

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ДУБЧАК НАТАЛІЯ АНДРІЇВНА

УДК 631.361

**ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ
ОЧИСНИКА ВОРОХУ 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 відокремленому підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут» Кабінету Міністрів України.

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, доцент
Онищенко Володимир Борисович,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
доцент кафедри автотракторного, сільсько- та лісогосподарського машинобудування ННТІ НУБіПУ

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Підгурський Микола Іванович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
завідувач кафедри технологій і обладнання зварювального виробництва ТНТУ ім. І. Пулюя

кандидат технічних наук, доцент
Пришляк Віктор Миколайович,
Вінницький національний аграрний університет,
виконувач обов'язків завідувача кафедри сільськогосподарських машин ВНАУ

Захист відбудеться “ ____ ” _____ 2011 року о “ ____ ” годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 58.052.02 в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, аудиторія 79.

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

Автореферат розіслано “ ____ ” _____ 2011 р.

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

П.В. Попович

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сталий розвиток агропромислового комплексу України неможливий без розроблення нових прогресивних підходів до створення ефективних технічних засобів збирання сільськогосподарських культур.

Основним фактором занепаду показників галузі тваринництва в Україні є значне зниження виробництва та зменшення обсягів вживання кормових буряків, які є цінною кормовою культурою.

Існуючі принципово-функціональні схеми транспортно-технологічних систем коренезбиральних машин (ТТС КМ) не повною мірою відповідають сучасним вимогам щодо показників якості очищення коренеплодів від рослинних і ґрунтових домішок у зв'язку з існуючими недоліками.

Одним із резервів підвищення показників якості роботи КМ є поліпшення технологічного процесу очищення вороху коренеплодів шляхом інтенсифікації процесу відокремлення ґрунту та рослинних домішок від коренеплодів із застосуванням комбінованої очисної системи (КОС).

У зв'язку з цим розроблення нових технологічних процесів і робочих органів для очищення вороху коренеплодів від домішок і дослідження впливу конструктивно-кінематичних параметрів очисників з метою підвищення показників якості роботи КМ є актуальним народногосподарським завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Розроблення конструктивної схеми КОС та обґрунтування раціональних конструктивно-кінематичних параметрів очисних робочих органів (ОРО) були проведені відповідно до наукової тематики ВП НАУ “Бережанський агротехнічний інститут”. Робота є складовою частиною вирішення важливої науково-технічної проблеми з розроблення й впровадження машин для збирання коренеплодів у рамках цільової комплексної державної науково-технічної програми “Новітні технології та ресурсозберігаючі технології в промисловості, енергетиці та агропромислового комплексу” на 2006-2010 рр., затвердженої Міністерством освіти і науки України. Дослідження також виконувалися згідно з держбюджетною угодою з Міністерством АПК України за темою “Комплексна механізація виробничих процесів в АПК”, № держреєстрації 0108U008826.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є підвищення показників якості роботи КМ шляхом розроблення конструкції та вибору раціональних параметрів КОС. Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- на основі проведеного аналізу технологічних процесів збирання кормових буряків, конструктивно-компонувальних схем КМ і ОРО розробити конструктивно-технологічну схему КОС;

- уточнити залежність, яка характеризує зміну маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів після викопування залежно від їх розмірно-масових параметрів;

- розробити математичну модель обґрунтування параметрів процесу очищення вороху коренеплодів від домішок на основі кінематичного аналізу взаємодії коренеплодів з робочими поверхнями КОС;

- провести теоретичні дослідження взаємозв'язку коефіцієнта

технологічної взаємодії коренеплодів із робочими поверхнями шнека залежно від основних параметрів процесу;

- експериментально визначити відповідність і адекватність числової реалізації розроблених математичних моделей;

- провести порівняльні дослідження показників якості роботи КМ з КОС і базової машини та визначити економічну ефективність її застосування.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес сепарації коренеплодів КОС, ворох коренеплодів кормових буряків.

Предмет дослідження. Маса налиплого ґрунту, конструктивно-кінематичні параметри та показники якості роботи КОС.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження базувалися на механіко-математичному моделюванні технологічного процесу сепарації з використанням основних положень вищої математики, теоретичної механіки, теорії машин і механізмів та математичної статистики. Експериментальні дослідження проводилися у лабораторно-польових умовах з використанням експериментальних установок та модернізованої КМ згідно методики математичного планування і проведення багатофакторних експериментів. Теоретичні розрахунки, статистична обробка експериментальних даних проводилися з використанням прикладних програм для ПК.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі проведеного комплексу досліджень обґрунтовано технологічний процес сепарації вороху кормових буряків і основні конструктивно-кінематичні параметри КОС шляхом аналізу співудару коренеплодів з робочими поверхнями шнека. На цій підставі вперше одержано:

- математичну модель, яка характеризує процес зміни сумарної швидкості співудару коренеплодів з витком шнека залежно від основних параметрів КОС;

- математичну модель, яка характеризує процес зміни коефіцієнта технологічної взаємодії коренеплодів залежно від основних параметрів КОС.

Уточнено залежність зміни маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла викопаних коренеплодів від їх розмірно-масових параметрів з урахуванням поправочного коефіцієнта.

Уперше одержано емпіричні рівняння регресії, які характеризують:

- залежність зміни поправочного коефіцієнта та маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів від їх параметрів;

- залежність зміни сумарної швидкості співудару коренеплодів з витком шнека та коефіцієнта технологічної взаємодії коренеплодів від діаметра та частоти обертання шнека;

- залежність глибини пошкодження тіла коренеплодів від маси коренеплодів, діаметра та частоти обертання шнека.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано та експериментально обґрунтовано удосконалену конструкцію КОС та визначено її основні раціональні конструктивно-кінематичні параметри. Розроблено і виготовлено дослідний зразок КОС КМ. Запропоновано рекомендації для вибору раціональних параметрів і застосування КОС. Результати агротехнічної оцінки модернізованої КМ підтвердили ефективність роботи КОС порівняно з

базовою машиною. Результати теоретичних досліджень передані в СКБ ВАТ «ТеКЗ» для вдосконалення бункерного комбайна КБ-10. Остаточні результати теоретичних і експериментальних досліджень прийняті ВАТ «БОРЕКС» для розроблення нових і вдосконалення існуючих КМ та ВАТ «Ковельсьільмаш» для розроблення і проектування нової 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, постановка завдань, аналіз і трактування одержаних результатів досліджень виконано спільно з науковим керівником. У технічних рішеннях частка всіх співавторів однакова. Безпосередня участь здобувача: запропоновано конструктивно-технологічну схему КОС з використанням очисних пружних елементів [1, 2, 7, 10, 11]; уточнено залежність зміни маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла викопаних коренеплодів від їх параметрів з врахуванням поправочного коефіцієнта [4]; одержано математичну модель, яка характеризує процес зміни сумарної швидкості співудару коренеплодів з витком шнека та коефіцієнта технологічної взаємодії коренеплодів залежно від параметрів КОС [3, 5, 6]; отримано регресійні залежності зміни: поправочного коефіцієнта та маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів від їх параметрів [9]; сумарної швидкості співудару коренеплодів з витком шнека та коефіцієнта технологічної взаємодії коренеплодів від частоти обертання та діаметра шнека [3, 7]; глибини пошкодження тіла коренеплодів від маси коренеплодів, частоти обертання та діаметра шнека [8].

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати досліджень доповідалися і отримали позитивну оцінку на ІХ студ. наук.-техн. конф. ТДТУ ім. І. Пулюя, дванадцятій наук. конф. ТДТУ ім. І. Пулюя (м. Тернопіль, ТДТУ ім. І. Пулюя, 2006 р., 2008 р.); на І-ій, ІІ-ій міжн. наук.-практ. конф. “Інноваційні технології в АПК та лісовому комплексі” (м. Луцьк, ЛДТУ, 2007 р., ЛНТУ, 2009 р.); на регіон. наук.-практ. конф. “Науковий супровід сталого розвитку сільських територій” (м. Бережани, БАТІ, 2007 р.); на 11-ій міжн. наук.-практ. конф. “Сучасні проблеми землеробської механіки”, (м. Львів, ЛНАУ, 2008 р.); на міжн. наук.-техн. конф. до 110-річчя НАУ “Проблеми створення машин сільського та лісового комплексів” (м. Київ, НАУ, 2008 р.); на 7-ій міжн. наук.-практ. конф. “Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації с/г техніки”, (м. Кіровоград, КНТУ, 2009 р.); на першій наук.-техн. конф. ф-ту перероб. і харч. виробн. (м. Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011 р.), на наукових конф. проф.-викл. складу БАТІ (м. Бережани, 2006-20011 рр.), ННТІ НАУ (НУБіПУ) (м. Київ, 2008-2010 рр.).

Публікації. Основні результати досліджень за темою дисертації опубліковано в 11 наукових працях, із них 9 – у фахових виданнях ВАК України та отримано 2 патенти України на винаходи.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, 5 розділів, загальних висновків і пропозицій, списку використаної літератури зі 164 найменувань та 32 додатків. Основна частина виконана на 150 сторінках, містить 60 рисунків і 7 таблиць. Загальний обсяг роботи складає 215 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 очисників вороху коренеплодів кормових буряків, а також обґрунтовано вибір робочого органу для проведення досліджень.

Дослідженню технологічних процесів і робочих органів для очищення вороху коренеплодів присвячені праці відомих вчених Булгакова В.М., Василенка П.М., Гевка Б.М., Гевка Р.Б., Данильченка М.Г., Підгурського М.І., Погорілого Л.В., Рогатинського Р.М., Савича П.В., Хайліса Г.А., Хелемендика М.М., Шабельника Б.П., науковців Аванесова Ю.Б., Барановського В.М., Виговського А.Ю., Влас Н.Є., Брея В.В., Гандзюка М.О., Гурченка О.П., Завгороднього А.Ф., Паньків М.Р., Полупанова В.М., Пришляка В.М. та ін.

Проведений аналіз роботи відомих конструкцій ОРО і КОС показав, що наявні недоліки роботи кожного типу ОРО та їх сукупність (пошкодження та втрати коренеплодів, незадовільне відокремлення домішок від коренеплодів і особливо налиплого ґрунту на їх поверхні у важких умовах збирання, конструктивна складність, динамічні навантаження на опори валів тощо) значно обмежують їх застосування для очищення вороху коренеплодів. Найбільш перспективним напрямком є використання КОС, які забезпечать одночасне відокремлення від коренеплодів вільного та налиплого ґрунту, рослинних решток не тільки в оптимальних умовах збирання кормових буряків, але й в екстремальних – на важких ґрунтах і підвищеній вологості ґрунту при мінімальних пошкодженнях коренеплодів.

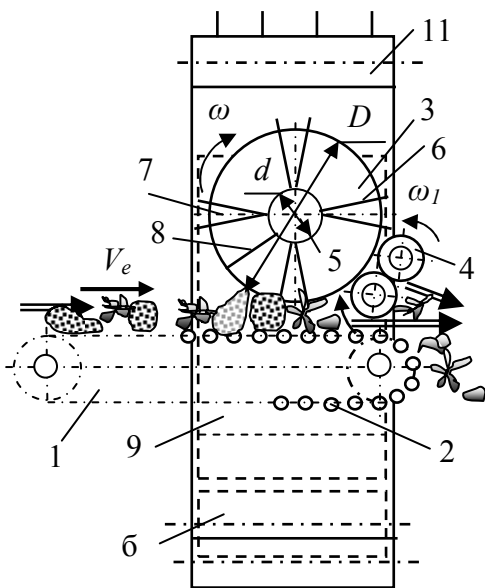


Рис. 1. Конструктивна схема КОС

Тому в основу роботи покладено дослідження потенційних можливостей і обґрунтування раціональних параметрів КОС (рис. 1), яка являє собою поєднання, встановленого над прутками 2 транспортера 1 шнека 3, між витками 8 та на трубі 5 якого змонтовано очисні елементи 6, які утворюють пучки ворсу 7. За шнеком розташована пара приводних вальців 4. З бокової вивантажувальної зони шнека, під кутом до горизонту, встановлено очисну гірку 9, за нижнім сходом якої розташовані послідовно прутковий поперечний 10 та вивантажувальний 11 транспортери.

У другому розділі наведено теоретичне уточнення маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла кормових буряків та поправочного коефіцієнта, обґрунтування сумарної швидкості та коефіцієнта технологічної взаємодії коренеплоду з витком шнека.

Обґрунтування раціональних типів очисників вороху коренеплодів і структури компоновальних схем КМ може бути виконано на основі моделювання процесу очищення тіла коренеплоду від налиплого ґрунту з врахуванням зовнішніх умов, які характеризують безпосередньо масу налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів.

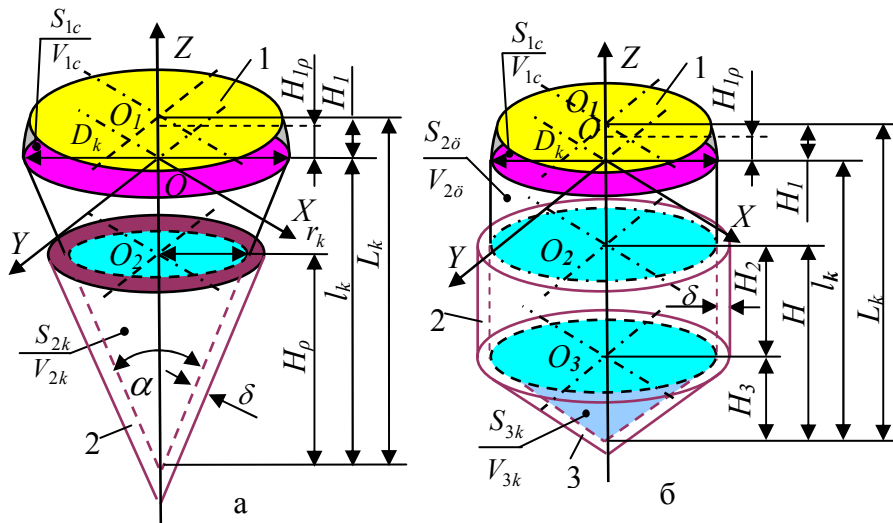


Рис. 2. Схема до визначення маси налиплого ґрунту на поверхні тіла формалізованих коренеплодів: а – конусної поверхні; б – циліндричної поверхні

Враховуючи те, що коренеплоди кормових буряків залягають у ґрунті нерівномірно відносно його поверхні та їх загальної довжини L_k , то налиплий ґрунт буде знаходитися на бічній поверхні хвостової частини S_{3k} , тіла S_{2k} , S_{2o} і головки коренеплодів S_{1c} (рис. 2).

За умови, коли коренеплід залягає в ґрунті в межах $1/3 \leq H_p \leq 2/3$ загальної довжини L_k , що присутнє більшості сортів кормових буряків, маса налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів до їх викопування визначається за формулою

$$m_{1a\rho} = V_{2k\rho}\rho; \quad m_{1a\rho} = (V_{3k\rho} + V_{2o\rho})\rho, \quad (1)$$

де $m_{1a\rho}$, $m_{1a\rho}$ – маса налиплого ґрунту на поверхні тіла коренеплодів відповідно, г; $V_{2k\rho}$, $V_{3k\rho}$, $V_{2o\rho}$ – об'єм шару налиплого ґрунту i -ої складової частини коренеплоду відповідно, см^3 ; ρ – питома маса ґрунту, $\text{г}/\text{см}^3$.

Підставивши початкові умови у рівняння (1), одержано

$$m_{1a\rho} = \pi\rho \int_{-l_k}^{-l_k+H_p} \left\{ \left[\frac{(r_k + \delta)}{H_p + \delta} \right]^2 - \left(\frac{r_k}{H_p} \right)^2 \right\} Z^2 dZ; \quad (2)$$

$$m_{1a\rho} = \pi\rho \left[\int_{-l_k}^{-l_k+H_{3\rho}} \left\{ \left[\frac{(R_k + \delta)}{H_{3\rho} + \delta} \right]^2 - \left(\frac{R_k}{H_{3\rho}} \right)^2 \right\} Z^2 dZ + \int_{-l_k+H_{3\rho}}^{-l_k+H_p} \left[\frac{\sqrt{3}(R_k + \delta)^2}{H_{2\rho}} - \left(\frac{\sqrt{3}R_k}{H_{2\rho}} \right)^2 \right] Z^2 dZ \right],$$

де R_k , r_k – радіус головки та тіла коренеплоду із налиплим шаром ґрунту відповідно, см; l_k – довжина тіла коренеплоду, см; $H_{3\rho}$, H_p , $H_{2\rho}$, δ – висота та

товщина шару налиплого ґрунту відповідно, см.

Після відповідних перетворень виразу (2) було одержано уточнені математичні моделі, які характеризують зміну маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів залежно від їх агрофізичних параметрів:

$$m_{1a\rho} = \pi\rho\lambda_S \left\{ \frac{L_k^3 k_\rho^3 (1 - 0,25 \operatorname{tg} \alpha / 2)}{3(L_k k_\rho + \delta)^2} [2L_k k_\rho \delta + \delta^2 (1 + 0,25 \operatorname{tg} \alpha / 2)] \right\}; \quad (3)$$

$$m_{1a\rho} = \pi\rho\lambda_S L_k k_\rho \delta \left[\frac{L_k^2 k_\rho^2 (D_k + \delta) - D_k^2 (0,5 L_k k_\rho + \delta)}{3(L_k k_\rho + \delta)^2} + D_k + \delta \right], \quad (4)$$

де λ_S – поправочний коефіцієнт, який враховує ступінь зниження m_ρ у процесі викопування коренеплодів; L_k , D_k , H_1 – загальна довжина, діаметр, висота головки коренеплоду відповідно, см; α – кут «конуса росту» коренеплоду, град; k_ρ – коефіцієнти пропорційності залягання коренеплоду у ґрунті відносно його загальної довжини L_k .

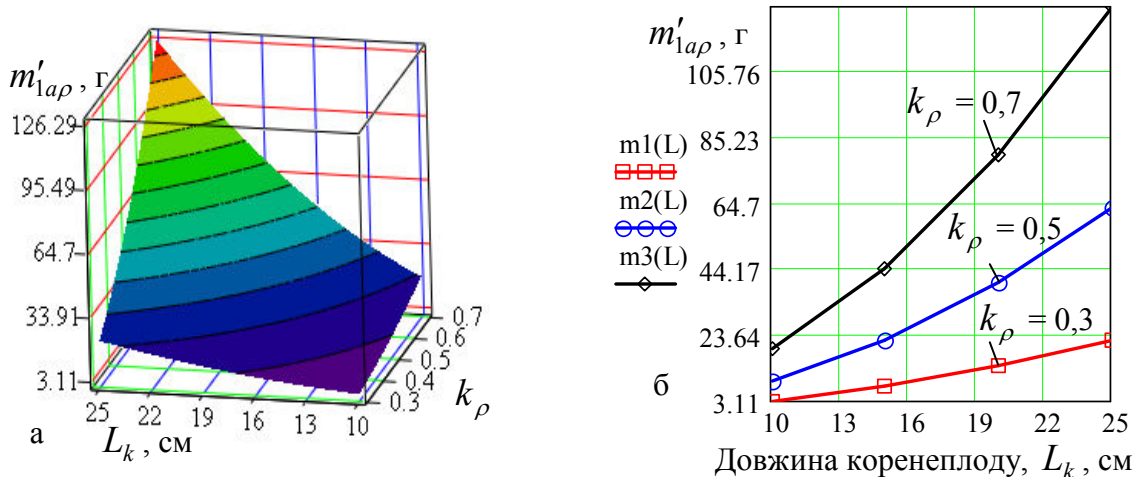


Рис. 3. Залежності зміни: а – $m'_{1a\rho} = f(k_\rho, L_k)$; б – $m'_{1a\rho} = f(L_k)$

Аналіз наведеної поверхні та залежностей зміни $m'_{1a\rho} = m_{1a\rho} / \lambda_S$ (рис. 3) показує, що максимальне значення маса налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів до їх викопування приблизно становить 80...125 г. Із врахуванням поправочного коефіцієнта λ_S ці значення будуть меншими.

Головними критеріями, які характеризують процес сепарації викопаного вроху, є ступені відокремлення домішок від коренеплодів і їх пошкодження.

Для оцінки ступеня пошкоджень коренеплодів 4 (рис. 4), що виникають у процесі їх взаємодії з витком 3 шнека 2 КОС, введемо коефіцієнт технологічної взаємодії коренеплоду $K_T = [V_{max}] / V_{ck} \geq 1$, де $[V_{max}]$, V_{ck} – максимально допустима та сумарна швидкість співудару коренеплоду з витком шнека, м/с.

При косому ударі виникають різні види фрикційної взаємодії та деформація стиснення тіла коренеплодів, викликані дією тангенціального (дотичного) та нормального ударного імпульсу. При цьому результатом деформації стиснення є поява тріщин тіла коренеплоду або його розколювання.

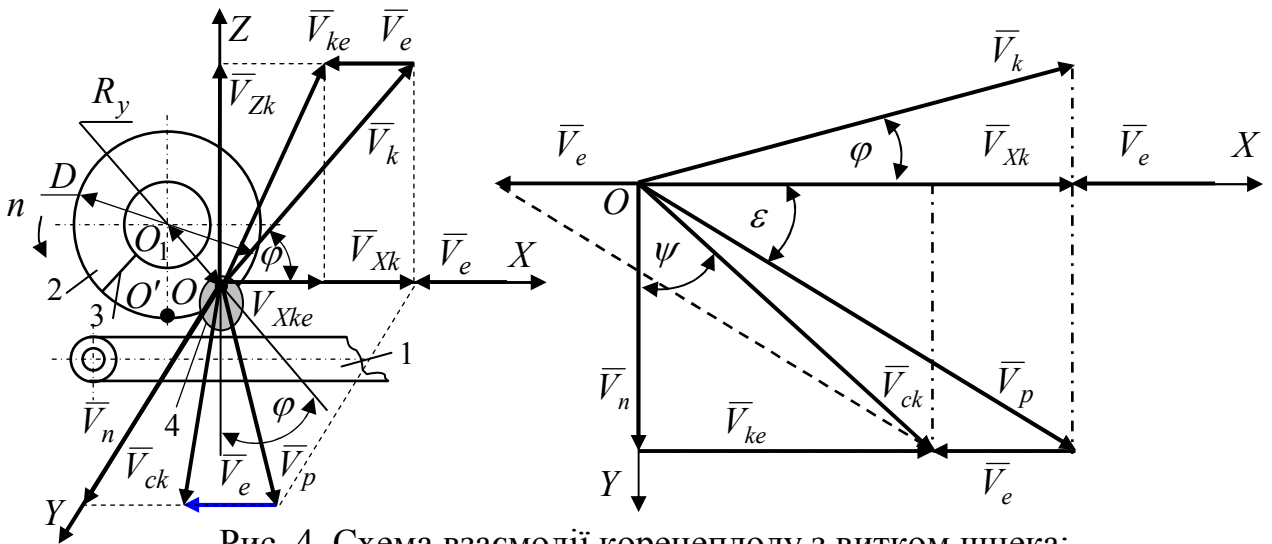


Рис. 4. Схема взаємодії коренеплоду з витком шнека:

1 – прутковий елеватор; 2 – шнек; 3 – виток шнека; 4 – коренеплід

Одержано диференціальне рівняння сумарної швидкості V_{ck} та коефіцієнта технологічної взаємодії K_T співудару коренеплоду з витком шнека, яке характеризує зміну K_T залежно від основних параметрів очисної системи:

$$V_{ck} = \frac{1}{2} \sqrt{D^2 (\cos^2 \varphi + K_{Vn}^2 \operatorname{tg}^2 \beta) \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 + D_e \frac{d\varphi_e}{dt} \left(D_e \frac{d\varphi_e}{dt} - 2D \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt} \right)}; \quad (5)$$

$$K_T = \frac{2[V_{max}]}{\sqrt{D^2 (\cos^2 \varphi + K_{Vn}^2 \operatorname{tg}^2 \beta) \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 + D_e \frac{d\varphi_e}{dt} \left(D_e \frac{d\varphi_e}{dt} - 2D \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt} \right)}} \geq 1, \quad (6)$$

де D , D_e – діаметр шнека та ведучої зірочки елеватора відповідно, м; φ – кут між вектором \bar{V}_k і віссю OX , рад; K_{Vn} – коефіцієнт, який враховує зниження V_n порівняно з V_{nT} ; β – кут підйому гвинтової лінії, град.

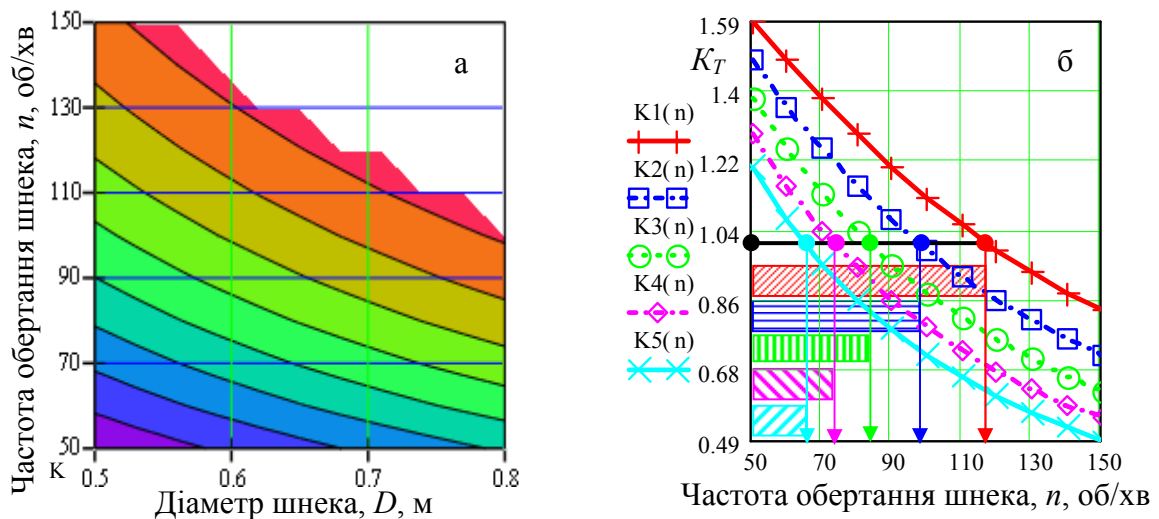


Рис. 5. Залежність зміни коефіцієнта K_T як функціонала:

а – $K_T = f(D, n) \geq 1,0$; б – $K_T = f(n)$;

$K1(n)$, $K2(n)$, $K3(n)$, $K4(n)$, $K5(n)$ – для $D = 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8$ (м)

Відомо, що пошкодження коренеплодів не перевищують межі, згідно з агротехнічними вимогами, при $[V_{max}] = 3,1 \dots 3,9$ м/с та, що максимальна сепарація ґрунту прутковим елеватором відбувається при швидкості руху елеватора $1,5 \leq V_e \leq 1,8$ (м/с). Враховуючи дані положення, встановлено, що значення $K_T \geq 1,0$ (рис. 5) забезпечується для діаметра шнека $0,5 \dots 0,8$ м, його частоти обертання $65,0 \dots 115,0$ об/хв та кута підйому гвинтової лінії $\beta \leq 35^\circ$. Якщо $\beta \geq 45^\circ$, відбувається інтенсивне зменшення коефіцієнта ($K_T \ll 1,0$), що призводить до збільшення V_{ck} або підвищення пошкодження коренеплодів.

Після удару коренеплід відбивається від поверхні витка шнека та рухається в напрямку вектора \bar{V}_{ck} , проекція якої на площину OXY з вектором \bar{V}_n утворює кут ψ (рис. 4). При досягненні швидкості $V_{ck} = dl_k / dt = 0$ коренеплід подавальним транспортером знову рухається в напрямку шнека та зазнає ударної взаємодії. Мінімальні пошкодження коренеплодів будуть, якщо кут $\psi \leq 0$, або коренеплоди рухаються вздовж осі обертання шнека 2.

$$V_{ke}^2 = V_n^2 + V_{ck}^2 + 2V_n V_{ck} \cos \psi ; \quad (7)$$

$$\left(\frac{dl_k}{dt} \right)^2 + 2 \left(\frac{DK_{V_n} \operatorname{tg} \beta}{2} \frac{d\varphi}{dt} \right) \left(\frac{dl_k}{dt} \right) \cos \psi + \left(\frac{DK_{V_n} \operatorname{tg} \beta}{2} \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 - \left(\frac{D \cos \varphi}{2} \frac{d\varphi}{dt} - \frac{D_e}{2} \frac{d\varphi_e}{dt} \right)^2 = 0 \quad (8)$$

Позначивши у (8) $\left(\frac{DK_{V_n} \operatorname{tg} \beta}{2} \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 - \left(\frac{D \cos \varphi}{2} \frac{d\varphi}{dt} - \frac{D_e}{2} \frac{d\varphi_e}{dt} \right)^2 = q$, $\frac{dl_k}{dt} = x$,

$DK_{V_n} \operatorname{tg} \beta \cos \psi \frac{d\varphi}{dt} = p$ одержали приведенне квадратне рівняння, розв'язок якого відносно x має такий вигляд:

$$\frac{dl_k}{dt} = -\frac{DK_{V_n} \operatorname{tg} \beta}{2} \frac{d\varphi}{dt} \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left(DK_{V_n} \operatorname{tg} \beta \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 (\cos^2 \psi - 1) - \left(D \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt} - D_e \frac{d\varphi_e}{dt} \right)^2} ; \quad (9)$$

$$K_T = \frac{2[V_{max}]}{-DK_{V_n} \operatorname{tg} \beta \frac{d\varphi}{dt} \pm \sqrt{\left(DK_{V_n} \operatorname{tg} \beta \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 (\cos^2 \psi - 1) - \left(D \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt} - D_e \frac{d\varphi_e}{dt} \right)^2}} \geq 1. \quad (10)$$

Залежність кута ψ від основних параметрів КОС представлена у вигляді

$$\psi = \arcsin \left(\sqrt{1 + T^2 (d\varphi / dt)^2 / \pi^2 [D \cos \varphi (d\varphi / dt) - D_e (d\varphi_e / dt)]^2} \right)^{-1}. \quad (11)$$

Крок гвинтової лінії T і кут β по зовнішньому діаметру вибирається із умови забезпечення вільного проходження кормових буряків і максимальної швидкості їх транспортування вздовж осьової лінії обертання шнека, при цьому $\beta = 45^\circ - 0,5\varphi_k$, де φ_k – кут тертя ковзання матеріалу по гвинтовій поверхні, град. Встановлено, що $\varphi_k = 35,0$ град, тоді $\beta = 27,5$ град.

Підставивши значення (11) у залежність (9), (10) одержано математичну модель кінематичного процесу технологічної взаємодії коренеплодів з витком шнека, яка функціонально пов'язує величину та напрямок сумарної швидкості співудару коренеплоду V_{ck} та K_T з параметрами КОС:

$$2 \frac{dl_k}{dt} + DK_{Vn} \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi_k}{2} \right) \frac{d\varphi}{dt} = \pm \sqrt{\Theta - \left(D \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt} - D_e \frac{d\varphi_e}{dt} \right)^2}; \quad (12)$$

$$K_T = \frac{2[V_{max}]}{-DK_{Vn} \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi_k}{2} \right) \frac{d\varphi}{dt} \pm \sqrt{\Theta - \left(D \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt} - D_e \frac{d\varphi_e}{dt} \right)^2}} \geq 1; \quad (13)$$

$$\Theta = \left(DK_{Vn} \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi_k}{2} \right) \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \left\{ \cos^2 \left[\arcsin \left(\frac{1}{2} \sqrt{1 + \frac{D^2 \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_k}{2} \right) \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2}{\pi \left(D \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt} - D_e \frac{d\varphi_e}{dt} \right)^2}} \right) \right] - 1 \right\}. \quad (14)$$

Враховуючи, що мінімізація пошкодження коренеплодів буде за умови, коли кут $\psi = 0$ або вираз $\cos^2 \psi - 1 = 0$, адекватність якого впливає з аналізу залежності (9), було одержано математичні моделі, які функціонально пов'язують величину та напрямок V_{ck} із параметрами КОС та регламентують кінематичний процес технологічної взаємодії кормових буряків з витком шнека з умови забезпечення їх мінімальних пошкоджень:

$$\left. \begin{aligned} 2 \frac{dl_k}{dt} + DK_{Vn} \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi_k}{2} \right) \frac{d\varphi}{dt} &= D_e \frac{d\varphi_e}{dt} - D \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt}; \\ K_T &= \frac{2[V_{max}]}{-DK_{Vn} \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi_k}{2} \right) \frac{d\varphi}{dt} \pm D_e \frac{d\varphi_e}{dt} - D \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt}} \geq 1 \end{aligned} \right\}. \quad (15)$$

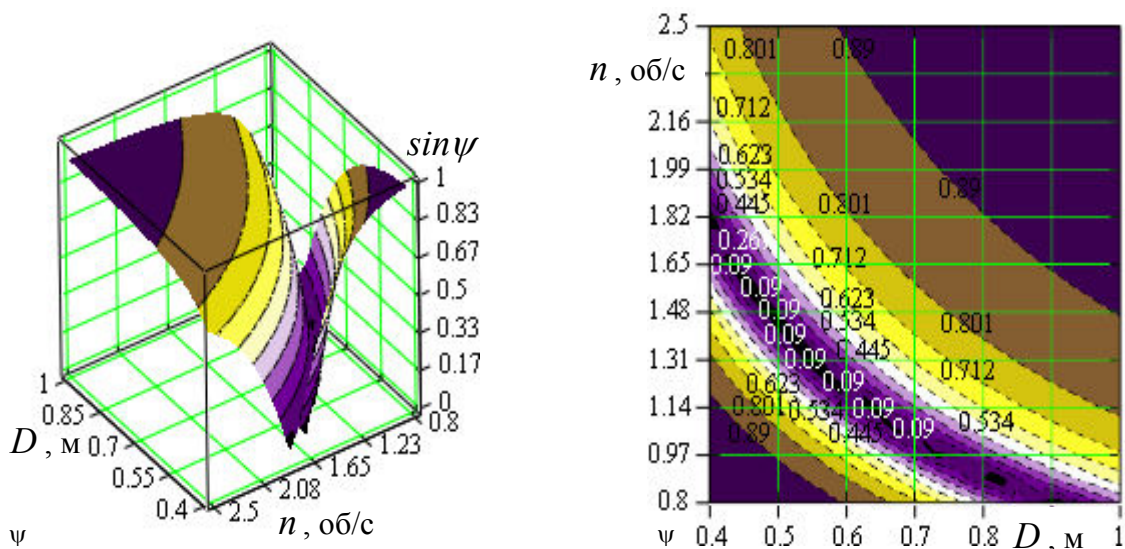


Рис. 6. Залежність зміни кута ψ як функціонала $\sin \psi = f(d, n)$

Встановлено, що умова забезпечення мінімальних пошкоджень коренеплодів або напрямком вектора сумарної швидкості співудару співпадає з напрямком осьового переміщення витків шнека, функціонально виконується при значеннях діаметра шнека 0,5; 0,6 і 0,7 м та відповідної частоти обертання шнека 90, 70 і 60 об/хв (рис. 6).

У третьому розділі наведено програму експериментальних досліджень, опис лабораторно-польових установок і модернізованої КМ, стандартні та розроблені методики проведення, обробки і аналізу результатів експериментів.

Програма експериментальних досліджень передбачала одержання рівнянь регресії, які визначають масу налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла викопаних коренеплодів і поправочний коефіцієнт залежно від їх розмірно-масових параметрів і глибину пошкодження тіла коренеплодів від сумарної швидкості їх співудару з витком шнека; проведення порівняльних досліджень серійної та удосконаленої КМ в умовах господарства.

Для одержання регресійних залежностей, які характеризують параметри оптимізації було реалізовано багатофакторні експерименти, під час проведення яких використано розроблені часткові та стандартні методики.

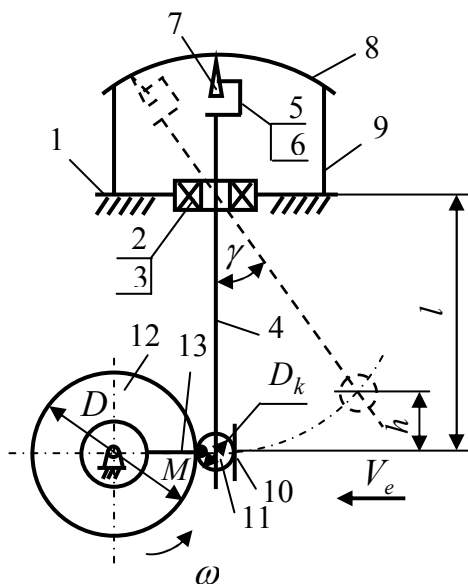


Рис. 8. Схема лабораторної установки: 1 – кронштейн; 2 – опора; 3 – сферичний підшипник; 4, 5 – нижня та верхня осі; 6 – корпус; 7 – олівець; 8 – півкульова поверхня; 9 – стояк; 10 – екран; 11 – коренеплід; 12 – шнек; 13 – виток шнека

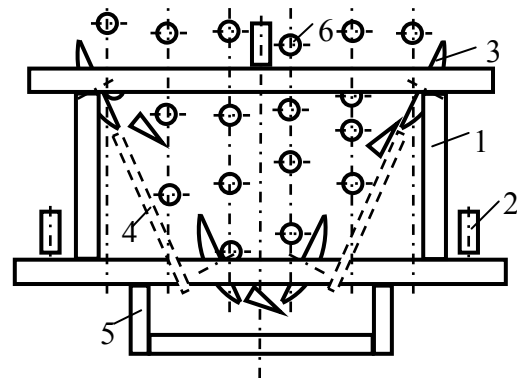


Рис. 7. Конструктивна схема польової установки:
1 – рама; 2 – опорні колеса;
3 – сферичний диск;
4 – полоз; 5 – сниця

У процесі проведення досліджень маси налиплого ґрунту $m_{1a\rho}^e$ на бічній поверхні тіла викопаних коренеплодів і поправочного коефіцієнта λ_{1S} , застосовували польову установку (рис. 7). Після ручного зрізування залишків гички лініями чорного маркера позначали площі налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла викопаних коренеплодів, а далі вручну очищували налиплий ґрунт на шальку терезів з наступним зважуванням його з точністю до 0,5 г. Поправочний коефіцієнт λ_S визначали як $\lambda_S = \sum S_\rho / \sum S_{k.n}$, де $\sum S_\rho$, $\sum S_{k.n}$ – площа налиплого ґрунту і підземної бічної поверхні тіла коренеплоду, см^2 .

Для встановлення ступеня пошкодження кормових буряків від зміни швидкості їх співудару з робочими поверхнями витка шнека було використано лабораторну установку з застосуванням маятникового копра (рис. 8).

Для отримання регресійної моделі, яка характеризує зміну сумарної швидкості співудару V_{ck}^e , коефіцієнта технологічної взаємодії K_T^e та

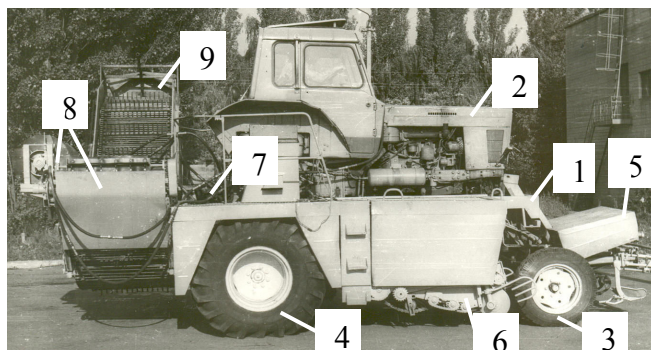


Рис. 9. Загальний вигляд удосконаленої КМ МКК-6:

- 1 – рама; 2 – трактор; 3, 4 – колеса;
5 – автомат керування; 6 – копач;
7 – ТТС; 8 – КОС;
9 – вивантажувальний транспортер

досліджень показників якості роботи КОС використано КМ МКК-6, яку було обладнано КОС (рис. 9).

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

Апроксимуючу функцію λ_{1S} , адекватність якої перевіряли згідно з відомими положеннями, знаходили у вигляді математичної моделі квадратного полінома. Після оцінки статистичної значущості коефіцієнтів, одержано рівняння регресії зміни поправочного коефіцієнта λ_{1S} у межах зміни факторів $0,5 \leq k_p \leq 0,7$; $15 \leq L_k \leq 25$ (см):

$$\lambda_{1S} = -5,2 + 9,3k_p + 4,4 \cdot 10^{-2} L_k - 8,0 \cdot 10^{-2} k_p L_k + 8,0 \cdot 10^{-6} L_k^2. \quad (16)$$

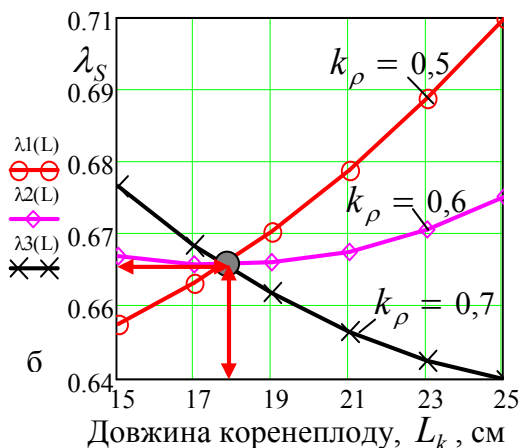
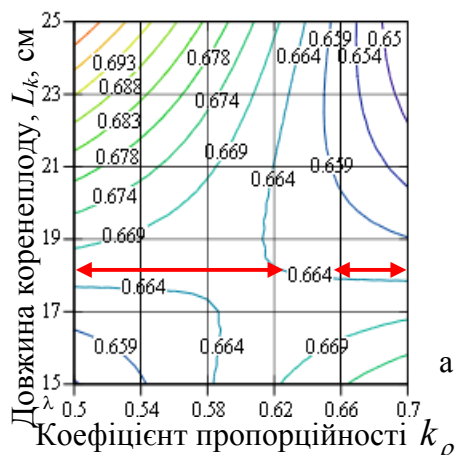


Рис. 10. Залежність зміни поправочного коефіцієнта λ_{1S} :
а – залежність $\lambda_{1S} = f(k_p; L_k)$; б – залежність $\lambda_{1S} = f(L_k)$

Встановлено, що основний масив експериментальних значень поправочного коефіцієнта λ_{1S} знаходиться у межах 0,6...0,7 (рис.10, 11, а), а значення основного масиву $\lambda_{1S} \cong 0,66$ забезпечується для $0,5 \leq k_\rho \leq 0,7$ і довжини коренеплодів $L_k \cong 18,0$ см та для $15 \leq L_k \leq 25$ (см) і $k_\rho \cong 0,6...0,63$.

Після перевірок адекватності вибраної математичної моделі реальному процесу та значущості коефіцієнтів, одержано рівняння регресії маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла викопаних коренеплодів m_{1ap}^e :

$$m_{1ap}^e = 4890,8 - 18498,0k_\rho - 12,3L_k + 19,8k_\rho L_k + 17500,0k_\rho^2. \quad (17)$$

Факторами апроксимуючої функції $m_{1ap}^e = f(k_\rho; L_k)$, які впливають на зміну m_{1ap}^e , є коефіцієнт k_ρ і довжина L_k – їх збільшення у межах варіювання факторів призводить до приросту (в середньому на 15,0...20,0 г) m_{1ap}^e , при цьому маса налиплого ґрунту m_{1ap}^e зростає від 20,0 до 75,0 г.

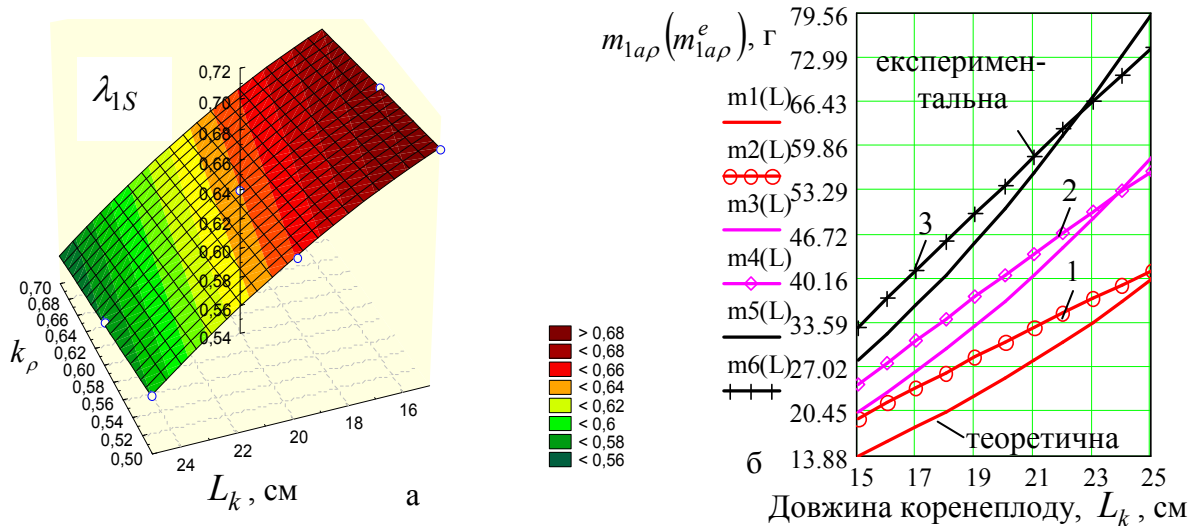


Рис. 11. Поверхня відгуку $\lambda_{1S} = m_{1ap}^e / m'_{1ap} = f(k_\rho; L_k) / m'_{1ap}$ (а); б – залежність маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів після їх викопування:

$$1 - k_\rho = 0,5; 2 - k_\rho = 0,6; 3 - k_\rho = 0,7$$

Встановлено, що для урожайності кормових буряків 500,0...550,0 ц/га, умови $17,0 \leq L_{kc} \leq 20,0$ см і залягання коренеплодів у ґрунті на $(1/2...2/3)L_k$, маса налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів після їх викопування m_{1ap}^e становить 25,0...50,0 г (рис. 11, б).

Для проведення порівняльного аналізу розбіжностей теоретичних значень (рис. 3) і експериментального розподілу випадкових величин m_{1ap}^e граничних точок композиційного плану експерименту ПФЕ 3^2 та після перевірок адекватності математичної моделі і значущості коефіцієнтів, одержано кінцеве рівняння регресії поправочного коефіцієнта $\lambda_{1S} = m_{1ap}^e / m'_{1ap} = f(k_\rho; L_k) / m'_{1ap}$:

$$\lambda_{1S} = 0,78 - 0,1x_1 + 0,004x_2 - 0,0004x_2^2; \lambda_{1S} = 1,36 - k_\rho + 1,44 \cdot 10^{-3} L_k - 1,6 \cdot 10^{-5} L_k^2. \quad (18)$$

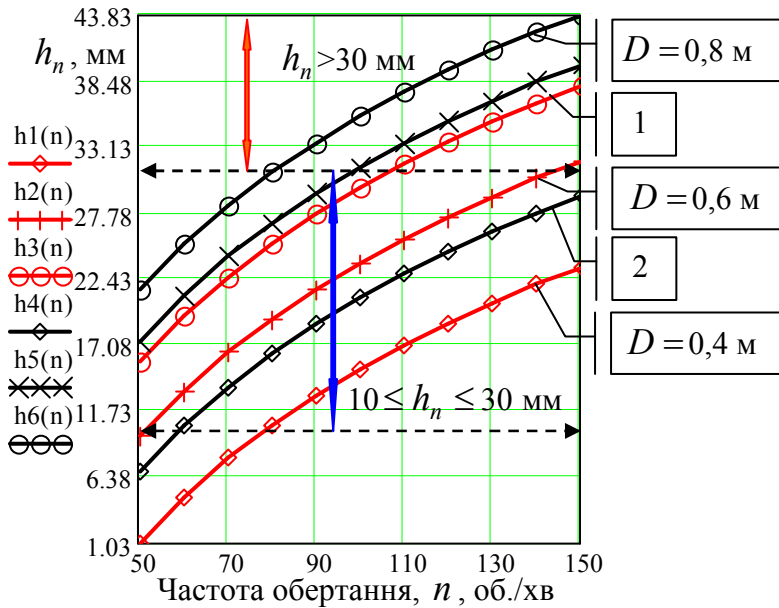


Рис. 12. Залежність глибини пошкодження коренеплодів h_n від частоти обертання шнека КОС: 1 – $m_k = 1,5$ кг; 2 – $m_k = 2,0$ кг

маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла кормових буряків m_{1ap} згідно з (3) має вигляд:

$$m_{1ap} = 0,63\pi\rho \left\{ \frac{L_k^3 k_\rho^3 (1 - 0,25 \operatorname{tg} \varphi / 2)}{3(L_k k_\rho + \delta)^2} [2L_k k_\rho \delta + \delta^2 (1 + 0,25 \operatorname{tg} \varphi / 2)] \right\}, \quad (19)$$

при цьому розбіжність теоретичних і експериментальних значень маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла кормових буряків знаходиться у межах 7,0...12,5 % (рис. 11, б).

Експериментальні дослідження пошкодження коренеплодів залежно від співудару з витком шнека провели на основі реалізації трифакторного експерименту типу ПФЕ 3^3 . Крок шнека був постійним і становив $T = 0,7$ м, а кут підйому гвинтової лінії β дорівнював 27,5 град. Характер пошкодження кормових буряків визначали за утвореною глибиною рани h_n тіла коренеплодів: сильнопошкоджені – коли глибина рани тіла коренеплодів була $h_n > 30$ мм; слабопошкоджені – коли $10 \leq h_n \leq 30$ (мм).

Одержано рівняння регресії залежності зміни пошкодження кормових буряків від частоти обертання n і діаметра D шнека та маси коренеплодів m_k :

$$h_n = -67,15 + 20,32 \ln(n - 100) + 21,22 \ln(5D - 2,5) + 20,05 \ln(2m_k - 3). \quad (20)$$

Встановлено, що конструктивно-кінематичні параметри шнека КОС, які задовольняють умову та характер пошкодження коренеплодів $10 \leq h_n \leq 30$ мм (рис. 12) для середньої урожайності кормових буряків 500...550 ц/га, умови $17,0 \leq L_{kc} \leq 20,0$ см і маси коренеплодів $1,5 \leq m_k \leq 2,0$ кг знаходяться у межах $D \leq 0,6$ м і $90 \leq n \leq 110$ (об/хв). Умова непошкодження коренеплодів кормових буряків ($h_n \leq 10$ мм) забезпечується при $0,4 \leq D \leq 0,6$ (м) і $n \leq 75$ об/хв.

Встановлено, що зміна λ_s має зворотно пропорційний характер – зі збільшенням коефіцієнта k_ρ та довжини коренеплоду L_k поправочний коефіцієнт λ_s зменшується від 0,7 до 0,56. Причому зміна λ_s залежно від симетричної зміни k_ρ має чітко виражений асиметричний характер – коефіцієнт λ_s зменшується на $\Delta\lambda_s \cong 0,01$, а його усереднене значення дорівнює 0,63.

Тоді узагальнена залежність, яка характеризує зміну теоретичного значення

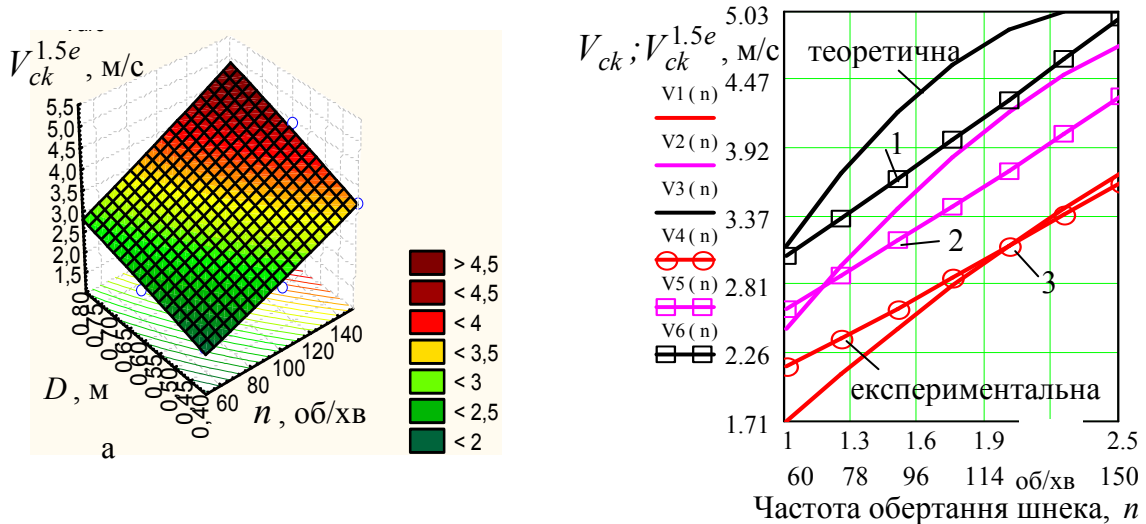


Рис. 13. Поверхня відгуку (а) залежності $V_{ck}^{1.5e} = f(n, D)$;

б – залежність зміни сумарної швидкості співудару:

1 – $D = 0,8$ м; 2 – $D = 0,6$ м; 3 – $D = 0,4$ м

Для підтвердження теоретичних закономірностей зміни сумарної швидкості співудару V_{ck} та коефіцієнта технологічної взаємодії коренеплоду K_T з витком шнека, одержано рівняння регресії залежності зміни V_{ck}^{ie} і K_T^{ie} від частоти обертання n та діаметра D шнека:

- для сумарної швидкості співудару коренеплодів як $V_{ck}^{ie} = f(n, D)$:

$$\left. \begin{aligned} V_{ck}^{1.0e} &= -10,3 - 4,21 \cdot 10^{-4} n + 31,03D + 1,2 \cdot 10^{-3} nD + 5,32 \cdot 10^{-9} n^2 - 19,0D^2; \\ V_{ck}^{1.5e} &= -10,09 - 4,21 \cdot 10^{-4} n + 30,53D + 1,2 \cdot 10^{-3} nD + 5,32 \cdot 10^{-9} n^2 - 19,0D^2; \\ V_{ck}^{2.0e} &= -10,2 - 4,21 \cdot 10^{-4} n + 30,78D + 1,2 \cdot 10^{-3} nD + 5,22 \cdot 10^{-9} n^2 + 19,0D^2 \end{aligned} \right\}; \quad (21)$$

- для коефіцієнта технологічної взаємодії коренеплоду як $K_T^{ie} = f(n, D)$:

$$\left. \begin{aligned} K_T^{1.0e} &= 7,42 - 3,51 \cdot 10^{-4} n - 13,18D + 3,0 \cdot 10^{-4} nD + 6,4 \cdot 10^{-9} n^2 + 6,25D^2; \\ K_T^{1.5e} &= 6,92 - 3,51 \cdot 10^{-4} n - 11,03D + 3,0 \cdot 10^{-4} nD + 6,7 \cdot 10^{-9} n^2 + 4,25D^2; \\ V_{ck}^{2.0e} &= 6,8 - 3,51 \cdot 10^{-4} n - 10,88D + 3,0 \cdot 10^{-4} nD + 6,7 \cdot 10^{-9} n^2 + 4,25D^2 \end{aligned} \right\}. \quad (22)$$

Встановлено, що зміна V_{ck}^{ie} і K_T^{ie} у межах зміни $1,0 \leq m_k \leq 2,0$ (кг) має несуттєвий характер – відповідний приріст сумарної швидкості співудару становить $\Delta V_{ck} \approx 0,2 \dots 0,4$ м/с (рис. 13), а зменшення $\Delta K_k^e \approx 0,06 \dots 0,13$ (рис. 14). Тому для практичних розрахунків V_{ck}^e і K_T^e рекомендується використовувати регресійні залежності середніх значень маси коренеплодів, тобто $V_{ck}^{1.5e}$ і $K_T^{1.5e}$ залежностей (21) і (22), при цьому $K_T^{1.5e} \geq 1,0$ досягається при співвідношеннях параметрів КОС: $D = 0,6$ м, $n \leq 80$ об/хв; $D = 0,5$ м, $n \leq 100$ об/хв; $D = 0,4$ м, $n \leq 140$ об/хв. Для діаметра $D = 0,8$ м у межах зміни $50 \leq n \leq 150$ об/хв умова $K_T^{1.5e} \geq 1,0$ не виконується (рис 13). Розбіжність експериментальних $V_{ck}^{1.5e}$, $K_T^{1.5e}$ і теоретичних V_{ck} , K_T значень знаходиться у межах 1,3...1,5 %.

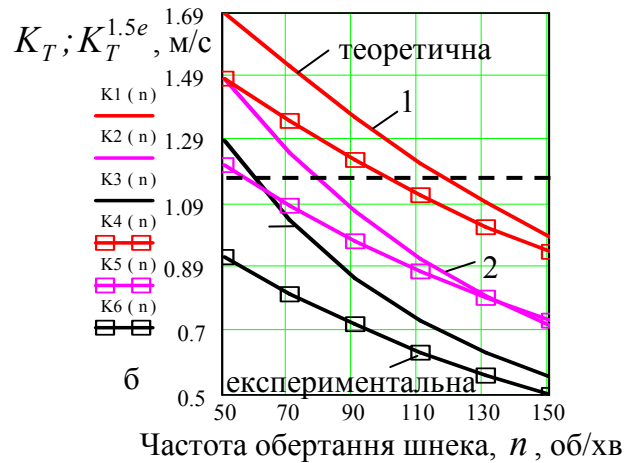
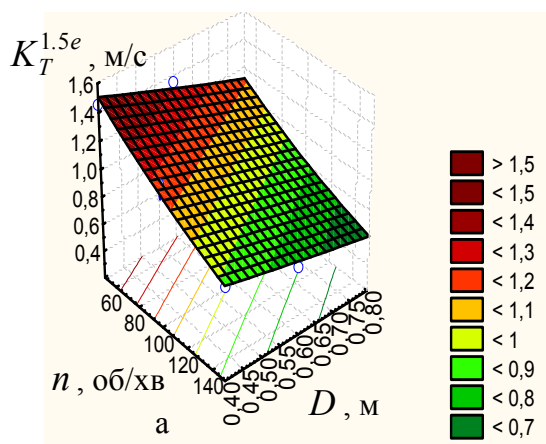


Рис. 14. Поверхня відгуку (а) залежності $K_T^{1.5e} = f(n, D)$;

б – залежність зміни сумарної швидкості співудару:

1 – $D = 0,4$ м; 2 – $D = 0,6$ м; 3 – $D = 0,8$ м

Побудовані теоретичні детерміновані математичні моделі процесу взаємодії коренеплоду з витком шнека КОС можуть, поряд з отриманими емпіричними рівняннями регресії, бути використані для подальшого обґрунтування конструктивно-кінематичних параметрів ТТС очисників вороху кормових буряків КМ.

Порівняльні дослідження проводили з метою встановлення технологічної ефективності роботи КОС в цілому та її окремих робочих органів в складі КМ МКК-6. Показник загальної кількості домішок у воросі зібраних коренеплодів удосконаленої КМ відносно показника серійної КМ зменшується приблизно в 2,3 раза (4,0 % проти 9,1 % у серійної КМ), ґрунтових домішок – приблизно в 2,7 раза, рослинних домішок – приблизно в 1,9 раза.

Кількість залишків гички на головках коренеплодів при роботі удосконаленої КМ зменшується приблизно в 1,7 раза – 1,5 % проти 2,6 % у серійної, а кількість налиплої землі на боковій поверхні тіла коренеплодів становить 0,5% проти 1,8 %, тобто зменшується в 3,5 раза.

У п'ятому розділі наведено перспективні напрямки удосконалення робочих органів для відокремлення домішок від коренеплодів та визначено економічну ефективність використання КОС. Розрахований економічний ефект, який досягається за рахунок зменшення забрудненості вороху коренеплодів, складає 45,7 грн на 1 га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. У дисертаційній роботі вперше вирішено наукове завдання підвищення показників якості роботи КМ шляхом розроблення і обґрунтування параметрів КОС. Підвищення показників якості роботи КМ досягнуто за рахунок інтенсифікації процесу відокремлення домішок від коренеплодів робочими органами КОС із її обґрунтованими раціональними параметрами.

2. Під час аналізу уточнення маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів встановлено, що максимальні значення маси ґрунту на

коренеплодах конічної та циліндричної форми ймовірно знаходяться у межах 80...125 та 480...500 г. Із врахуванням поправочного коефіцієнта λ_S ці значення будуть значно меншими.

3. У процесі аналізу співудару коренеплоду з витком шнека встановлено, що значення коефіцієнта технологічної взаємодії $K_T \geq 1,0$ забезпечується при діаметрі шнека 0,5...0,8 м, його частоти обертання 65,0...115,0 об/хв і значенні кута підйому гвинтової лінії 35° . Якщо кут підйому гвинтової лінії більший 45° , відбувається інтенсивне зменшення коефіцієнта ($K_T \ll 1,0$), що призводить до значного збільшення сумарної швидкості удару коренеплодів або підвищення їх пошкоджень.

4. У процесі аналізу руху коренеплоду після його взаємодії з витком шнека встановлено, що умова забезпечення мінімальних пошкоджень коренеплодів або напрямком вектора сумарної швидкості співудару співпадає з напрямком осьового переміщення витків шнека, функціонально виконується при значеннях діаметра шнека 0,5; 0,6 і 0,7 м та відповідної частоти обертання шнека 90, 70 і 60 об/хв.

5. За результатами польових досліджень встановлено, що значення поправочного коефіцієнта знаходяться у межах 0,6...0,7, а випадковість процесу описується усіченим нормальним законом розподілу. Значення маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла викопаних коренеплодів становить 25,0...50,0 г, а розбіжність теоретичних і експериментальних значень знаходиться у межах 7,0...12,5 %.

6. За результатами лабораторних досліджень встановлено, що глибина рани тіла коренеплодів масою від 1,5 до 2,0 кг змінюється в межах 10...30 мм при діаметрі рівному або меншому 0,6 м та частоти обертання шнека від 90 до 110 об/хв. Глибина рани менша 10 мм забезпечується при параметрах шнека від 0,4 до 0,6 м та його частоти обертання рівній або меншій 75 об/хв.

7. Зміна сумарної швидкості співудару і коефіцієнта технологічної взаємодії залежно від зміни маси коренеплодів у межах 1,0...2,0 кг має несуттєвий характер – приріст швидкості становить 0,2...0,4 м/с, а зменшення коефіцієнта на 0,06...0,13. Для практичного розрахунку сумарної швидкості співудару та коефіцієнта технологічної взаємодії рекомендується застосовувати регресійні залежності для середньої (1,5 кг) маси коренеплодів.

8. За результатами лабораторних досліджень встановлено, що оптимальними параметрами шнека є такі співвідношення: діаметр шнека 0,5 і 0,6 м та частота обертання 80 і 100 об/хв, при яких коефіцієнт технологічної взаємодії більший 1,0, або пошкодження коренеплодів знаходяться у межах агротехнічних вимог. Для діаметра шнека 0,8 м та частоти обертання шнека від 50 до 150 об/хв дана умова не виконується. Розбіжність експериментальних і теоретичних значень сумарної швидкості співудару та коефіцієнта технологічної взаємодії коренеплоду з витком шнека є в межах 1,3...1,5 %.

9. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень рекомендовані такі раціональні параметри КОС: швидкість руху подавального транспортера – 1,5...1,6 м/с; діаметр шнека – 0,6 м; частота обертання шнека –

80...100 об/хв; кут підйому гвинтової лінії – $27,5^{\circ}$; висота витка шнека – 0,25 м.

10. Застосування КОС є раціональним в умовах надмірної та сухої вологості ґрунту, в яких показники якості роботи серійних машин незадовільні. Встановлено, що розроблена КОС забезпечує зниження загальної кількості домішок у 2,3 рази, в тому числі вільного ґрунту в 2,7 рази. Загальний економічний ефект за один рік експлуатації КМ становить 102300,0 грн, або 45,7 грн на 1 га.

Результати теоретичних досліджень передано в СКБ ВАТ «ТеКЗ» для вдосконалення бункерного комбайна КБ-10 «Збруч». Остаточні результати теоретичних і експериментальних досліджень прийняті ВАТ «БОРЕКС» для розроблення нових і вдосконалення існуючих КМ та ВАТ «Ковельсьільмаш» для розроблення і проектування нової техніки.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Паньків М. Аналіз процесу роботи доочисних пристроїв коренезбиральних машин / Марія Паньків, Наталія Дубчак, Віктор Барановський // Вісник ТДТУ. – Тернопіль, 2007. – Т. 12, № 1. – С. 76–81.

2. Дубчак Н.А. Очисна система вороху коренеплодів / Н.А. Дубчак, М.Р. Паньків, В.М. Барановський // Вісник ХНТУСГ. “Механізація сільськогосподарського виробництва”. – 2007. – Т. 1. – Вип. 59. – С. 33–36.

3. Дубчак Н.А. Визначення коефіцієнта динамічної взаємодії коренеплодів / Н.А. Дубчак, В.М. Барановський, М.Р. Паньків // Сільськогосподарські машини. – Луцьк : ЛДТУ, 2007. – Вип. 15. – С. 14–22.

4. Математичні моделі маси налиплого ґрунту на коренеплодах кормових буряків / Н.А. Дубчак, В.М. Барановський, В.Б. Онищенко [та ін.] // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – 2008. – № 12(2). – С. 314–326.

5. Результати дослідження імпульсу сили удару та кута відбивання коренеплодів / В.М. Барановський, В.Б. Онищенко, Н.А. Дубчак [та ін.] // Вісник ХНТУСГ. “Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні”. – 2005. – Вип. 39. – С. 299–307.

6. Визначення кутової швидкості обертання гвинта очисника коренеплодів / В.М. Барановський, В.Б. Онищенко, Н.А. Дубчак [та ін.] // Науковий вісник НАУ. – 2006 – Вип. 95, частина 1. – С. 278–283.

7. Дубчак Н. Результати експериментальних досліджень очисної системи вороху коренеплодів / Наталія Дубчак, Марія Паньків, Віктор Барановський // Вісник ТДТУ. – Тернопіль, 2008. – Т. 13, № 1. – С. 93 – 99.

8. Дубчак Н. Експериментальні дослідження співудару коренеплодів із гвинтовим конвеєром / Наталія Дубчак, Віктор Барановський, Володимир Онищенко // Зб. наук. праць Вінницького націон. аграр. ун-ту. Серія: Технічні науки. – Вінниця : ВНАУ, 2010. – № 5. – С. 44–48.

9. Експериментальні дослідження поправочного коефіцієнта та маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплоду / Наталія Дубчак, Віктор Барановський, Марія Паньків [та ін.] // Зб. наук. праць Вінницького націон.

аграр. ун-ту. Серія: Технічні науки. – Вінниця : ВНАУ, 2011. – № 6. – С. 64–71.

10. Пат. № 28465 Україна. МПК А01D/33.08. Очисна система вороху коренеплодів / Паньків М.Р., Барановський В.М., Дубчак Н.А., Олійник О.Ф.; заявник і власник Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя. – № u 2007 08888 ; заявл. 01.08.2007 ; опубл. 10.12.2007, Бюл. № 20.

11. Пат. № 34881 Україна. МПК А01D/33.08. Комбінований очисник вороху коренеплодів / Паньків М.Р., Дубчак Н.А., Барановський В.М., Рамш В.Ю.; заявник і власник Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя. – № u 2008 03995 ; заявл. 31.03.2008 ; опубл. 26.08.2008, Бюл. № 16.

АНОТАЦІЇ

Дубчак Н.А. Обґрунтування параметрів та режимів роботи очисника вороху 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 і режимів роботи КОС, виконаної у вигляді подавального транспортера, над яким встановлено спіральний шнек, між витками якого по гвинтовій лінії закріплено очисні пружні елементи. За шнеком встановлено пару відминальних вальців, які розміщені один над одним і над подавальним транспортером. З бокової вивантажувальної зони шнека, під кутом до горизонту, встановлено очисну гірку, за нижнім сходом якої розташовані послідовно прутковий поперечний та вивантажувальний транспортери. На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтовано основні раціональні параметри КОС. Результати досліджень використовуються проектно-конструкторськими організаціями в процесі розроблення КМ.

Ключові слова: коренеплоди, шнек, сумарна швидкість співудару, коефіцієнт технологічної взаємодії, діаметр шнека, частота обертання шнека, допустимі пошкодження, домішки вороху коренеплодів, коренезбиральна машина, показники якості роботи.

Дубчак Н.А. Обоснование параметров и режимов работы очистителя вороха 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 очистительных рабочих органов вороха коренеплодов кормовой свеклы путем обоснования параметров работы комбинированной

очистительной системы.

В первом разделе проведен анализ литературных источников. В частности, рассмотрены основные конструкции корнеуборочных машин и технологии уборки кормовой свеклы, классификация очистительных рабочих органов, их конструкции, а также обоснован выбор рабочего органа для проведения исследований.

Во втором разделе теоретически исследовано уточненную массу налипшей почвы на боковой поверхности тела корнеплодов с учетом поправочного коэффициента, который учитывает уменьшение массы налипшей почвы после выкапывания корнеплодов. На основании анализа процесса взаимодействия корнеплодов с витком шнека получены математические модели, характеризующие результирующую скорость соударения корнеплодов и коэффициент технологического взаимодействия корнеплодов с условия обеспечения их минимальных повреждений.

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 агрофизических параметров корнеплодов кормовой свеклы на массу налипшей почвы на боковой поверхности корнеплодов после их выкапывания и конструктивно-кинематических параметров комбинированной очистительной системы на результирующую скорость соударения корнеплодов с витком шнека и коэффициент технологического взаимодействия корнеплодов. Определены основные показатели качества работы усовершенствованной корнеуборочной машины.

В пятом разделе определены перспективные направления усовершенствования конструкций очистителей вороха корнеплодов и основные показатели экономической эффективности использования комбинированной очистительной системы. Конструктивная новизна разработок защищена двумя патентами Украины на изобретения.

Ключевые слова: корнеплоды, шнек, суммарная скорость соударения, коэффициент технологического взаимодействия, диаметр шнека, частота вращения шнека, допустимые повреждения, примеси вороха корнеплодов, корнеуборочная машина, показатели качества работы.

Dubchak N. A. Interpretation of parameters and operation regimes of fodder beets pile cleaner. – Manuscript.

The thesis is submitted for the scientific degree of Candidate of Sciences (Engineering) in specialism 05.05.11. – machines and means of agricultural production mechanisation. – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. Ternopil, 2011.

The thesis deals with the solving of the scientific problem of raising the factors of fodder beets harvesting quality while interpreting the parameters and operating regimes of the constructive-cleaning systems (CCS), designed in the form of the transporter, above which a spiral screw is fitted, between the turns of which and along the screw line elastic cleaning elements are fixed. A pair of pressure rollers, situated one over another and above the transporter, is fitted behind the screw. Cleaning hill is fitted from the side of the unloading screw area in the angle to the horizon, in the low side of which rod transverse and unloading transporter are located successively. Basing on the theoretical and experimental investigations the main efficient CCS parameters are interpreted. The results of investigation are applied in the design-construction institutions while designing beet-harvesting machines.

Key words: root-beets, screw, total co-impact speed, technological interaction factor, screw diameter, screw rotation frequency, limited damages, root-beets pile impurities, beet-harvesting machine, operation efficiency data.

Підписано до друку 27.05.2011
Папір ксероксний. Times New Roman
Обл.вид.арк. 0,9
Наклад 110 прим. Зам. № 1680-05.11

Видавництво Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001