

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІГНАТЬЄВ ЄВГЕН ІГОРЕВИЧ

УДК 631.35 + 633.63

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОГО
АГРЕГАТУ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ
НА ОСНОВІ ОРНО-ПРОСАПНОГО ТРАКТОРА**

Спеціальність 05.05.11 – машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Мелітополь – 2018

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Таврійському державному агротехнологічному університеті Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: академік НААН України, доктор технічних наук, професор, Заслужений винахідник України
Булгаков Володимир Михайлович
Національний університет біоресурсів і природокористування України, професор кафедри механіки

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, ст. наук. співробітник
Мельник Віктор Іванович
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, проректор з наукової роботи

кандидат технічних наук, доцент

Сокол Сергій Петрович

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, декан інженерно-технологічного факультету

Захист відбудеться 8 червня 2018 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 18.819.01 у Таврійському державному агротехнологічному університеті за адресою: 72310, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18, ауд. 1.111.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Таврійського державного агротехнологічного університету за адресою: 72310, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18.

Автореферат та дисертація розміщені за адресою в мережі Internet www.tsatu.edu.ua/nauka/category/dissertation

Автореферат розісланий 27 квітня 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

О.Ю. Вовк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Однією з ключових проблем технологічного процесу збирання цукрового буряку є видалення і збирання гички з головок коренеплодів на корені. Проведеними дослідженнями встановлено, що при сучасних технологіях збирання гички та обрізання головок коренеплодів цукрових буряків іноді втрачається близько 14...17% цукроносної маси. Тому проблема збирання гички та очистки головок коренеплодів цукрових буряків від залишків гички без втрат цукроносної маси є актуальною, економічно обґрунтованою науково-технічною проблемою. Для вирішення якої потрібно розробити та дослідити такий комбінований машино-тракторний агрегат, який би дозволяв здійснювати збирання основного масиву гички та очистки головок коренеплодів на корені, а конструктивно-технологічне виконання повинно забезпечувати підвищення якості та техніко-економічних показників роботи. Практичне розв'язання цієї задачі і обумовлює актуальність дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Дослідження, що склали основу дисертаційної роботи, виконувались у Таврійському державному агротехнологічному університеті за державною програмою «Розробка технічних засобів для реалізації нових технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах півдня України» (№ державної реєстрації 0116U002718), а також наукової програми НААН 33 «Екологічно безпечні енергоощадні технологічні процеси і технічні засоби для виробництва продукції рослинництва і тваринництва» (№ ДР 0111U004183).

Метою дослідження є підвищення техніко-економічних показників роботи комбінованого гичкозбирального машино-тракторного агрегату шляхом обґрунтування схеми, конструктивно-технологічних параметрів та режимів його роботи.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні **завдання**:

– провести аналіз функціонування комбінованих машинно-тракторних агрегатів і способів збирання гички цукрового буряку та на їх основі розробити схему агрегату для збирання основного масиву гички та очистки головок коренеплодів від залишків гички на корені;

– розробити математичну модель фронтально начепленої на орно-просапний трактор гичкозбиральної машини та задньоначепленого очисника головок коренеплодів від залишків гички при русі по нерівностям поверхні ґрунту для визначення їх раціональних параметрів;

– розробити математичну модель ефективного комплектування комбінованих гичкозбиральних агрегатів з метою досягнення максимальної продуктивності й мінімальних енергетичних витрат;

– провести числове моделювання на ПК отриманих систем диференціальних рівнянь руху комбінованого гичкозбирального машинно-тракторного агрегату для вибору раціональних конструктивно-кінематичних параметрів;

– визначити експлуатаційно-технологічні та техніко-економічні показники комбінованого гичкозбирального машинно-тракторного агрегату та порівняти їх з одно операційними агрегатами.

Об'єкт досліджень – процес функціонування комбінованого машинно-

тракторного агрегату для суцільного зрізу гички та очистки головок коренеплодів цукрового буряка від залишків гички на корені.

Предмет досліджень – закономірності впливу схеми, конструктивно-технологічних і кінематичних параметрів на коливання у повздовжньо-вертикальній площині, якісні та експлуатаційно-технологічні показники роботи комбінованого машинно-тракторного агрегату для збирання гички.

Методи досліджень. При виконанні теоретичних досліджень застосовані методи математичного моделювання, що ґрунтуються на складанні диференціальних рівнянь руху машин і машинних агрегатів, теорії тракторів, складанні програм та числових розрахунків на ПК. Експериментальні дослідження проведені з використанням сучасних методів польових випробувань з застосуванням вимірювальних пристроїв та реєстраційної апаратури. Обробка результатів експериментів проводилась на основі регресійного аналізу з використанням прикладних комп'ютерних програм.

Наукова новизна одержаних результатів.

Складено *нові* диференціальні рівняння руху фронтально начепленої гичкозбиральної машини та отримано залежності, які описують її коливання у повздовжньо-вертикальній площині на пневматичних копіювальних колесах при русі по нерівностях поверхні ґрунту. Встановлені залежності амплітуди коливань ножа роторного гичкозрізального апарату від конструктивних та кінематичних параметрів гичкозбиральної машини та параметрів нерівностей ґрунту.

Складена *нова* система диференціальних рівнянь руху задньоначепленого очисника головок коренеплодів та отримано закономірності, які дали можливість визначити його раціональні конструктивні параметри. Відповідно до отриманих параметрів коливального руху робочого органу очисника головок коренеплодів розроблено *нові* його конструкції, що захищено патентами України.

Розроблено *нове* рівняння балансу потужності комбінованого гичкозбирального агрегату, який складається з фронтально начепленої гичкозбиральної машини, що здійснює суцільний безкопірний зріз гички та задньоначепленого очисника головок коренеплодів.

Експериментально встановлено залежності залишків гички на головках коренеплодів після проведення суцільного зрізу в залежності від швидкості обертання ротора гичкозрізального апарату, висоти його встановлення над поверхнею ґрунту та від поступальної швидкості руху комбінованого гичкозбирального агрегату.

Дістали подальший розвиток аналітичні залежності повноти збирання гички при безкопірному обрізуванні головок коренеплодів.

Практичне значення результатів дослідження. Розроблені конструктивні передумови для створення нового комбінованого агрегату для збирання гички (Патент України №115407 “Очисник головок коренеплодів”, Патент України №115839 “Очисник головок коренеплодів”, Патент України №115942 “Очисник головок коренеплодів”) та отримано залежності для вибору конструктивно-кінематичних параметрів і режимів роботи комбінованого агрегату для збирання гички. Виробничу перевірку і впровадження комбінованого агрегату для збирання гички здійснено у Державному підприємстві дослідному господарстві “Оленівське” Фахівського району Київської області.

Особистий внесок здобувача. В наукових працях, написаних у співавторстві, особистий внесок здобувача такий:

– розроблено конструктивно-технологічну схему нового комбінованого агрегату та складено рівняння руху гичкозбиральної машини, складено диференціальні рівняння повздовжньо-вертикальних коливань комбінованого гичкозбирального машинно-тракторного агрегату [1-5, 9, 11, 14-16];

– визначено кінетичну енергію та узагальнену силу гнучкої очисної лопаті та розроблено математичну модель для вибору її параметрів, проведено математичне моделювання та визначено значення сили зчісування гички з головки коренеплоду [6-8, 10, 13];

– проаналізовано стан головок коренеплодів після очистки та визначено ефективний спосіб для його проведення [12, 17-20].

Особисто здобувачем: проаналізований та узагальнений сучасний стан розробки і використання комбінованих гичкозбиральних машинно-тракторних агрегатів, рівень проведених наукових досліджень в цій галузі, висунута наукова гіпотеза, яку покладено в основу дисертаційної роботи, обраний напрям, мета та задачі досліджень; автором складені і розв’язані за допомогою ПК системи диференціальних рівнянь, що дало можливість визначити коливання у повздовжньо-вертикальній площині комбінованого гичкозбирального агрегату. Отримано нові математичні моделі і результати експериментальних досліджень по впливу вертикальних коливань та режимів роботи комбінованого гичкозбирального агрегату на якість виконання технологічного процесу.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідались на наступних наукових конференціях: щорічних Міжнародних науково-практичних конференціях “Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК” (м. Мелітополь, ТДАТУ, 2015-2018 р.); 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering (Prague, Czech Republic, 7-9 September, 2016); International scientific conference “Conserving soils and water” (Burgas, Bulgaria, 31.08-3.09, 2016); V International scientific and technical congress “AGRICULTURAL MACHINERY” (Varna, Bulgaria, 21-24 June, 2017); Всеукраїнській науково-практичній конференції “Підготовка ґрунту в системі ресурсозберігаючих технологій” (м. Кропивницький, КНТУ, 3-4 листопада 2016 р.); XVII Міжнародній конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (м. Київ, НУБіП, 29-30 березня 2017 року); щорічні міжнародні наукові конференції присвячені пам’яті академіка П. Василенка (Суми, 2016 та Кам’янець-Подільський, 2017).

Публікації. За результатами досліджень здобувачем опубліковано **20** друкованих праць, загальним обсягом 9,12 ум. друк. арк., з яких **8** – у фахових виданнях України, **3** – у закордонних виданнях, **3** патенти України, **6** – публікацій наукових конференцій (в тому числі закордонних), тез доповідей. Із надрукованих праць **9** написані автором особисто.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, семи розділів, загальних висновків, переліку використаних літературних джерел, який включає 134 найменування. Основна частина дисертаційної роботи викладена на 133 сторінках комп’ютерного тексту і містить 51 рисунок, 9 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні задачі дослідження, висвітлено новизну та практичне значення отриманих результатів.

У **першому розділі** «Стан питання і завдання досліджень» проаналізовано проблему збирання гички та очистки головок коренеплодів цукрових буряків від залишків гички без втрат цукроносної маси, яка була і нині залишається однією із найбільш актуальних.

Поставлені науково-практичні задачі збирання основного масиву гички та очистки головок коренеплодів на корені можна розв'язати розробленням та застосуванням комбінованих машинно-тракторних агрегатів, модульний принцип побудови яких дає істотні переваги при їх використанні у виробничих умовах.

Визначальний вклад в теорію та практику цього питання, свого часу, внесли наступні науковці: Василенко П. М., Погорілий Л. В., Булгаков В. М., Надикто В. Т., Гевко Р. Б., Борис А. М., Мартиненко В. Я., Хелемендик М. М., Сипливець О. О., Березовий М. Г., Паньків М. Р., Huijbregts T., Legrand G., Топоровский С. А., Борис Н. М., Beyaz A., Çolak A. та ін. вчені.

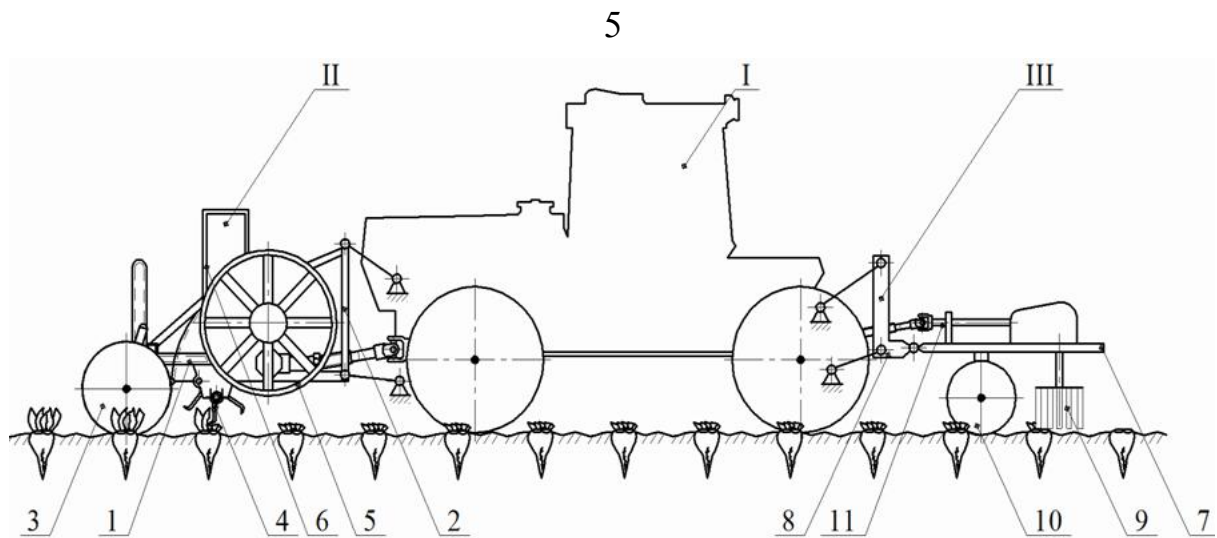
Водночас, проведених ними теоретичних досліджень, отриманих залежностей та практичних результатів не достатньо для обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи комбінованого гичкозбирального машинно-тракторного агрегату.

У **другому розділі** «Теоретичні дослідження коливань фронтально начепленої на орно-просапний трактор гичкозбиральної машини» розроблено математичну модель вертикальних коливань у повздовжньо-вертикальній площині гичкозбирального агрегату, яка дозволяє обґрунтувати його конструктивні і кінематичні параметри з позиції його стійкого руху у вертикальній площині.

На рис. 1 представлена конструктивно-технологічна схема комбінованого агрегату для збирання гички, який складається з фронтально начепленої гичкозбиральної машини та задньоначепленого очисника головок коренеплодів від залишків гички на основі орно-просапного трактора. Зібрана таким чином гичка придатна до згодовування тваринам, силосування, виробництва біогазу та використання у якості органічних добрив.

Для визначення впливу конструктивних і кінематичних параметрів гичкозбиральної машини на величину амплітуди коливань у повздовжньо-вертикальній площині гичкозрізаючого апарата розроблено розрахункову схему (рис. 2) та математичну модель.

Як видно з рис. 2, гичкозбиральна машина приєднується до трактора за допомогою двох нижніх тяг OK і однієї верхньої тяги DM механізму начеплення агрегатуючого трактора, що має шарніри в точках O , D , M і K . Радіуси копіювальних коліс та гичкозрізаючого апарата позначені відповідно через r і r_1 . Маса m обох копіювальних коліс на розрахунковій схемі зосереджена в точці B . Силу ваги гичкозбиральної машини, що прикладена в її центрі мас (точка C) позначено через \bar{G} .



I – трактор; II – фронтально начеплена гичкозбиральна машина:
 1 – рама; 2 – начіпний пристрій; 3 – копіювальне колесо; 4 – роторний гичкозрізальний апарат;
 5 – транспортує-подавальний робочий орган;
 6 – завантажувальний пристрій; III – очисник головок коренеплодів від залишків гички: 7 –
 рама; 8 – начіпний пристрій; 9 – очисний вал;
 10 – копіювальне колесо; 11 – привод

Рисунок 1 – Комбінований агрегат для збирання гички на основі орно-просапного трактора

Пневматичні копіювальні колеса представлені у вигляді пружнодемпфуючих моделей, які мають сумарний коефіцієнт $2c$ жорсткості й сумарний коефіцієнт 2μ демпфірування.

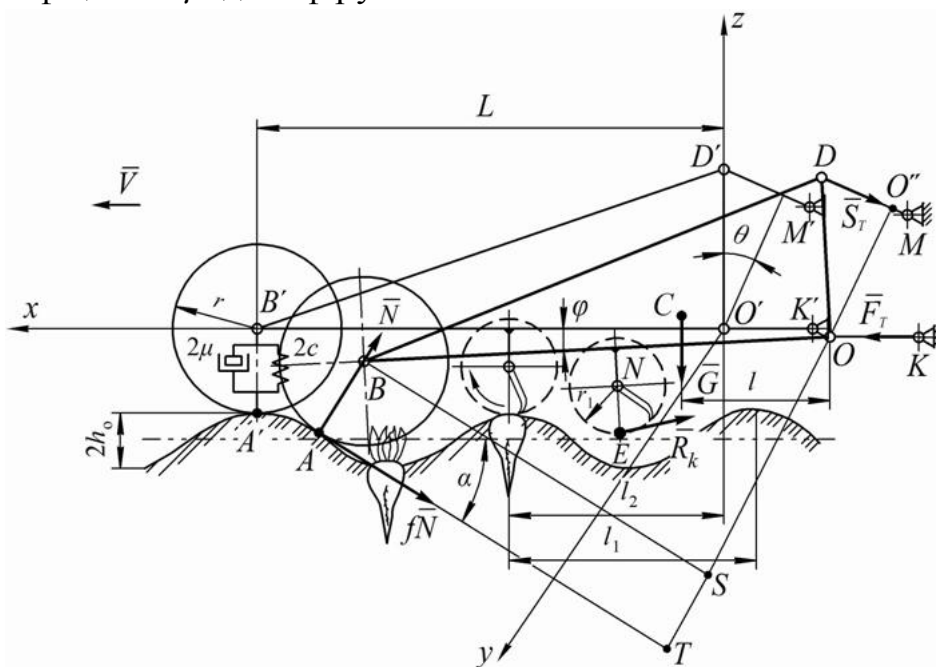


Рисунок 2 – Розрахункова схема фронтально начепленої на трактор гичкозбиральної машини

Було прийнято, що копіювальні колеса при русі в міжряддях посівів цукрового буряка зминають верхній (більш пухкий) шар поверхні ґрунту, однак рухаються по нерівностях, які мають поздовжній профіль, близький до синусоїдального вигляду.

Нерівності поверхні поля є кінематичним збудником кутових коливань рами гичкозбиральної машини. Однак поворот рами машини навколо точки O

може здійснювати тільки момент деякої сили, лінія дії якої не проходить через точку O . Такими силами є нормальна \bar{N} й дотична $f\bar{N}$ реакції ґрунту, прикладені в точці A контакту копіювального колеса із ґрунтом., а f – коефіцієнт опору перекочуванню копіювального колеса по поверхні ґрунту.

Для складання диференціальних рівнянь коливань фронтально начепленої гичкозбиральної машини у повздовжньо-вертикальній площині були використані вихідні рівняння Лагранжа II-го роду.

Отримано значення узагальнених сил Q_φ та Q_z відносно незалежних координат φ та z , які дорівнюють:

$$Q_\varphi = \frac{\delta A_\varphi}{\delta z} = -N \cdot L \cdot \cos(\alpha + \varphi) + fN \cdot [r + L \sin(\alpha + \varphi)] + R_k \cdot EN \cdot \cos \varphi + G \cdot l \cdot \cos \varphi - S_T \cdot OD \cdot \cos(\theta + \varphi), \quad (1)$$

$$Q_z = \frac{\delta A_z}{\delta z} = N \cdot \cos \alpha - fN \cdot \sin \alpha + R_k \sin \varphi - G \cdot \cos \varphi - S_T \cdot \sin(\theta + \varphi) + F_T \cdot \sin \varphi, \quad (2)$$

де EN, OD – задані конструктивні параметри.

В остаточному вигляді отримана математична модель коливань центра мас копіювальних коліс гичкозбиральної машини у повздовжньо-вертикальній площині:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{\varphi} + \frac{2}{I_{Oy}} (cL^2 \varphi - cLz + \mu L^2 \dot{\varphi} - \mu L \dot{z}) &= \frac{1}{I_{Oy}} \left\{ -N \cdot L \cdot \cos(\alpha + \varphi) + \right. \\ &+ fN \cdot [r + L \sin(\alpha + \varphi)] + R_k \cdot EN \cdot \cos \varphi + G \cdot l \cdot \cos \varphi - \\ &\left. - S_T \cdot OD \cdot \cos(\theta + \varphi) \right\}, \\ \ddot{z} + \frac{2}{m} (cz - cL\varphi - \mu L \dot{\varphi} + \mu \dot{z}) &= \frac{2}{m} [N \cdot \cos \alpha - fN \cdot \sin \alpha + \\ &+ R_k \sin \varphi - G \cdot \cos \varphi - S_T \cdot \sin(\theta + \varphi) + F_T \cdot \sin \varphi]. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

де t – час; h_o – половина висоти нерівності поверхні ґрунту, м; l_1 – крок нерівності поверхні ґрунту, м; V – поступальна швидкість руху гичкозбиральної машини, м·с⁻¹; \bar{R}_k – сила опору зрізанню гички роторним гичкозрізаючим апаратом, Н; \bar{F}_T – сила тяги трактора, Н.

Визначивши координату z вертикального переміщення центра мас копіювальних коліс, визначено вертикальне переміщення ножа роторного гичкозрізаючого апарата гичкозбиральної машини (точка E , рис. 2):

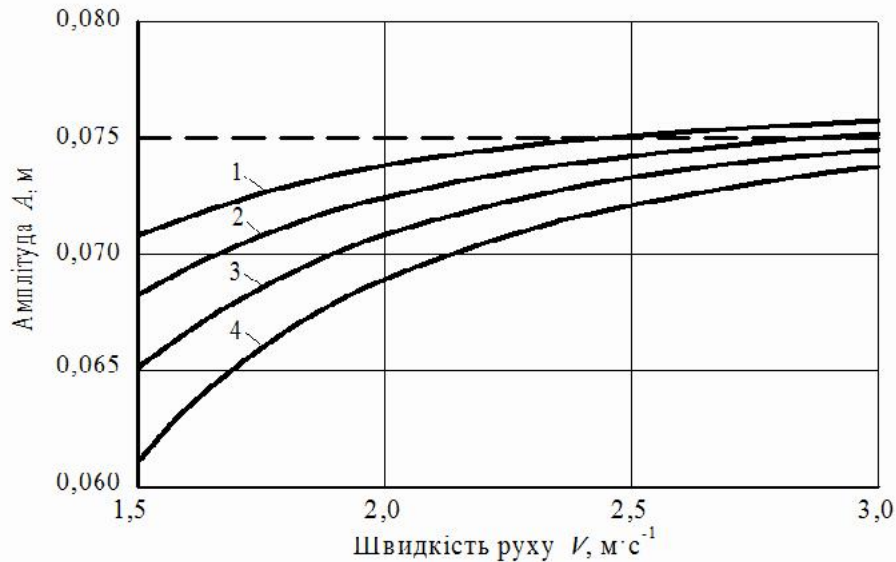
$$S_E(t) = l_2 \varphi(t) - \frac{l_2}{L} z(t), \quad (3)$$

де l_2 – відстань від осі ротора до точки O підвісу гичкозбиральної машини до

нижньої тяги OK ; $\varphi(t)$ – визначається згідно виразу: $\varphi = \frac{h_o}{L} \left(1 - \cos \frac{2\pi V t}{l_1} \right)$.

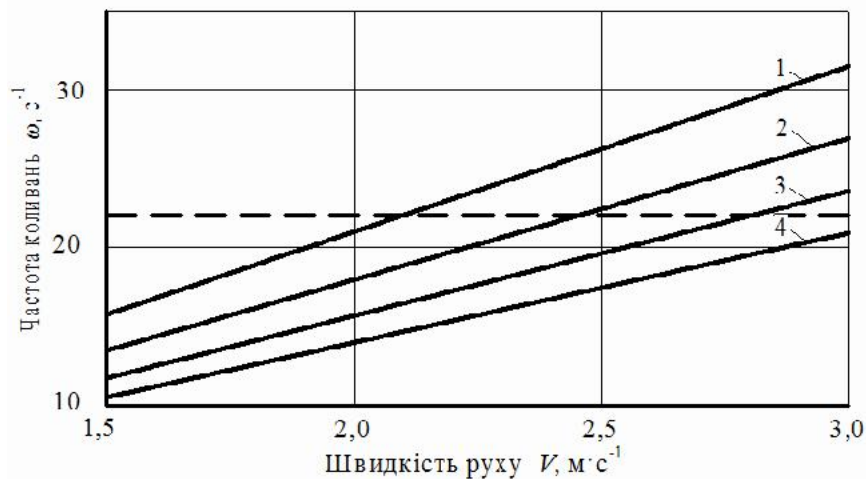
Аналіз отриманої залежності (рис. 3) дозволяє стверджувати, що збільшення ширини захвату агрегатів для основного обробітку ґрунту, а також поліпшення якості підготовки поверхні поля значним чином зменшує коливання фронтальної гичкозбиральної машини, особливо на швидкостях руху до $2,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

З отриманої залежності (рис. 4) видно, що частота змущених коливань ротора не буде перевищувати 22 с^{-1} у всьому діапазоні агротехнічних швидкостей при кроковій нерівності більше $0,9 \text{ м}$.



1 – $l_1 = 0,6 \text{ м}$; 2 – $l_1 = 0,7 \text{ м}$; 3 – $l_1 = 0,8 \text{ м}$; 4 – $l_1 = 0,9 \text{ м}$ ($h_0 = 0,04 \text{ м}$; $l_1 = 0,7 \text{ м}$; $m = 240 \text{ кг}$;
 $l_2 = 1,0 \text{ м}$; $L = 2,0 \text{ м}$; $c = 2000 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}$; $\mu = 85 \text{ Н} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-1}$; $R_k = 300 \text{ Н}$; $F_t = 1750 \text{ Н}$)

Рисунок 3 – Залежність амплітуди A вимушених коливань ротора гичкозбиральної машини від швидкості V її руху при різному кроці нерівностей поверхні ґрунту



1 – $l_1 = 0,6 \text{ м}$; 2 – $l_1 = 0,7 \text{ м}$; 3 – $l_1 = 0,8 \text{ м}$; 4 – $l_1 = 0,9 \text{ м}$

Рисунок 4 – Залежність частоти ω змущених коливань ротора гичкозбиральної машини від швидкості її руху V при різному кроці нерівностей поверхні ґрунту

Так, наприклад, при швидкості руху агрегату $V = 3,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ амплітуда A власних коливань ротора гичкозбиральної машини зменшується в $1,2 \dots 1,5$ рази в порівнянні з висотою нерівностей поверхні поля $h_0 = \pm 0,04 \text{ м}$.

У третьому розділі “Теоретичні дослідження коливань задньоначепленого

на орно-просапний трактор очисника головок коренеплодів від залишків гички при русі по нерівностях поверхні ґрунту”. Відмічено, що в процесі роботи задньоначепленого на трактор очисника він здійснює рухи в просторі, які визначаються поступальною швидкістю руху агрегуючого трактора, рельєфом поверхні поля, розміщенням копіювальних коліс щодо системи підвісу та ін.

За методикою П. М. Василенка було складено розрахункову схему руху задньоначепленого на орно-просапний трактор очисника, розглядаючи його рух тільки у повздовжньо-вертикальній площині (рис. 5).

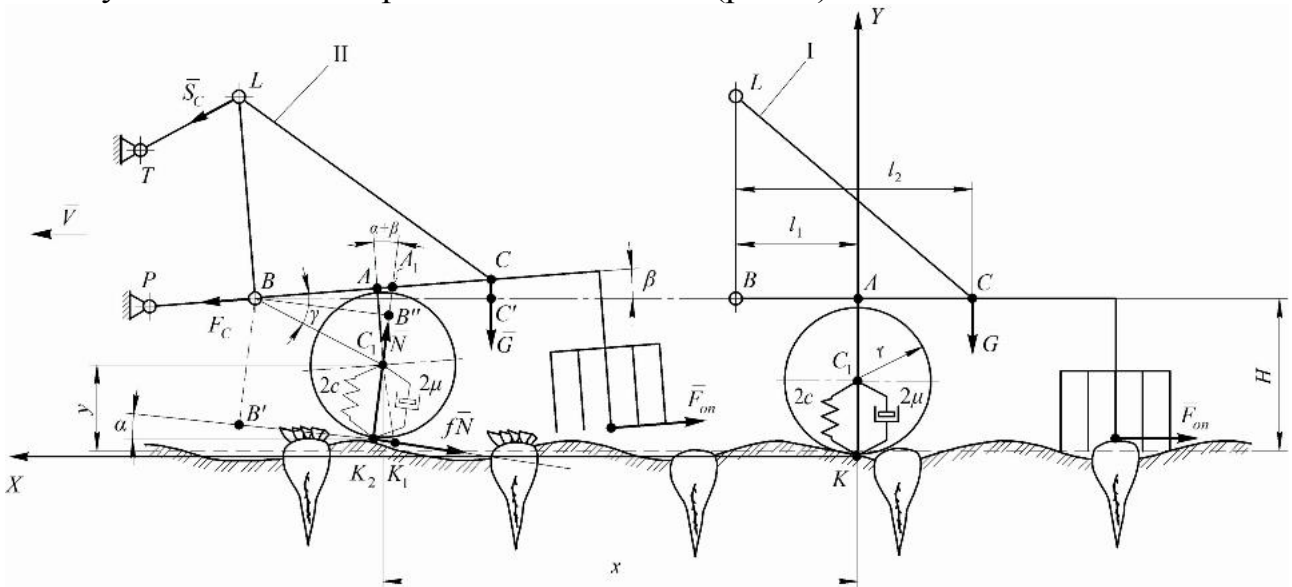


Рисунок 5 – Розрахункова схема руху задньоначепленого очисника головок коренеплодів

Припущено, що в процесі роботи копіювальне колесо рухаючись у міжряддях посівів буряка по поверхні ґрунту синусоїдального поперечного профілю, перемістилося з положення I в положення II. У площині обертання на копіювальне колесо діють наступні сили: сила ваги машини \bar{G} , тягове зусилля \bar{F}_C та сила \bar{S}_C . З боку очисника головок коренеплодів діє сила опору \bar{F}_{on} , що дорівнює по величині й протилежна по напрямку силі \bar{Q} зчісування гички.

Під дією зазначених сил у точці контакту K_1 колеса з нерівністю поверхні ґрунту виникають нормальна \bar{N} й дотична $f\bar{N}$ реакції (f – коефіцієнт опору перекочування). Напрямок дії нормальної \bar{N} й дотичної $f\bar{N}$ реакцій ґрунту визначається кутом α .

Прийнято, що шарнір B не переміщається у вертикальній площині, тобто процес копіювання відбувається тільки за рахунок копіювальних коліс очисника. Швидкість поступального руху прийнята постійною. Вважалося, що в першому наближенні рух точки підвісу очисника до трактора (точка B) є прямолінійним і рівномірним. При цьому центр ваги машини (точка C) перебуває на відстані l_2 від точки підвісу. Відстань між віссю підвісу машини (точка B) і віссю кріплення копіювальних коліс (точка A) позначено через l_1 .

За незалежні координати вибрано вертикальне переміщення y та кут β нахилу рами очисника до горизонту. Після чого визначено складові, що входять у рівняння руху у формі Лагранжа II-го роду (1).

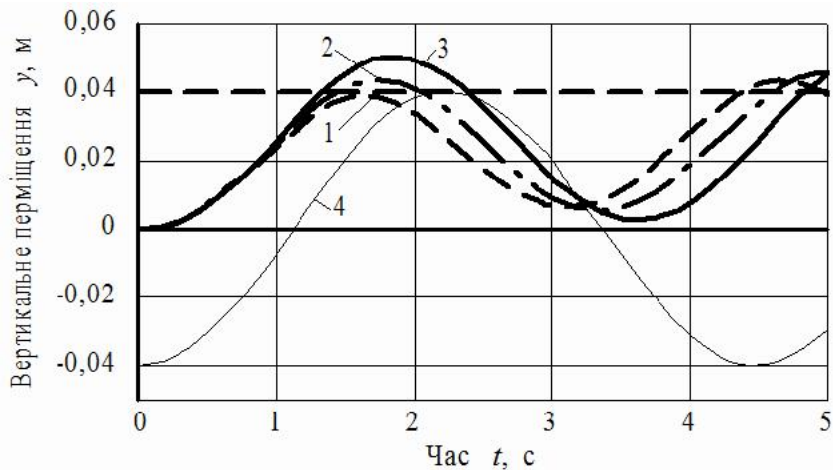
Після проведення необхідних перетворень отримано систему диференціальних рівнянь, яка є розрахунковою математичною моделлю руху задньоначепленого на агрегатуючий орно-просапний трактор очисника головок коренеплодів:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{\beta} &= \frac{N[l_1 \cos(\alpha + \beta) + (H - r) \sin(\alpha + \beta)]}{I_B} + \\ &+ \frac{fN \left[r + \cos(90^\circ + \alpha + \beta - \gamma) \sqrt{(H - r)^2 + l_1^2} \right]}{I_B} + \\ &+ \frac{F_{on}H - Gl_2 \cos \beta + S_C BL \cos(\beta + \theta) - 2cl_1(l_1\beta - y) - 2\mu l_1(l_1\dot{\beta} - \dot{y})}{I_B} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$$\ddot{y} = \frac{-G - fN \sin \alpha + F_{on} \sin \beta + N \cos \alpha - F_C \sin \beta - S_C \sin(\beta + \theta)}{m} +$$

$$+ \frac{2c(l_1\beta - y) + 2\mu(l_1\dot{\beta} - \dot{y})}{m}$$

Далі було складено програму для ПК у середовищі Mathcad та проведено числові розрахунки значення кута β й координати y . Дані цих розрахунків представлені на рис. 6-8.



1 – $r = 0,25$ м; 2 – $r = 0,20$ м; 3 – $r = 0,15$ м; 4 – профіль нерівності поверхні поля ($h = 0,04$ м; $k = 0,7$ м; $l_1 = 0,6$ м; $m = 250$ кг; $l_2 = 0,7$ м; $H = 0,43$ м; $c = 2000$ Н·м⁻¹; $\mu = 70$ Н·с·м⁻¹; $F_{on} = 100$ Н)

Рисунок 6 – Залежність вертикальних коливань y очисника від часу t при різних значеннях радіуса r копіювальних коліс

Так, на рис. 6 представлений графік залежності вертикальних коливань y робочого органа задньоначепленого очисника з вертикальним приводним валом залежно від часу t при його русі по нерівностях поверхні ґрунту. Тонкою лінією позначена модель нерівності поверхні ґрунту. Бачимо, що копіювальні колеса очисника головок коренеплодів від залишків гички на корені при радіусі r менше ніж 0,20 м викликають збільшення вертикальних коливань y .

Що стосується залежностей вертикальних коливань очисника y від часу t при різних значеннях коефіцієнта жорсткості c пневматичних шин копіювальних

колів, представлених на рис. 7, то цей параметр дає змогу змістити коливання відносно вершини нерівності.

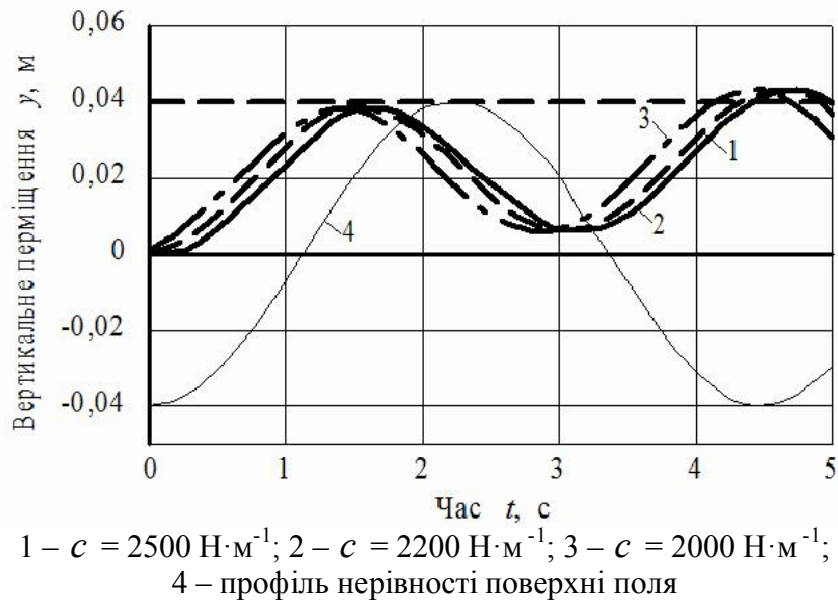


Рисунок 7 – Залежність вертикальних коливань y очисника від часу t при різних значеннях коефіцієнта жорсткості c пневматичних шин системи копіювальних колів

На рис. 8 представлені залежності вертикальних коливань очисника y від часу t при різних значеннях відстані l_2 від точки націплення очисника до центра його мас (точка C), де спостерігаємо значний вплив на коливальний процес і відповідно найлегший шлях для керування його параметрами.

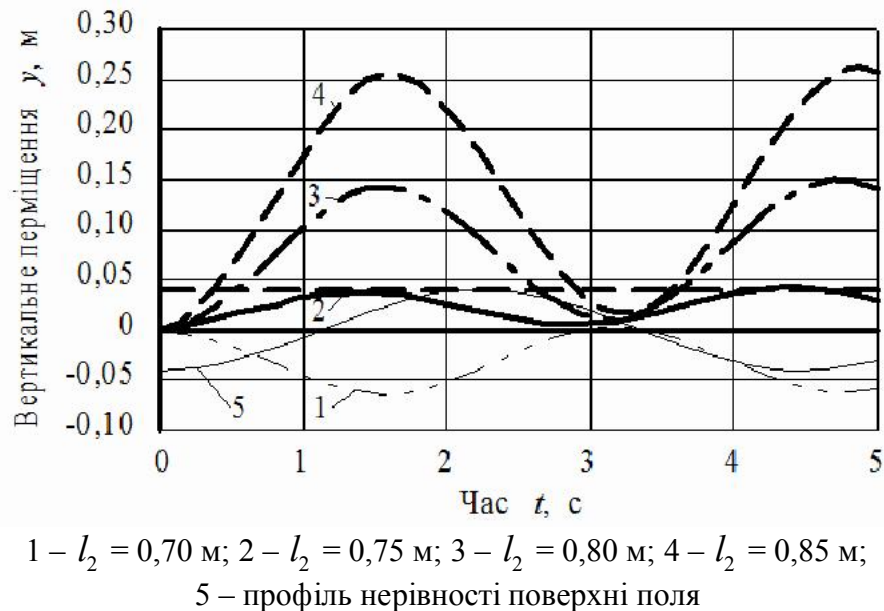
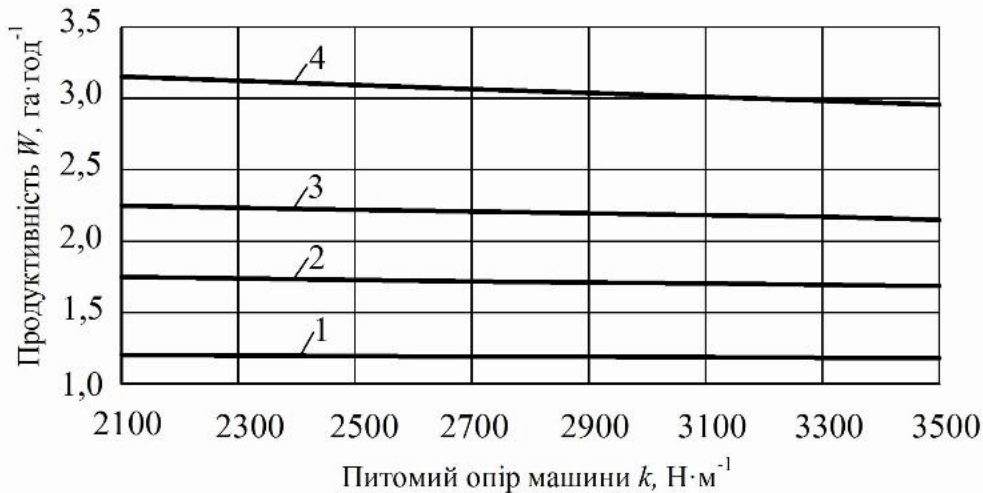


Рисунок 8 – Залежність вертикальних коливань y очисника від часу t при різних значеннях відстані l_2 від точки націплення очисника до центра його мас

У **четвертому розділі** “Обґрунтування складу комбінованих гичкозбиральних машинно-тракторних агрегатів” проведено дослідження, які дозволили розробити математичну модель по обґрунтуванню й вибору складу гичкозбиральних машинно-тракторних агрегатів, які складаються з трактора,

фронтально начепленої гичкозбиральної машини та задньоначепленого очисника головок коренеплодів від залишків гички. При цьому аналітично було визначено залежності робочої швидкості руху даного комбінованого гичкозбирального агрегату та його продуктивності від питомого опору створюваного гичкозбиральною машиною і очисником (рис. 9).



1 – $B = 0,9$ м (дворядний варіант); 2 – $B = 1,35$ м (трьохрядний варіант);

3 – $B = 1,8$ м (чотирьохрядний варіант); 4 – $B = 2,7$ м (шестирядний варіант)

Рисунок 9 – Залежність продуктивності W комбінованого гичкозбирального агрегату у складі колісного агрегатуєчого трактора тягового класу 3 від питомого опору k при різній ширині захвату

У п'ятому розділі “Програма і методика проведення експериментальних досліджень” програмою експериментальних досліджень передбачено: дослідження впливу режимів роботи комбінованого гичкозбирального агрегату на якісні показники; визначення втрат гички при суцільному безкопірному зрізанні гички фронтально начепленою на орно-просапний трактор гичкозбиральною машиною.

Поставлені програмою експериментальних досліджень задачі вирішувались за допомогою лабораторно-польової установки на основі використання експериментального зразка гичкозбиральної машини.

При проведенні експериментальних досліджень за основу взяті елементи загальноприйнятої методики, яка використовується на машино-випробувальних станціях [ОСТ 70.8.6-83], та методик, розроблених науково-дослідними установами по проектуванню, обґрунтуванню та випробуванню різних типів збиральних машин та робочих органів (УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, ННЦ «ІМЕСГ», ВІМ та ін.). Для рішення окремих питань експериментального дослідження розроблялись часткові методики.

Дослідження якості роботи гичкозрізального апарату у вигляді ротора з горизонтальною віссю обертання, проводились на гичкозбиральній машині (рис. 10).

У зв'язку з великими змінами установочних параметрів та режимів роботи дослідження були проведені при зміні одного фактора та постійності інших.

Показником, що характеризує якість роботи гичкозбирального агрегату прийнято залишки гички на головках коренеплодів, в $\text{г}\cdot\text{м}^{-2}$, які визначалися шляхом збирання всіх залишків із ділянки площею 1 м^2 після проходу експериментальної установки (рис. 11).



Рисунок 10 – Загальний вигляд експериментальної установки під час проведення польових експериментальних досліджень



Рисунок 11 – Визначення якості видалення гички дослідною гичкозбиральною машиною

Якісні показники роботи комбінованого гичкозбирального агрегату оцінювали за допомогою побудованої регресійної моделі у вигляді полінома 2 ступеню:

$$Y = b_0 + b_1V + b_{11}V^2 + b_2n + b_{22}n^2 + b_3h + b_{33}h^2 + b_{12}Vn + b_{23}nh + b_{13}Vh, \quad (5)$$

де $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{11}, b_{22}, b_{33}, b_{12}, b_{23}, b_{13}$ – коефіцієнти регресії, які визначалися за допомогою прикладної програми для ПК – Microsoft Excel 2003, STATISTICA і MathCAD 15.

Основними факторами обрано висоту встановлення, частоту обертання приводного валу, а також робочу швидкість поступального руху агрегату.

У шостому розділі “Результати експериментальних досліджень” були встановлені залежності якісних показників роботи комбінованого гичкозбирального машинно-тракторного агрегату.

На адекватність розробленої математичної моделі вказує збіг натурних та розрахункових даних та виконання умови $G_{\max} < G_{\text{табл}}$ при перевірці за критерієм Кохрена. Всі пункти плану по дослідженню показників якості роботи комбінованого гичкозбирального агрегату були реалізовані при кількості дослідів 36 в п’ятикратній повторності.

Для оцінки впливовості факторів та характеру їх впливу на якісний показник роботи отримано залежності у вигляді рівняння регресії:

– в натуральному вигляді:

$$y = 49,39992 - 0,19953n + 167,3833V + 5035,927h, \quad (6)$$

– в кодованому вигляді:

$$Y = 578,8905 - 49,8833 X1 + 167,3833 X2 + 327,3136 X3. \quad (7)$$

З рівняння (7) впливає, що найбільший вплив на масу залишків гички на поверхні головок коренеплодів при застосуванні роторної гичкозбиральної машини має висота зрізу, тобто висота встановлення роторного гичкозрізального апарату над рівнем поверхні ґрунту, а найменший – частота обертання ротора гичкозрізального апарату.

Для більш повного опису процесу видалення гички роторною гичкозбиральною машиною, внаслідок обробки результатів багатofакторного експерименту отримано математичну модель у вигляді рівняння регресії II ступеню:

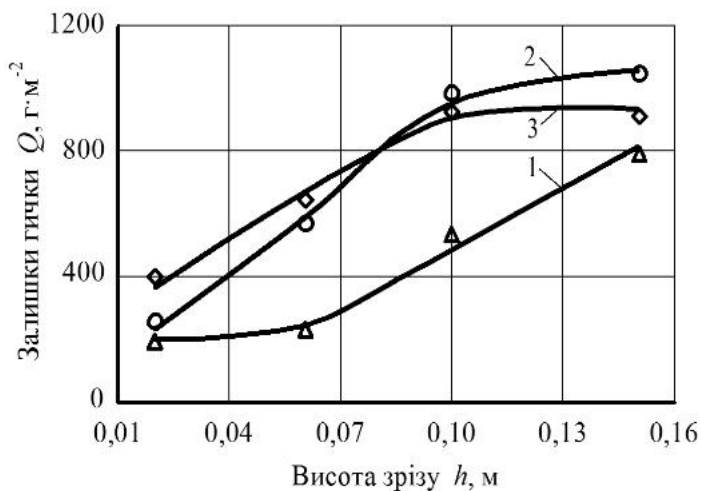
– в натуральному вигляді:

$$Q = -177,593 - 0,24224n + 530,8054V + 8680,805h + 0,000179nn - 109,767VV - 6795,18hh - 0,09602nV - 1159,51Vh - 4,22748nh + 2,158437nVh, \quad (8)$$

– в кодованому вигляді:

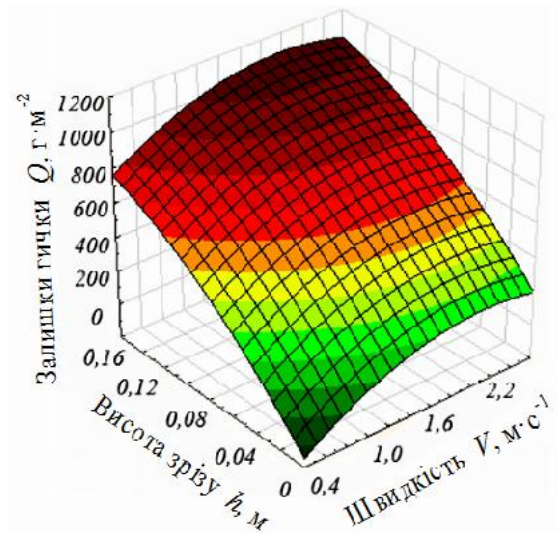
$$Y = 587,2724 - 50,5026X1 + 168,38335327X2 + 327,8374X3 + 11,18333X1X1 - 28,783X3X3 + 21,86292X1X2 + 29,85444X2X3 - 16,0845X1X3 + 35,07582X1X2X3. \quad (9)$$

Графічна інтерпретація рівнянь регресії (8) і (9) представлено у вигляді плоских графіків (рис. 12 а, 13 а, 14 а) та поверхонь відгуку (рис. 12 б, 13 б, 14 б).



а)

1 – $V = 0,5$ м·с⁻¹; 2 – $V = 1,5$ м·с⁻¹; 3 – $V = 2,5$ м·с⁻¹



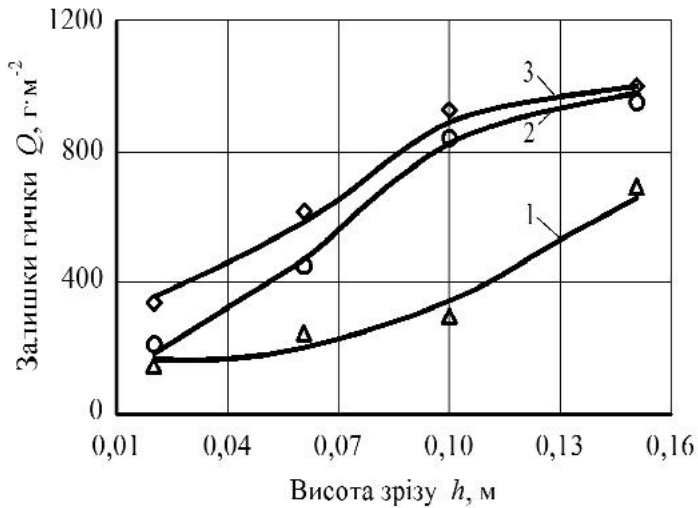
б)

Рисунок 13 – Залежність залишків гички на поверхні головки коренеплодів від висоти установки ротора над рівнем поверхні ґрунту h та швидкості руху V при частоті обертання n ротора гичкозрізального апарату 500 об·хв⁻¹ (а) та поверхня відгуку (б)

Отримане рівняння регресії, а також графічні залежності свідчать, що зменшення залишків гички на поверхні головок коренеплодів можна досягнути зменшенням висоти встановлення гичкозрізального апарату над поверхнею ґрунту і поступальної швидкості руху машини, а також збільшенням частоти обертання ротора.

У сьомому розділі “Впровадження результатів дослідження і його економічна ефективність” при розрахунку економічної ефективності за базовий варіант прийнято технологію із застосуванням серійної гичкозбиральної машини БМ-6А, яка агрегується з трактором МТЗ-82.1, а для реалізації очистки

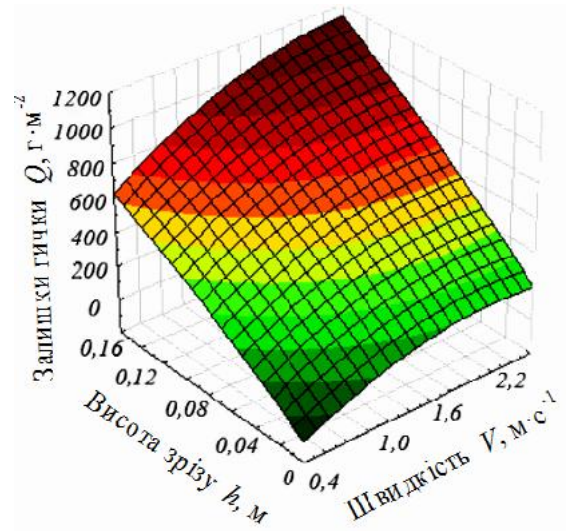
коренеплодів – очисник головок буряка ОГД-6М з трактором МТЗ-82.1. За модернізований варіант прийнято розроблений комбінований гичкозбиральний агрегат з трактором ХТЗ-16131, всі трактори та машини прийнято для розрахунків, як нові.



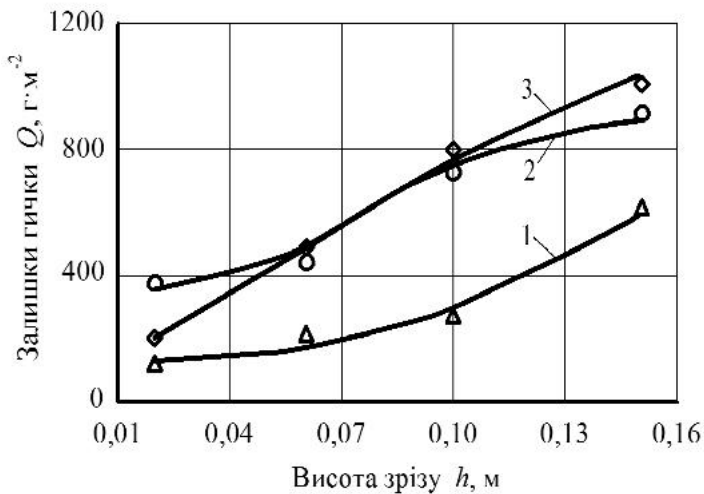
а)

1 – $V = 0,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; 2 – $V = 1,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; 3 – $V = 2,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$

Рисунок 14 – Залежність залишків гички на поверхні головки коренеплодів від висоти установки ротора над рівнем поверхні ґрунту h та швидкості руху V при частоті обертання n ротора гичкозрізального апарата $750 \text{ об} \cdot \text{хв}^{-1}$ (а) та поверхня відгуку (б)



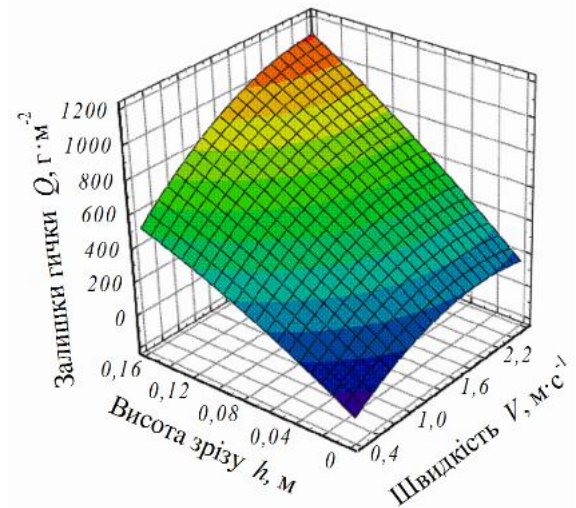
б)



а)

1 – $V = 0,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; 2 – $V = 1,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; 3 – $V = 2,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$

Рисунок 15 – Залежність залишків гички на поверхні головки коренеплодів від висоти установки ротора над рівнем поверхні ґрунту h та швидкості руху V при частоті обертання n ротора гичкозрізального апарата $1000 \text{ об} \cdot \text{хв}^{-1}$ (а) та поверхня відгуку (б)



б)

В результаті розрахунків встановлено, що економія на приведених експлуатаційних витратах від використання комбінованого гичкозбирального агрегату становить $221,77 \text{ грн} \cdot \text{га}^{-1}$ (табл.).

Виробнича перевірка і впровадження комбінованого гичкозбирального машинно-тракторного агрегату здійснена на площі 60 га у державному підприємстві дослідному господарстві “Оленівське” Фастівського району

Київської області.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведене нове вирішення наукового завдання, суть якого полягає у підвищенні техніко-економічних показників роботи комбінованого гичкозбирального агрегату для одночасного збирання основного масиву гички та очистки головок коренеплодів на корені шляхом обґрунтування його схеми, конструктивно-технологічних параметрів та режиму роботи. На основі проведених досліджень зроблено такі основні висновки.

1. Використання науково обґрунтованого комбінованого гичкозбирального агрегату для зрізання гички одночасно з очисткою головок коренеплодів забезпечує підвищення рівномірності руху в повздовжньо-вертикальній площині та відповідно якісне виконання технологічного процесу і економію експлуатаційних витрат.

2. Розроблена нова математична модель фронтально начепленої на орно-просапний трактор гичкозбиральної машини, яка дозволяє обґрунтувати її конструктивні і кінематичні параметри з позиції стійкого руху робочого органу у вертикальній площині.

3. Розроблена нова розрахункова математична модель руху очисника з вертикальним приводним валом, на основі використання вихідних рівнянь динаміки у формі Лагранжа II-го роду дозволяє встановити зв'язок між конструктивними та кінематичними параметрами очисника та характеристиками його коливань.

4. Числове моделювання коливальних характеристик фронтального начепленого гичкозбирального агрегату на основі орно-просапного колісного трактора тягового класу 3 показало, що при прийнятих конструктивно кінематичних параметрах дана коливальна система здатна гасити збурювальний вплив з боку поверхні поля. За швидкості руху агрегату $V = 3,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ амплітуда A власних коливань центра мас копіювальних коліс гичкозбиральної машини зменшується в 1,2...1,5 рази порівняно з висотою нерівностей поверхні поля $h_0 = \pm 0,04 \text{ м}$.

5. Числове моделювання параметрів очисника головок коренеплодів цукрового буряка на корені показало, що найбільш раціональними кінематичними й конструктивними параметрами, які забезпечують високі показники якості очистки головок від залишків гички при мінімальних коливаннях робочого органу в повздовжньо-вертикальній площині: радіус r копіювальних коліс 0,2 м, коефіцієнт жорсткості c пневматичних шин коліс копіювальної системи до $2500 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}$ більше впливає на період коливань, а l_2 відстань від точки начеплення очисника до центра його мас до 0,75 м, коефіцієнт демпфірування μ в діапазоні $73...85 \text{ Н} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-1}$ більше впливає на період коливань, а не на амплітуду.

6. Моделювання продуктивності комбінованих агрегатів на основі колісних тракторів класу 0,9 та 1,4 показало, що вони здатні забезпечувати достатню й стійку продуктивність лише при агрегуванні трьох або чотирирядних машин, а використання шестирядного агрегату можливе лише для трактору класу 1,4 при

малій врожайності та достатньо низьких значеннях питомого опору до $2100...3200 \text{ Н}\cdot\text{м}^{-1}$.

7. Встановлено, що орно-просапний колісний трактор класу 3 забезпечує продуктивність до $3,2 \text{ га}\cdot\text{год}^{-1}$ при використанні 6-ти рядних комбінованих гичкозбиральних агрегатів у всьому діапазоні змін питомого тягового опору $2100...3500 \text{ Н}\cdot\text{м}^{-1}$, а завдяки запасу потужності залишається можливість застосування додаткових приводних пристроїв, наприклад коренезбиральних машин.

8. Аналіз математичної моделі показав, що найбільший вплив на масу залишків гички на поверхні головок коренеплодів при застосуванні роторної гичкозбиральної машини має висота зрізу, а найменший – частота обертання ротора гичкорізального апарату. Встановлено, що раціональними значеннями параметрів процесу, при яких досягатиметься якісне видалення гички роторним гичкорізальним апаратом, є висота зрізу – $0,02 \text{ м}$, а показниками режиму роботи: швидкість руху машини – $1,5...2,0 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та частота обертання ротора – $1000 \text{ об}\cdot\text{хв}^{-1}$.

9. Загальний економічний ефект від використання комбінованого гичкозбирального агрегату на площі впровадження 60 га складає $3452,49 \text{ грн}\cdot\text{га}^{-1}$ при економії приведених експлуатаційних витрата $221,77 \text{ грн}\cdot\text{га}^{-1}$.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Ігнат'єв Є. І. Науково-технічне обґрунтування способів збирання гички цукрового буряку в сучасних умовах / Є. І. Ігнат'єв // Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. ННЦ “ІМЕСГ”. – Глеваха, 2016. – Вип. 3 (102). – С. 82-90.

2. Ігнат'єв Є. І. Розробка нової конструктивно-технологічної схеми збирання гички цукрового буряку з використанням орно-просапного трактора / Ігнат'єв Є. І. // Вісник аграрної науки. – 2016. – №8. – С. 67-71.

3. Ігнат'єв Є. І. Теоретичне моделювання коливального руху задньонавішеного на інтегральний орно-просапний трактор доочищувача головок коренеплодів / Ігнат'єв Є. І. // Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. ННЦ “ІМЕСГ”. – Глеваха, 2016. – Вип.4 (103). – С. 47-56.

4. Булгаков В. М. Теорія вертикальних коливань фронтально навішеної гичкозбиральної машини / В. М. Булгаков, В. В. Адамчук, Є. І. Ігнат'єв // Вісник аграрної науки. – 2017. – №2. – С. 36-42. (Здобувачем складено рівняння руху гичкозбиральної машини).

5. Булгаков В. М. Теоретичне дослідження параметрів комбінованого гичкозбирального агрегату / В. М. Булгаков, В. В. Адамчук, Є. І. Ігнат'єв // Вісник аграрної науки. – 2017. – №3. – С. 47-53. (Здобувачем розроблено конструктивно-технологічну схему нового комбінованого агрегату).

6. Ігнат'єв Є. І. Математична модель експлуатаційних параметрів агрегату з фронтально навішеною гичкозбиральною машиною / Ігнат'єв Є. І. // Вісник Сумського національного аграрного університету. Науковий журнал. Випуск 10/1 (29). – 2016. – С. 58-64.

7. Ігнат'єв Є. І. Теоретичне моделювання коливального руху фронтально навішеної на інтегральний орно-просапний трактор ХТЗ-16131 гичкозбиральної машини / Є. І. Ігнат'єв // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. – Кропивницький: КНТУ, 2016. – Вип. 46. – С. 44-54.

8. Булгаков В. М. Теоретичне дослідження очищення головок коренеплодів буряків гнучкою очисною лопаттю, встановленою на привідному горизонтальному валу / В. М. Булгаков, Є. І. Ігнат'єв // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь, 2016. – Вип. 6., Т. 3. – С. 3-24. *(Здобувачем визначено узагальнені сили, що діють на гнучку очисну лопать).*

9. Bulgakov V. Theoretical investigation of aggregation of top removal machine frontally mounted on wheeled tractor / V. Bulgakov, V. Adamchuk, S. Ivanovs, Y. Ihnatiev // Engineering for rural development. – Jelgava, 2017. – Vol. 16. – p.p. 273–280. *(Здобувачем складено диференціальні рівняння повздовжньо-вертикальних коливань гичкозбирального машинно-тракторного агрегату).*

10. Bulgakov V. Theoretical simulation of parameters of cleaning sugar beet heads from remnants of leaves by flexible blade / V. Bulgakov, I. Golovach, S. Ivanovs, Y. Ihnatiev / Engineering for rural development. – Jelgava, 2017. – Vol. 16. – p.p. 288–295. *(Здобувачем визначено кінетичну енергію очисної лопаті та визначено її раціональні параметри).*

11. Bulgakov V. Theory of vibrations of sugar beet leaf harvester front-mounted on universal tractor / V. Bulgakov, V. Adamchuk, L. Nozdrovicky, Ye. Ihnatiev // Acta Technologica Agriculturae. – 2017. – Issue 4. – pp. 96–103. *(Здобувачем розроблено технологічну схему та математичну модель коливань гичкозбиральної машини в повздовжньо-вертикальній площині).*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

12. Bulgakov V. M. Properties of the sugar beet tops during the harvest / V. M. Bulgakov, V. V. Adamchuk, L. Nozdrovicky, M. M. Boris, Ye. I. Ihnatiev // 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2016. – 7-9 September 2016. – Prague, Czech Republic. p.p. 102-108. *(Здобувачем проведено аналіз стану головок коренеплодів після очистки та визначення ефективного способу для його проведення).*

13. Bulgakov V. Theoretical determination of cutting force of the sugar beet tops from root crop head / V. Bulgakov, M. Boris, Ye., Ihnatiev, H. Beloev // International scientific conference “Conserving soils and water”. – Burgas. 31.08-3.09. 2016. p.p. 68-70. *(Здобувачем проведено математичне моделювання та визначення раціонального значення сили зчісування гички).*

14. Ihnatiev Ye. Theoretical research and development of new design of beet tops harvesting machinery / Ye. Ihnatiev // V International scientific Congress “Agricultural machinery”. – Varna. – Issue 19 (205). Vol. 1, 21-24 June 2017. – pp. 19 – 21.

15. Ігнат'єв Є. І. Аналіз сучасних способів збирання гички цукрового буряку / Ігнат'єв Є. І. / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК». – Мелітополь: ТДАТУ, 14-25 квітня 2016. – С. 95 – 96.

16. Ігнат'єв Є. І. Конструктивно-технологічна схема комбінованого агрегату для збирання гички та очистки головок коренеплодів цукрового буряка / Ігнат'єв Є. І. / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Підготовка ґрунту в системі ресурсозберігаючих технологій». – Кіровоград: КНТУ, 2016. – С. 21 – 22.

17. Ігнат'єв Є. І. Дослідження агрегування гичкозбиральної машини з колісним інтегральним просапним трактором тягового класу 3 / Ігнат'єв Є. І. // Збірник тез доповідей XVII Міжнародної конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн». – К., 2017. – С. 37 – 38.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

18. Патент України №115407, МПК А01D 23/02. Очисник головок коренеплодів / В. М. Булгаков, В. В. Адамчук, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, Є. І. Ігнат'єв. – а201609329; заявл. 07.09.2016; опубл. 25.10.2017. – Бюл. № 20. *(Здобувачем розроблений механізм, що забезпечує сталий рух очисної лопати).*

19. Патент України №115839, МПК А01D 23/02. Очисник головок коренеплодів / В. М. Булгаков, В. В. Адамчук, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, Є. І. Ігнат'єв. – а20160924; заявл. 07.09.2016; опубл. 26.12.2017. – Бюл. № 24. *(Здобувачем розроблена конструктивна схема очисника).*

20. Патент України №115942, МПК А01D 23/02. Очисник головок коренеплодів / В. М. Булгаков, В. В. Адамчук, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, Є. І. Ігнат'єв. – а201609325; заявл. 07.09.2016; опубл. 10.01.2018. – Бюл. № 1. *(Здобувачем вдосконалено привод та механізм зміни кута нахилу очисної лопати).*

АНОТАЦІЯ

Ігнат'єв Є.І. Обґрунтування параметрів комбінованого агрегату для збирання гички на основі орно-просапного трактора. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» (133 – Галузеве машинобудування). – Таврійський державний агротехнологічний університет Міністерства освіти і науки України, Мелітополь, 2018.

У дисертаційній роботі викладено результати теоретичних та експериментальних досліджень роботи комбінованого гичкозбирального машинно-тракторного агрегату.

Обґрунтовано схему комбінованого гичкозбирального машинно-тракторного агрегату та його конструктивно-технологічні параметри.

Розроблена математична модель коливань у повздовжньо-вертикальній площині комбінованого гичкозбирального агрегату, яка дозволяє обґрунтувати його конструкційні і кінематичні параметри з позиції його стійкого руху у вертикальній площині.

Отримані емпіричні закономірності впливу швидкості руху комбінованого гичкозбирального агрегату, висоти встановлення робочих органів над поверхнею ґрунту та частоти їх обертання на якість виконання технологічного процесу видалення гички та очистки головок коренеплодів.

На основі узагальнення отриманих результатів досліджень розроблено новий комбінований гичкозбиральний машинно-тракторний агрегат, ефективність використання якого перевірена та підтверджена в умовах виробничої експлуатації.

Ключові слова: комбінований машинно-тракторний агрегат, гичка, роторний ріжучий апарат, очистка головок коренеплодів, коливання, параметри, диференціальні рівняння, рішення на ПК, стійкість руху.

АННОТАЦІЯ

Игнатьев Е.И. Обоснование параметров комбинированного агрегата для уборки ботвы на основе пахотно-пропашного трактора. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук (доктора философии) по специальности 05.05.11 – Машины и средства механизации сельскохозяйственного производства (133 – Отраслевое машиностроение). – Таврический государственный агротехнологический университет Министерства образования и науки Украины, Мелитополь, 2018.

В диссертационной работе изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований работы комбинированного ботвоуборочного машинно-тракторного агрегата.

Обоснована схема комбинированного ботвоуборочного машинно-тракторного агрегата и его конструктивно-технологические параметры.

При выполнении теоретических исследований применены методы математического моделирования, которые основываются на составлении дифференциальных уравнений движения машин и машинных агрегатов, теории тракторов, составление программ и численных расчетов на ПК.

Разработанная математическая модель колебаний в продольно-вертикальной плоскости комбинированного ботвоуборочного агрегата, которая позволяет обосновать его конструкционные и кинематические параметры с позиции его устойчивого движения в вертикальной плоскости.

Полученные эмпирические закономерности влияния скорости движения комбинированного ботвоуборочного агрегата, высоты установки рабочих органов над поверхностью почвы и частоты их вращения на качество выполнения технологического процесса удаления ботвы и очистки головок коренеплодов.

Программой экспериментальных исследований предусмотрены: исследование влияния режимов работы комбинированного ботвоуборочного агрегата на качественные показатели; определение потерь ботвы при сплошному бескопирном срезе ботвы фронтально навешенной на пахотно-пропашной трактор ботвоуборочной машины.

Поставленные программой экспериментальных исследований задачи решались с помощью лабораторно-полевой установки на основе использования экспериментального образца ботвоуборочной машины.

В диссертационной работе приведено новое решение научной задачи, суть которой состоит в повышении технико-экономических показателей работы комбинированного ботвоуборочного агрегата для одновременной уборки основного массива ботвы и очистки головок корнеплодов на корню путем обоснования его схемы, конструктивно-технологических параметров и режима работы.

На основе обобщения полученных результатов исследования разработан новый комбинированный ботвоуборочный машинно-тракторный агрегат, эффективность использования которого проверена и подтверждена в условиях производственной эксплуатации.

Ключевые слова: комбинированный машинно-тракторный агрегат, ботва, роторный режущий аппарат, очистка головок корнеплодов, колебание, параметры, дифференциальные уравнения, решение на ПК.

ABSTRACT

Ihnatiev Ye.I. Parameters substantiation of combined unit for beet tops harvesting on base of arable and row-crop tractor. – Qualifying scientific work on the Manuscript rights.

Thesis for Candidate degree of Technical Sciences (PhD) on specialty 05.05.11 – Machines and means of mechanization of agricultural production (133 – Branch machine building). – Tavria State Agrotechnological University Ministry of Education and Science of Ukraine, Melitopol, 2018.

In the dissertation work results of theoretical and experimental researches of operation of the combined machine and tractor unit for beet tops harvesting are stated.

The scheme of combined machine and tractor unit for beet tops harvesting and its design and technological parameters are substantiated.

The developed mathematical model of oscillations in the longitudinally vertical plane of combined beet tops harvesting unit, which allows us to justify its structural and kinematic parameters from the position of its steady motion in the vertical plane.

The obtained empirical regularities of the influence of the speed of movement of the combined unit for beet tops harvesting, the height of the installation of working organs above soil surface and the frequency of their rotation on quality of technological process for beet tops removal and root crops post-cleaning.

On the basis of generalization of the obtained research results, a new combined machine and tractor unit for beet tops harvesting has been developed, the efficiency of its use has been verified and confirmed in conditions of production operation.

Keywords: combined machine-tractor unit, beet tops, rotary cutting device, cleaning of root crops heads, oscillation, parameters, differential equations, PC solution.

Підписано до друку 26.04.2018 р. Замовл.: №577.
Формат 60x84x1/16. Ум. друк. арк. 1,0. Наклад 100 прим.

Віддруковано в Таврійському державному
агротехнологічному університеті.
Адреса: 72310, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18.