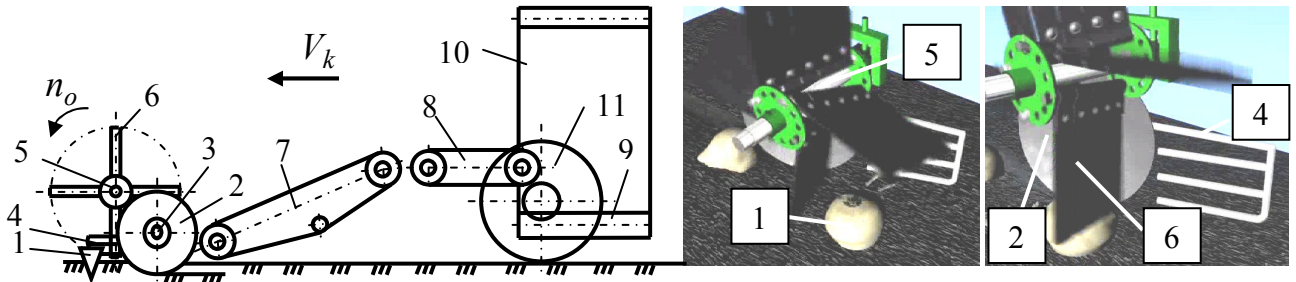


Рис. 9. Схема лабораторно-польової установки: 1 – коренеплід; 2 – диск; 3 – вісь; 4 – корененапрямник; 5 – приводний вал; 6 – очисні лопаті; 7, 8, 9, 10 – поздовжній похилий, горизонтальний, поперечний, вивантажувальний транспортери; 11 – колесо

комп'ютерне імітаційне моделювання процесу викопування коренеплодів, при цьому було використано лабораторно-польову установку, рис. 9.

Для одержання регресійних залежностей, які характеризують параметри оптимізації, було реалізовано двофакторний експеримент типу ПФЕ 3^2 . Для проведення експериментальних досліджень використано стандартні методики, а також розроблені часткові методики проведення порівняльних лабораторно-польових досліджень.

Секундну подачу загальних домішок $Q_{1(2)}^{ke}$ і секундну подачу складових компонента домішок $Q_{1(2)\rho}^{ke}$, $Q_{1(2)n}^{ke}$, $Q_{1(2)v}^{ke}$ і $Q_{1(2)z}^{ke}$ визначали за формулою:

$$Q_1^{ke} = M_1^{ke} V_k / L; \quad Q_2^{ke} = M_2^{ke} V_k / L; \quad Q_{1_i}^{ke} = M_{1_i}^{ke} V_k / L; \quad Q_{2_i}^{ke} = M_{2_i}^{ke} V_k / L, \quad (20)$$

де Q_1^{ke} , M_1^{ke} , Q_2^{ke} , M_2^{ke} – секундна подача та маса загальних домішок базового і комбінованого копача, кг/с, (кг); $Q_{1_i}^{ke}$, $M_{1_i}^{ke}$, $Q_{2_i}^{ke}$, $M_{2_i}^{ke}$ – секундна подача та маса складових компонента домішок, кг/с, (кг); $L = 10$ м – довжина залікової ділянки.

Загальний коефіцієнт k і коефіцієнти k_ρ , k_n ,

k_v , k_z визначали:

$$k = M_2^{ke} / M_1^{ke}; \quad k_\rho = M_{2\rho}^{ke} / M_{1\rho}^{ke}; \quad k_n = M_{2n}^{ke} / M_{1n}^{ke}; \\ k_v = M_{2v}^{ke} / M_{1v}^{ke}; \quad k_z = M_{2z}^{ke} / M_{1z}^{ke}. \quad (21)$$

За результатами розрахунків, які проводили за допомогою пакета статистичних програм обробки та аналізу результатів експериментальних досліджень для ПК „Statistica 7.0”, будували залежності поверхонь та двомірний переріз поверхонь відгуку параметрів оптимізації. Залежності параметрів

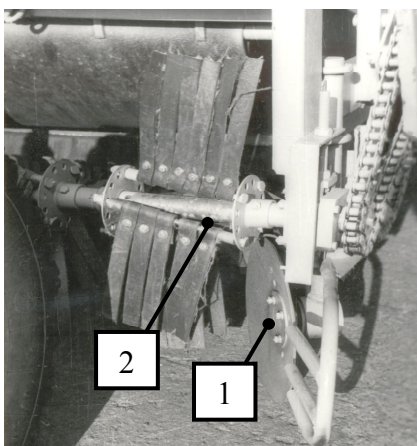


Рис. 10. Загальний вигляд копача: 1 – диск; 2 – вал

оптимізації від зміни одного вхідного фактора при постійному значенні другого фактора будували за допомогою пакета прикладної програми для ПК “Mathcad 2000”.

У четвертому розділі наведено результати лабораторно-польових і порівняльних експериментальних досліджень з прийнятою програмою.

Лабораторно-польові дослідження комбінованого копача (рис. 10) у складі експериментальної установки (рис. 11) провели згідно з рандомізованою план-матрицею. Було одержано рівняння регресії $Q_2^{ke} [(Q_{2\rho}^{ke}); (Q_{2n}^{ke}); (Q_{2v}^{ke}); (Q_{2z}^{ke})] = f(V_k, n_o)$ як функції полінома другого степеня у межах зміни факторів $1,4 \leq V_k \leq 1,8$ м/с і $450 \leq n_o \leq 750$ об/хв.:

$$\begin{cases} Q_2^{ke} = -19,36 + 17,17V_k + 0,03n_o - 0,003V_k n_o - 1,67V_k^2 - 2,07 \cdot 10^{-5} n_o^2; \\ Q_{2\rho}^{ke} = -28,05 + 24,37V_k + 0,04n_o - 0,004V_k n_o - 4,0V_k^2 - 2,67 \cdot 10^{-5} n_o^2; \\ Q_{2n}^{ke} = 7,93 - 6,79V_k - 0,008n_o + 0,002V_k n_o + 2,04V_k^2 + 3,63 \cdot 10^{-6} n_o^2; \\ Q_{2v}^{ke} = 0,71 - 0,63V_k + 0,0007n_o + 8,33 \cdot 10^{-5} V_k n_o + 0,21V_k^2; \\ Q_{2z}^{ke} = 0,43 - 0,21V_k - 0,0008n_o + 0,0005V_k n_o + 0,008V_k^2. \end{cases} \quad (22)$$

Провівши оптимізаційний розрахунок рівняння регресії (22) за допомогою методу двомірних перерізів, які характеризують ступінь надходження Q_2^{ke} і складових компонента домішок Q_{2n}^{ke} , Q_{2v}^{ke} , Q_{2z}^{ke} (рис. 12), встановили, що для таких умов протікання процесу і при значенні $V_k = 1,4; 1,6$ й $1,8$ м/с та $n_o \cong 600$ об/хв секундна подача загальних домішок приймає максимальне значення. Критерій оптимізації, розрахований за допомогою рівняння регресії, становить $Q_2^{ke} \leq 9,5; 11,3$ і $13,5$ кг/с, а різниця теоретичного значення Q_2^k , побудованої згідно з (11), та експериментального значення Q_2^{ke} знаходиться в межах 7,0...15,0 (%). Інші критерії оптимізації за таких же умов складають: $Q_{2\rho}^{ke} \leq 9,4; 11,2$ і $12,9$ кг/с, $Q_{2n}^{ke} \leq 0,56$ кг/с, $0,01 \leq Q_{2v}^{ke} \leq 0,05$ кг/с, $Q_{2z}^{ke} \leq 0,0016; 0,025$ і $0,055$ кг/с, а різниця теоретичних і експериментальних значень, відповідно, становить 7,0...15,0 %; 3,0...12,0 %; 8,0...25,0 %; 8,0...20,0 (%), що обґрунтовується доволі відмінними значеннями показників умов проведення експериментів і початкових теоретичних умов.



Рис. 11. Загальний вигляд машини

Для визначення ефективності процесу провели порівняльні польові дослідження комбінованого і базового копача, встановленого на КМ МКК-6,

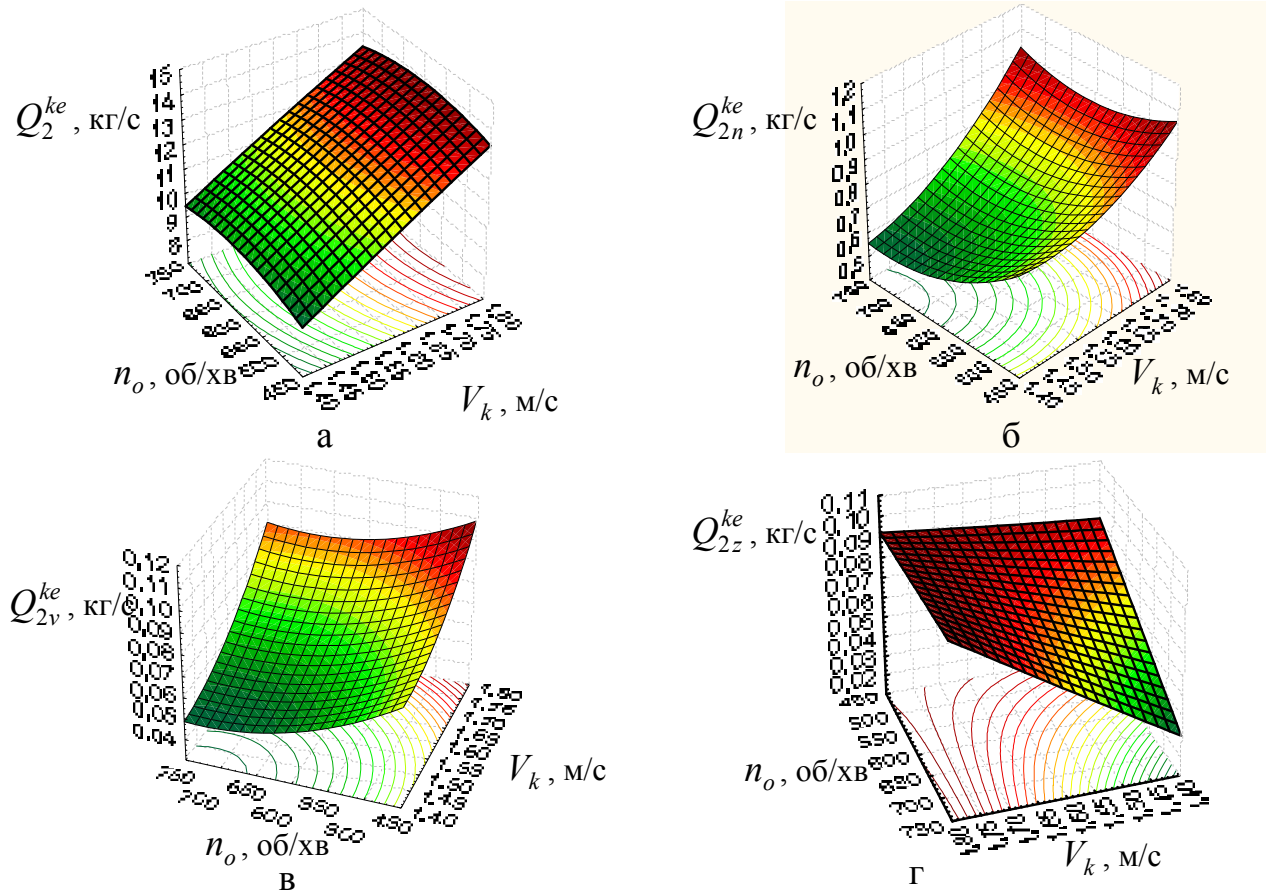


Рис. 12. Поверхня відгуку та її двомірний переріз залежності:

$$a, б, в, г - Q_2^{ke} = Q_{2n}^{ke} = Q_{2v}^{ke} = Q_{2z}^{ke} = f(V_k, n_o)$$

шляхом проведення однофакторних експериментів і багатофакторного експерименту типу ПФЕ 3². Горизонтальний вал 2 (рис. 10) у випадку проведення однофакторних експериментів демонтували з рами.

Було одержано рівняння регресії, які характеризують залежність коефіцієнтів технологічної ефективності k , k_ρ , k_n , k_v і k_z , що враховують ступінь зниження секундної подачі домішок вороху, від зміни V_k та n_o :

$$\begin{cases} k = 4,01 - 4,4V_k - 0,0003n_o + 8,33 \cdot 10^{-5}V_k n_o + 1,5V_k^2; \\ k_\rho = 3,85 - 4,38V_k + 0,0002n_o - 0,0002V_k n_o + 1,54V_k^2 - 1,48 \cdot 10^{-7}n_o^2; \\ k_n = 4,19 - 3,93V_k - 0,004n_o + 0,001V_k n_o + 1,38V_k^2 + 1,33 \cdot 10^{-6}n_o^2; \\ k_v = 5,38 - 2,96V_k - 0,01n_o + 0,001V_k n_o + 0,96V_k^2 + 5,04 \cdot 10^{-6}n_o^2; \\ k_z = 3,3 - 0,24V_k - 0,009n_o + 0,004V_k n_o - 0,54V_k^2 + 2,15 \cdot 10^{-6}n_o^2. \end{cases} \quad (23)$$

Було встановлено, що загальний коефіцієнт домішок k змінюється від 0,66 до 0,87 у межах зміни діючих факторів, тобто загальна секундна подача домішок Q_2 зменшується від 52 % до 16 %, або у 1,5 рази порівняно з секундною подачею Q_1 базового копача (рис.13). Мінімальні значення коефіцієнтів $k = 0,65$; $k_n = 0,45$; $k_z = 0,05$, які відповідають максимальній ефективності роботи комбінованого копача, досягаються при швидкості копача $V_k = 1,5$ м/с та частоті обертання вала $n_o = 750$ об/хв, при цьому секундна подача налиплого ґрунту Q_{2n} зменшується в 1,35 раза, вільних рослинних домішок Q_{2v} – у 1,6, а залишків гички на головках коренеплодів Q_{2z} – у 7 раз.

Під час дослідження закономірностей зміни втрат, пошкоджень і залишків гички на головках кормових буряків провели порівняльні випробування процесу викопування коренеплодів комбінованим копачем на основі побудови план-матриці та реалізації двофакторного експерименту типу ПФЕ 3^2 і проведення однофакторних експериментів копача серійної КМ МКК-6. Було одержано рівняння регресії зміни показників якості роботи: втрат

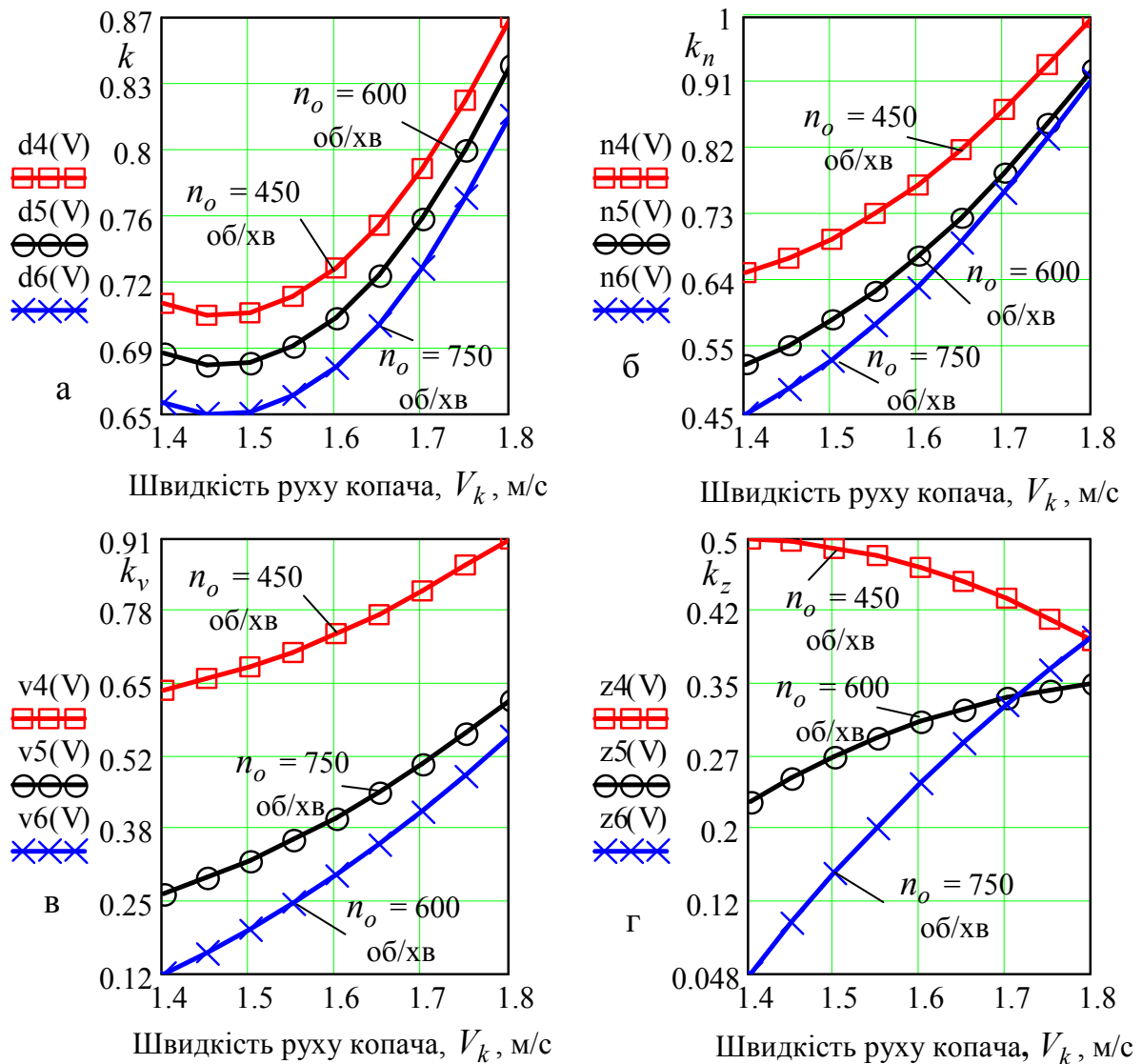


Рис. 13. Залежність зміни коефіцієнтів k , k_n , k_v , k_z від V_k

коренеплодів W_k , %; пошкоджень коренеплодів, P_k , %; залишків гички на головках коренеплодів, Z_g , %

$$W_k = -0,26 - 0,67V_m - 0,002V_m n_o + 0,89V_m^2 - 1,2 \cdot 10^{-6} n_o^2; \quad (24)$$

$$P_k = -1,44 - 13,82V_m + 0,06n_o - 0,002V_m n_o + 4,58V_m^2 - 4,8 \cdot 10^{-5} n_o^2; \quad (25)$$

$$Z_g = -5,9 + 12,75V_m - 0,01n_o + 0,02V_m n_o - 6,25V_m^2 - 1,3 \cdot 10^{-5} n_o^2. \quad (26)$$

Встановлено, що за показниками пошкодження коренеплодів досліджувальні машини рівноцінні: пошкодження коренеплодів удосконаленої та серійної машин становлять 8,5 %, у т.ч. сильнопошкоджених коренеплодів – 3,5 %. Втрати коренеплодів внаслідок роботи серійної машини становлять 1,3 %, а в удосконаленої – 1,0 %, тобто зменшуються у 1,3 раза, причому зменшення втрат відбувається за показником коренеплодів, присипаних ґрунтом (0,5 проти 0,7 %), і втрат викопаних коренеплодів на поверхні ґрунту (0,2 проти 0,3 %).

Крім того, загальна кількість домішок у воросі зібраних коренеплодів під час роботи серійної машини становить 8,6 %, тоді як цей показник в удосконаленої машини становить 4,4 %, тобто зменшується приблизно в 2 рази, що є суттєвим внеском у плані подальшого удосконалення технологічного процесу збирання кормових буряків. Кількість вільного ґрунту у воросі при роботі удосконаленої машини зменшується з 2,9 % до 1,3 %, тобто в 2,2 раза, а кількість налиплого ґрунту становить 0,5 %, тоді як у базової машини – 1,7 %, тобто зменшується в 3,4 раза. Кількість залишків гички зменшується у 7 разів.

Таким чином, виходячи з аналізу порівняльних польових випробувань удосконаленої та серійної машин, можна констатувати, що застосування розробленого комбінованого копача на серійній КМ дозволяє значно підвищити агротехнічні показники процесу збирання.

У п'ятому розділі наведено перспективні напрямки удосконалення викопуючих робочих органів коренеплодів та визначено економічну ефективність використання копача. Розрахований економічний ефект, який досягається за рахунок зменшення секундних подач домішок вороху коренеплодів, складає 88,1 грн на 1 га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. У дисертаційній роботі вперше вирішено наукову задачу підвищення показників якості викопування кормових буряків шляхом розробки і обґрунтування параметрів комбінованого однодискового копача.

Удосконалено технологічний процес механізованого викопування кормових буряків шляхом підвищення показників якості їх викопування.

Досягнуто підвищення якості роботи копачів інтенсифікацією динамічної дії на компоненти вороху активних лопатей горизонтального вала комбінованого копача із його обґрунтованими раціональними параметрами.

2. Вперше розроблено ефективні детерміновані математичні моделі, які характеризують взаємозв'язок зміни надходження секундної подачі домішок вороху коренеплодів залежно від параметрів комбінованого копача,

характеристик кормових буряків і умов роботи копача, при цьому загальна секундна подача домішок змінюється у межах 10,3...15,1 і 8,9...11,9 кг/с для коренеплодів конусної та циліндричної форми при швидкості руху копача 1,8 м/с, діаметрі сферичного диска 0,45 м і значенні загального коефіцієнта домішок 0,6...0,8.

3. Вперше теоретично обґрунтовано технологічність роботи комбінованого копача, яка регламентована коефіцієнтом, що характеризує ступінь зниження секундної подачі домішок вороху залежно від зміни параметрів диска, характеристик кормових буряків і умов роботи копача. Встановлено, що секундна подача вільного та налиплого ґрунтів змінюється у межах 9,7...12,2 і 0,49...0,86 кг/с для коренеплодів конусної форми та у межах 7,5...9,8 і 1,17...1,98 кг/с для коренеплодів циліндричної форми, а секундна подача вільних рослинних домішок і залишків гички на головках коренеплодів – у межах 0,07...0,1 і 0,04...0,06 кг/с.

4. Розроблено математичні моделі процесу взаємодії лопаті з головкою коренеплоду, які характеризують умову невибивання та непошкодження коренеплодів. При цьому встановлено, що горизонтальна сила контакту лопаті з головкою коренеплоду змінюється в межах 180...500 і 120...350 Н для лопаті, виконаної у формі прямокутного паралелепіпеда та прямого круглого циліндра, а питомий тиск лопаті на тіло коренеплоду знаходиться у діапазоні 130...260 та 65...130 Н/м² залежно від зміни кутової швидкості обертання вала.

5. Встановлено кут атаки α сферичного диска, що знаходиться у межах $32^{\circ} \leq \alpha \leq 37^{\circ}$ для діаметра диска $D = 0,45$ м з умови забезпечення повноти викопування та усунення втрат коренеплодів. Визначена допустима кутова швидкість обертання лопаті з умови невибивання та непошкодження коренеплодів, яка знаходиться у діапазоні $\omega_{o.n}^{kp} \leq 60...65$ рад/с для радіуса описаного кола очисної лопаті $\rho \leq 0,25$ м, маси лопаті $0,22 \leq m \leq 0,25$ кг, діаметра коренеплодів $d_k = 0,13...0,17$ м і висоти розташування головок коренеплодів над рівнем поверхні ґрунту в межах 0,06...0,08 м.

6. На підставі експериментальних досліджень встановлено, що зі збільшенням V_k загальна секундна подача домішок і домішок вільного ґрунту монотонно зростає від 8,76 і 8,25 до 13,5 і 12,9 кг/с та досягає максимального значення при $n_o = 600$ об/хв. Різниця теоретичної та експериментальної секундної подачі домішок знаходиться в межах 7,0...15,0 %, а в межах зміни частоти обертання очисного вала $n = 525...650$ об/хв і $V_k = 1,4$ м/с точки залежностей практично співпадають.

7. Доведено, що домінуючими факторами, які регламентують зміну секундної подачі залишків гички на головках коренеплодів, є швидкість руху копача та частота обертання очисного вала, при цьому, у межах зміни факторів, секундна подача залишків гички на головках коренеплодів становить 0,007...0,09 кг/с, а різниця теоретичних і експериментальних значень знаходиться в межах 8,0...20,0 %. Дані значення обґрунтовуються фактичною зміною характеристичних значень розглядуваної культури.

8. Встановлено, що при швидкості руху машини $V_k = 1,5 \dots 1,8$ м/с, яка відповідає агротехнічним вимогам, середнє значення загального коефіцієнта k знаходиться в межах $0,6 \dots 0,8$, а складових коефіцієнтів компонента домішок k_ρ , k_n , k_v і k_z – в межах $0,6 \dots 0,8$; $0,3 \dots 0,5$; $0,3 \dots 0,6$ і $0,3 \dots 0,4$ при $n_o = 600$ об/хв, при цьому загальна маса домішок зменшується у середньому в 1,3 раза, а маси складових компонента домішок – у 1,2; 1,5; 2,4 і 2,8 раза.

9. На підставі проведення експериментальних досліджень в реальних умовах експлуатації агрегата, одержано рівняння регресії, які характеризують залежності втрат, пошкодження та залишків гички на головках кормових буряків, при цьому встановлено, що показники якості знаходяться у межах агротехнічних вимог при $600 \leq n_o \leq 660$ об/хв та $1,6 \leq V_m \leq 1,8$ м/с і становлять у середньому 1,1; 6,3; 1,9 (%).

10. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень рекомендовані такі раціональні параметри комбінованого копача: діаметр диска $D = 0,45$ м; кут атаки диска $\alpha = 30^0$; глибина ходу диска $h = 0,07 \dots 0,09$ м; частота обертання вала $n_o = 600 \dots 660$ об/хв. Порівняльні польові дослідження показали, що розроблений копач забезпечує зниження загальної кількості домішок у 2 рази, в тому числі вільного ґрунту в 2,2 раза, налиплого ґрунту у 3,4 раза, залишків гички у 7 разів.

Загальний економічний ефект за 1 рік експлуатації машини становить 31713,83 грн, або 88,1 грн на 1 га.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Гурченко О.П. Теоретичні дослідження лопатевого очисника головок коренеплодів від гички / О.П. Гурченко, В.М. Барановський, Г.А. Герасимчук // Наукові нотатки. – Луцьк: ЛДТУ, 2001. – Вип. 9. – С. 120–128.

2. Герасимчук Г.А. Імітаційне моделювання процесу взаємодії біла очисника з головкою коренеплоду / Г.А. Герасимчук, В.М. Барановський, О.О. Герасимчук // Наукові нотатки. – Луцьк, 2008. – Вип. 22. – Ч. 1. – С. 67–72.

3. Герасимчук Г.А. Результати експериментальних досліджень викопування кормових буряків / Г.А. Герасимчук, В.М. Барановський // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К.: НАУ, 2008. – Вип. 130. – С. 365–370.

4. Герасимчук Г.А. Аналіз конструктивно-технологічних аспектів робочих органів для викопування кормових буряків / Г.А. Герасимчук, В.М. Барановський, В.М. Шейко // Наукові нотатки. – Луцьк: ЛНТУ, 2009. – Вип. 24. – С. 64–77.

5. Герасимчук Г.А. Викопування вороху коренеплодів комбінованим робочим органом / Г.А. Герасимчук, В.М. Барановський // Сільськогосподарські машини. – Луцьк: ЛНТУ, 2009. – Вип. 18. – С. 40–50.

6. Герасимчук Г.А. Критерії оцінки технологічної ефективності процесу викопування коренеплодів / Г.А. Герасимчук, В.М. Барановський // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження.

– Львів: ЛНАУ, 2009. – № 14. – С. 163–168.

7. Барановский В.Н. Адаптированный комбинированный копач корнеплодов / В.Н. Барановский, Г.А. Герасимчук // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: мат. межд. науч.-техн. конф., Минск, 23-24 октября 2009 г. В 2 ч. Ч. 2 / М.А. Прищепов [и др.]; под ред. М.А. Прищепова. – Минск: БГАТУ, 2009. – С. 90–94.

8. Герасимчук Г. Дослідження секундних подач домішок вороху коренеплодів комбінованим однодисковим копачем / Галина Герасимчук, Віктор Барановський, Іван Кравченко // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – № 5. – Вінниця: ВНАУ, 2010. – С. 37–43.

9. Герасимчук Г.А. Результати польових випробувань комбінованого однодискового копача / Г.А. Герасимчук, В.М. Барановський // Наукові нотатки. – Луцьк : ЛНТУ, 2010. – Вип. 29. – С. 48–53.

10. Барановський В. Аналіз технологічного процесу видалення залишків гички комбінованим викопуючим робочим органом / Віктор Барановський, Микола Підгурський, Галина Герасимчук // Науковий журнал. Вісник Тернопільського національного технічного університету. – Т. 15, № 4. – Тернопіль: ТНТУ, 2010. – С. 55–62.

11. Шейко В.М. Розробка експериментальної лабораторно-польової установки / В.М. Шейко, Г.А. Герасимчук, В.М. Барановський // Сільськогосподарські машини. – Луцьк: ЛНТУ, 2010. – Вип. 20. – С. 119–123.

12. Пат. 19526 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 25/04. Пристрій для викопування коренеплодів / В.М. Барановський, М.Р. Паньків, Г.А. Герасимчук, С.А. Маранда; заявник і власник Національний аграрний університет. – № u 2006 07381; заявл. 03.07.2006; опубл. 15.12.2006, Бюл. № 12.

13. Пат. 44747 Україна, МПК⁷ А 01 D 25/04. Пристрій для викопування коренеплодів / М.Р. Паньків, В.М. Барановський, Г.А. Герасимчук, В.Ю. Рамш; заявник і власник Тернопільський державний технічний університет ім. Івана Пулюя. – № u 2009 05065; заявл. 22.05.2009; опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19.

АНОТАЦІЇ

Герасимчук Г.А. Обґрунтування параметрів комбінованого однодискового копача кормових буряків. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини та засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, 2011.

Дисертація присвячена вирішенню наукової задачі підвищення показників якості збирання кормових буряків шляхом обґрунтування параметрів комбінованого копача, виконаного у вигляді сферичного диска, встановленого під кутом атаки до напрямку його руху, у робочій зоні якого і над ним змонтовано горизонтальний вал з очисними лопатями, які закріплено на осях, повернутих відносно осі вала на деякий кут. На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтовано раціональні параметри копача. Результати досліджень використовуються проектно-

конструкторськими організаціями в процесі розробки КМ.

Ключові слова: коренеплоди, викопування, сферичний диск, очисна лопать, секундна подача вороху, коефіцієнт технологічної ефективності, кутова швидкість, показники якості роботи.

Герасимчук Г.А. Обоснование параметров комбинированного однодискового копателя кормовой свеклы. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. – Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, Тернополь, 2011.

В диссертации на основании совокупности обобщенных результатов решена актуальная научная задача, которая состоит в повышении показателей качества работы выкапывающих рабочих органов кормовой свеклы путем обоснования параметров работы комбинированного однодискового копателя.

В первом разделе проведен анализ литературных источников. В частности, рассмотрены классификация выкапывающих рабочих органов и очистителей головок корнеплодов кормовой свеклы, их конструкции, основные технологии сбора кормовой свеклы, а также обоснован выбор рабочего органа для проведения исследований.

Во втором разделе теоретически исследовано секундные подачи примесей вороха корнеплодов и коэффициенты технологической эффективности работы копателя в зависимости от параметров копателя, характеристик корнеплодов и условий работы корнеуборочной машины. На основании анализа процесса взаимодействия очистительной лопаты горизонтального вала с головкой корнеплодов получены математические модели, характеризующие условия невываливания корнеплодов с почвы та их неповреждения, определена критическая угловая скорость вращения лопаты.

В третьем разделе представлено программу экспериментальных исследований, приведено перечень оборудования, приборов, разработанных опытных установок и методики проведения исследований.

С учетом программы экспериментальных исследований изготовлена экспериментальная лабораторно-полевая установка комбинированного копателя кормовых корнеплодов.

В четвертом разделе приведены результаты экспериментальных исследований. Установлено влияние конструктивно-кинематических параметров копателя на секундные подачи примесей вороха и основные показатели качества работы – потери, повреждения корнеплодов, остатки ботвы на головках корнеплодов.

В пятом разделе определены перспективные направления усовершенствования конструкций рабочих органов копателей и основные показатели экономической эффективности использования копателя. Конструктивная новизна разработок защищена двумя патентами Украины на изобретения.

Ключевые слова: корнеплоды, выкапывание, сферический диск, очистительная лопать, секундная подача вороха, коэффициент технологической эффективности, угловая скорость, показатели качества работы.

Galina Gerasimchuk. Justification of parameters of combined single-disk digger of fodder beet. - Manuscript.

Thesis for Ph.D. degree in the specialty 05.05.11 – machinery and facilities of mechanization of agricultural production. – Ternopil State Technical University, Ternopil, 2011.

Dissertation is devoted to the scientific problem of improving indexes of quality of gathering fodder beet by grounding parameters of combined digger, designed as a spherical disc which is set due to an angle of attack to the direction of its movement in the working area of which it is mounted a horizontal shaft with scrubbing blades that are fixed on turned on defined angle axis according to axis of a shaft. It was grounded rational parameters of a digger on the basis of theoretical and experimental studies. Research results are used by design organizations in the development of RDM.

Key words: roots, digging, spherical disk, clearing blade, seconds (angles) feeding of a pile, a coefficient of technological efficiency, angular speed, indexes of quality of work.

Підписано до друку 04.11.2010 р.

Формат 60×84/16. Папір друк.

Ум. друк. арк. 0,75. Тираж 120 прим. Зам. 29.

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі
Луцького національного технічного університету,
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75.