

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

На правах рукопису

БЕРЕЖЕЦЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВОДІННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ
МАШИН В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ВИРОЩУВАННЯ
ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Спеціальність 05.20.01. - механізація сільськогосподарського виробництва

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 1996

31.181

№. 36.360

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00743918 (W)

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

На правах рукопису
УДК 631.35/37.001.2

БЕРЕЖЕЦЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВОДІННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ
МАШИН В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ВИРОЩУВАННЯ
ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Спеціальність 05.20.01. - механізація сільськогосподарського виробництва

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 1996

Роботу виконано в Харківському державному
технічному університеті сільського господарства

Науковий керівник - кандидат технічних наук, професор
Крижачківський М.Л.

Офіційні опоненти: академік, доктор технічних наук, професор
Серебряков І.М.

кандидат технічних наук, доцент
Мандрика В.Р.

Провідна установа - Український науково-дослідний
інститут сільськогосподарського
машинобудування

Захист відбудеться 26 " зрудня 1996 р. в 10 годин на
засіданні спеціалізованої Ради К. 02.20.02 при Харківському державному
технічному університеті сільського господарства (ХДТУСГ).

Просимо прийняти участь в обговоренні дисертації, або надіслати
відгук на автореферат у двох примірниках, засвідчений гербовою печаткою за
адресою: 310078, м.Харків-78, вул.Артема 44, ХДТУСГ.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотечі ХДТУСГ.

Автореферат розіслано 26 " листопада 1996 р.

Учений секретар
спеціалізованої Ради
к.т.н., професор



Єрмолов Л.С.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вирощування цукрових буряків і виробництво цукру в Україні є одним з найважливіших напрямків розвитку агропромислового сектору держави. Досвід створення бурякозбиральної техніки виявив серйозну проблему необхідності підвищення чіткості пересування бурякозбиральних машин, особливо в умовах роботи на слабонесучих ґрунтах, на схилах, за умов перемінної швидкості руху і т.і.

Мета дослідження. Підвищення точності водіння бурякозбиральної машини за умов перемінної швидкості руху у технологічному процесі вирощування цукрових буряків.

Об'єкт дослідження. Бурякозбиральні машини КС-6Б-02 і РКС-6.

Методика дослідження. Теоретичні дослідження базуються на теорії чутливості динамічних систем до зміни параметрів, моделюванні на ЕОМ процесу руху бурякозбиральної машини при перемінних параметрах. Експериментальні дослідження виконувались у лабораторних умовах з наступною оцінкою точності руху бурякозбиральної машини КС-6Б-02 під час збирання цукрових буряків.

Наукова новизна. В дисертації одержано наступні нові наукові результати:

- узагальнена модель технологічного процесу збирання цукрових буряків;
- оптимальні режими роботи викопуючих робочих органів бурякозбиральної машини за умов перемінної швидкості руху;
- структура та параметри коректора системи автоводіння по швидкості руху бурякозбиральної машини;
- методика оцінки точності руху бурякозбиральної машини;
- рекомендації щодо підвищення точності руху бурякозбиральної машини з системою автоводіння.

Практична цінність. Проведені дослідження дозволили обґрунтувати параметри коректора системи автоводіння бурякозбиральної машини за умов перемінної швидкості руху.

Апробація роботи. Основні положення та результати дисертаційної роботи схвалені на наукових конференціях професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів Таврійської державної агротехнічної академії й Харківського державного технічного університету сільського господарства (1995, 1996 рр.), міждержавному симпозіумі з сільгоспмашинобудування (м.Харків, Укр НДІСГОМ, 1994 р.) та на науково-технічній Раді Дніпропетровського комбайнового заводу.

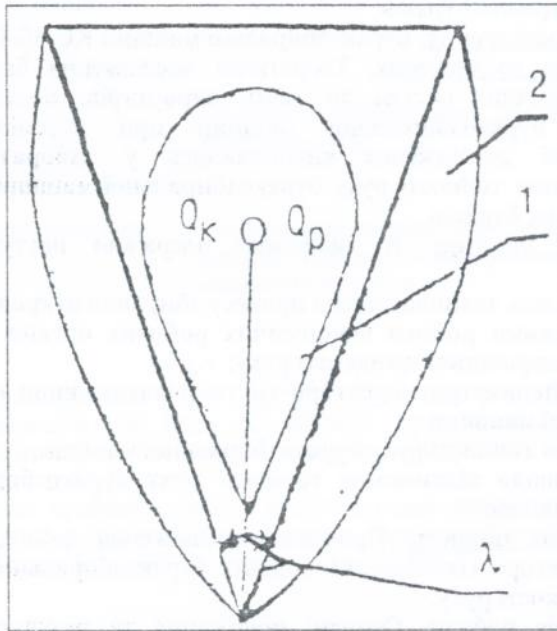
Впровадження. Матеріали дослідження передані з метою реалізації до Українського НДІ сільгоспмашинобудування й до Дніпропетровського комбайнового заводу.

Публікації. Основні положення та результати дисертаційної роботи опубліковані у чотирьох друкованих працях.

Обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти глав, основних висновків, списку використаної літератури, а також додатків. Вона містить 163 сторінки машинопису, 54 малюнки, список використаної літератури - 40 найменувань.

У вступі обгрунтовується актуальність проблеми підвищення точності руху бурякозбиральної машини, формулюється мета дослідження, а також основні положення, які виносяться на захист.

І. Стан питання й завдання дослідження. Проаналізовано рівень удосконалення бурякозбиральних машин, систем автоводіння збиральних агрегатів. Ці питання знайшли своє віддзеркалення у працях Погорілого Л.Г.,



Мал.1. Модель розміщення коренеплоду (1) та ширини розхилу дискових копачів (2) бурякозбиральної машини.

Кашурка О.С., Віткевича В.Б., Кузьминова В.Г., Татянюк М.В., Глуховського В.С., Серебрякова І.М., Федорова Ю.І., Брєя В.В. та інших авторів. На підставі даних досліджень вирішені завдання конструктивного удосконалення бурякозбиральних машин та систем їх автоводіння, обгрунтовані рекомендації з ефективного використання бурякозбиральної техніки.

Питання точності руху збиральних агрегатів у технологічних процесах вирощування ільськогосподарських культур віддзеркалені у працях Віткевича В.Б., Кашурка О.С., Лебедева О.Т., Федорова Ю.І., Шаповалова В.Д. та інших авторів.

Однак, досліджень по проблемі підвищення точності автоводіння бурякозбиральної машини за умов перемінної швидкості руху не проводилось.

Згідно загальної мети у роботі вирішувались наступні завдання:

- розробити узагальнену модель технологічного процесу збирання цукрових буряків;
- обґрунтувати оптимальні режими роботи викопуючих робочих органів бурякозбиральної машини при змінній швидкості руху;
- обґрунтувати структуру й параметри коректора системи автоводіння згідно швидкості руху бурякозбиральної машини;
- розробити методичку оцінки точності руху бурякозбиральної машини;
- обґрунтувати рекомендації щодо підвищення точності руху бурякозбиральної машини з системою автоводіння.

2. Технологічне обґрунтування оптимальних режимів роботи бурякозбиральної машини.

За оптимальний режим роботи бурякозбиральної машини прийнято такий, за умов якого забезпечується максимальна її продуктивність при виконанні завдань аграрно-технічних обмежень. При цьому передбачається, що кінематичні параметри викопуючих робочих органів, особливо глибина захвату коренеплодів по ширині розхилу копача, визначають, в основному, якість збирання коренеплодів цукрових буряків. Змінність ширини розхилу копачів зумовлена насамперед зміною діаметру коренеплодів по довжині рядка, відхиленням центрів коріння від осі лінії рядка тощо.

Мінімальні втрати коріння цукрових буряків при збиранні будуть за умов співпадання геометричних центрів коренеплода (Q_k) і ширини розхилу копача (Q_p), яка характеризується кутом λ розхилу викопуючих робочих органів. На координати Q_k і Q_p головний вплив справляють дві незалежні випадкові величини, підпорядковані нормальному закону розподілу - розподіл коріння згідно ширині рядка й діаметру. У цьому випадку імовірність ушкодження коріння цукрових буряків буде $P_n = P_k P_p$ - імовірності, відповідно потрапляння до рядку коріння цукрових буряків й ширини розхилу копача. Для основних зон бурякосіяння України імовірність пошкодження коріння цукрових

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

буряків знаходиться у межах 5...15%, що свідчить про необхідність підвищення точності руху бурякозбиральних машин.

З метою оцінки продуктивності бурякозбиральної машини розглядається її об'ємна продуктивність, яка характеризується об'ємом зібраних коренеплодів за один оберт робочого органу

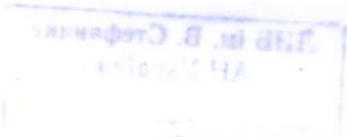
$$Q_D = \frac{v_M \cdot S \cdot B}{t_p + t_{CP}}, \quad (1)$$

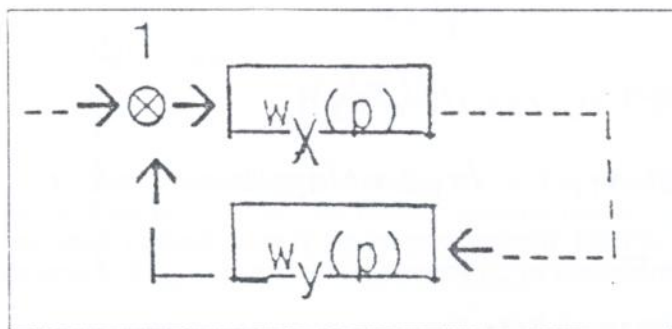
де v_M - поступальна швидкість машини;
 S - подача коріння за один оберт робочого органу, м/об.;
 B - глибина захвату коріння по ширині робочого органу, м;
 t_p - час робочого руху викопуючого органу, с;
 t_{CP} - час на технічне обслуговування, с.

З метою оцінки продуктивності бурякозбиральної машини згідно залежності (1) розглянуті умови зниження об'єму зібраних коренеплодів цукрових буряків за одиницю часу внаслідок зменшення параметрів v_M , S , B , t_p .

Одержано, що зміна стану геометричного центру коренеплоду цукрових буряків внаслідок зміни його параметрів описується перехідною характеристикою $y_K = y(t, 0)$, а геометричного центру ширини розхилу копачів - $y_P = y(t, \Delta\beta)$, де $\Delta\beta$ - відхилення геометричних центрів розхилу копачів (O_P) і коренеплоду цукрових буряків (O_K). Для даного випадку доведено, що об'ємні втрати цукрових буряків в процесі збирання змінюються обернено пропорційно середньоквадратичному відхиленню перехідної характеристики $y_P = y(t, \Delta\beta)$ від $y_K = y(t, 0)$.

З метою оцінки стабільної роботи бурякозбиральної машини у основу структурної схеми технологічного процесу збирання цукрових буряків (Мал.2) покладено динамічні ланки копача $w_X(p)$ та коренеплоду $w_Y(p)$:





Мал.2. Структурна схема технологічного процесу

$$w_x(p) = k_x(t_{2x}r^2 + t_{1x}p + 1) \quad (2)$$

$$w_y(p) = \frac{k_c}{t_{yp} + 1} \quad (3)$$

де: $t_{2x} = m_x / c_y$;
 $t_{1x} = n_x / c_y$; $k_c = 1 / c_x$ -

постійні часу та коефіцієнт передачі коріння цукрових буряків;

m_x, n_x, c_x - відповідно, маса, коефіцієнт демпфування та жорсткість коріння;
 $k_c = k_B$ - жорсткість процесу витягання коріння з ґрунту
 (k - питома сила витягання коріння з ґрунту).

Для даної моделі одержані граничні параметри глибини захвату коріння по ширині робочого органу (v_{np}), подавання коріння (s_{np}) та швидкості руху ($v_{мпр}$), за умов яких забезпечується стабільна робота бурякозбиральної машини:

$$\begin{aligned}
 v_{\text{пр}} &= \tau_{1x}(2 + \tau_{1x}/\sqrt{\tau_{2x}})/(\kappa_x\sqrt{\tau_{2x}}); \\
 S_{\text{пр}} &= v_M/2(\sqrt{\tau_{1x}/2} \pm \sqrt{\tau_{1x}Z + 4\sqrt{\tau_{2x}/Z}}; \\
 v_{\text{mgh}} &= S/\sqrt{\tau_{2x}} \\
 \text{де: } Z &= (\kappa_C\tau_{2x}v_M)/\tau_{1x}.
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} v_{\text{пр}} \\ S_{\text{пр}} \\ v_{\text{mgh}} \\ \text{де: } Z \end{aligned}} \right\} (4)$$

При визначенні максимуму об'ємної продуктивності бурякозбиральної машини за залежністю (1) розглядаються Q_d і t_p як функції v_M , S і v , що призводить до нерозв'язної системи рівнянь. У зв'язку з цим при оптимізації процесу збирання цукрових буряків визначаються функції v_M , S , v - перемінними, а дві інших - постійними. Вважаючи на те, що вплив кожного з параметрів v_M , S і v на процес збирання цукрових буряків різний, необхідна порівняльна оцінка кожного параметру на об'ємну продуктивність бурякозбиральної машини. З цією метою залежність (1) записується у вигляді

$$Q_d = \frac{v_M S v C_v 1/m}{C_v 1/m + \tau_C v_M 1/m S^y / m_B x^m}, \quad (5)$$

де C_v - параметр якості зібраних цукрових буряків;

m , x , y - показники ступеню, які характеризують параметри v_M , S , і v .

Завдання оптимізації продуктивності бурякозбиральної машини за умов перемінних вхідних параметрах v_M , S і v вирішено для трьох випадків:

1. При $S = \text{var}$ та $v_M = \text{const}$, $v = \text{const}$ залежність положення копачів і стану коріння цукрових буряків є функцією від подавання (S) коріння за один оберт робочого органу, причому, для $m < y < 1$ як при $S \rightarrow 0$, так і при $S \rightarrow \infty$ значення $Q_y(S) \rightarrow 0$. Для даного випадку максимум продуктивності бурякозбиральної машини визначається залежністю

$$Q_D(S)_{\max} = \frac{mC_U 1/y_B^{1-x/y}}{yC_Y(m-1)^m/y-1 + \tau_C^m/yU_M^{1/y-1}}, \quad (6)$$

Аналіз залежності (6) показує, що за умов перемінної передачі коріння до розхилу копача $S = \text{var}$ для різних значень швидкості $U_{M1}, U_{M2}, \dots, U_{Mn}$ та постійній глибині захвату по ширині розхилу копача ($v = \text{const}$) екстремум функції $Q_D(S)_{\max}$ спадає зі збільшенням U_M та зменшенням S .

2. При $U_M = \text{var}$ та $v = \text{const}$, $S = \text{const}$ максимум продуктивності бурякозбиральної машини визначається залежністю

$$Q_D(U_M)_{\max} = \frac{mC_U v^{1-xS^{1-y}}}{\tau_C (1/m-1)^{(m-1)}}, \quad (7)$$

а завдання оптимізації вирішується по системі рівнянь

$$\left. \begin{aligned} \tau_p &= (1/m-1)\tau_C; \\ U_M &= C_U / (1/m-1)^m \tau_C^m S_{\text{пр}}^m v_{\text{пр}}^x; \\ S &= S_{\text{пр}}; \quad v = v_{\text{пр}}; \\ Q_{D\max} &= mC_U v_{\text{пр}}^{1-x} S_{\text{пр}}^{1-y} / [\tau_C^m (1/m-1)^{(m-1)}] \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Аналіз залежності (7) свідчить, що за умов перемінної швидкості руху бурякозбиральної машини $U_M = \text{var}$ для різного подавання коріння за один оберт робочого органу S_1, S_2, \dots, S_n та постійній глибині захвату по ширині збирального апарату ($v = \text{const}$) екстремум функції $Q_D(U_M)_{\max}$ спадає як і для першого випадку зі збільшенням U_M і зменшенням S .

3. При $v_M = \text{var}$, $S = \text{var}$, $B = \text{var}$ з метою спрощення вирішення завдання параметри v_M та B подаються як функції від S , тобто $v_M = v_M(S)$,

$v = v(S)$. У цьому випадку $Q_{дп} = Q_{д}[v_M(S), v(S), S]$ й функція $Q_{д}$ буде мати максимум в межах існування, тобто $dQ_{д}/dQ = 0$. Після диференціювання вираження (6) щодо подачі S та деяких перетворень завдання оптимізації керування бурякозбиральною машиною вирішується за рівнянням

$$\begin{aligned} & (v_M S v / C_v)^{1/m} + \tau_c v_M^{1/m} v^x / m S y / m) = \\ & = m C_v^{1-1/m} S_{пр}^{1-y} v_{пр}^{1-x} / [\tau_c^m (1/m-1)^{m-1}], \end{aligned} \quad (9)$$

де C_v - коефіцієнт, який характеризує геометричні параметри коренеплоду цукрових буряків.

Одержані залежності продуктивності (1) бурякозбиральної машини від параметрів v_M , S , v і t_p та меж оптимальних керувань (4) дозволяють перейти до оцінки точності її автокерування.

3. Точність автоводіння бурякозбиральної машини за умов зміни швидкості руху. Під точністю системи автоматичного водіння (САВ) розуміється середньоквадратичне відхилення бурякозбиральної машини від рядка, яке в решті - решт характеризує зниження обсягу збирання коріння цукрових буряків. При цьому завдання підвищення точності САВ вирішується при перемінних параметрах бурякозбиральної машини.

Передавальна функція бурякозбиральної машини за поперечним зміщенням точки копіювання від зміни кута повороту керованих коліс має вигляд.

$$W_k(p) = K \frac{T_{3,1} p^2 + T_{4,1} p + 1}{p^2 (T_2^2 p^2 + T_1 p + 1)}, \quad (10)$$

де T_1 , T_2 , $T_{3,1}$, $T_{4,1}$ - постійні часу бурякозбиральної машини (табл.1).

Таблиця 1

Параметри динамічної моделі бурякозбиральної машини КС-6Б-02

v_M , м/с	$T_1 \cdot 10$, с	$T_2 \cdot 10$, с	$T_{3,1} \cdot 10$, с	$T_{4,1} \cdot 10$, с	K	m, кг
1,5	0,31	0,11	0,15	0,34	0,201	8500
	0,33	0,12	0,16	0,34	0,201	9000
	0,35	0,14	0,17	0,34	0,201	9500
1,75	0,41	0,20	0,15	0,26	0,359	8500
	0,44	0,22	0,16	0,26	0,359	9000
	0,46	0,25	0,17	0,26	0,359	9500
2,0	0,57	0,38	0,16	0,20	0,607	8500
	0,53	0,34	0,15	0,20	0,607	9000
	0,60	0,43	0,17	0,20	0,607	9500

Аналіз параметрів динамічної моделі бурякозбиральної машини КС-6Б-02 свідчить, що постійні часу й коефіцієнт підсилення залежить, в основному, від швидкості руху. Так, наприклад, коефіцієнт K за умов зміни маси бурякозбиральної машини залишається стабільним, але при зміні v_M від 1,5 до 2,0 м/с збільшується з 0,2 до 0,6.

На точність автоводіння бурякозбиральної машини суттєво впливають пружні властивості коріння цукрових буряків. У цьому випадку динамічна модель збирання характеризуватиметься передавальними функціями бурякозбиральної машини $W_y^y(p)$, збурюючої дії $W_y^f(p)$, процесу збирання $W_y(p)$ й викопуючого робочого органу $W_p(p)$

$$\left. \begin{aligned}
 W_y Y(p) &= 1/y^Y(p)/p_c(p) = K_c/(T_{2x}p^2 + T_{1x}p + 1), \\
 W_y^f(p) &= 1/y^f(p)/f(p) = K_f/(T_{2x}p^2 + T_{1x}p + 1), \\
 W_y(p) &= p_c(p)/\delta(p) = K_y/(T_y p + 1), \\
 W_p(p) &= y(p)/\xi(p) = K_p/(T_k p + 1),
 \end{aligned} \right\} (11)$$

де $y^Y(p)$, $y^f(p)$, $y_n(p)$ - операторні зображення пружних переміщень коріння від впливу машини, збурюючих дій й у робочому органі;

p_c , $f(p)$, $\delta(p)$, $\xi(p)$ - операторні зображення деформації коріння, збурюючих дій, процесу збирання та робочого органу;

K_c , K_f , K_y , K_p та T_{1x} , T_{2x} , T_y , T_k - коефіцієнти підсилювання та постійні часу бурякозбиральної машини, збурюючої дії, технологічного процесу збирання та робочого органу;

$\xi(p) = y^0(p) - y(p)$ - операторне зображення помилки керуючої дії $y^0(p)$ та регулюємого параметру $y(p)$.

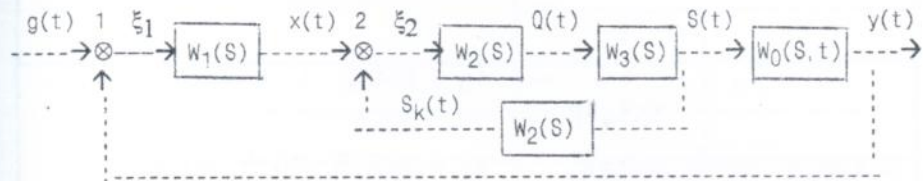
З метою підвищення точності суміщення розхилу копача з корінням цукрових буряків необхідно введення до системи керування бурякозбиральної машини додаткового позитивного зворотного зв'язку за складовою p_c деформації коріння з передавальною функцією $W_{oc}(p)$. У цьому випадку помилка $\xi_y(p)$ по керуванню y^0 записується у вигляді.

$$\xi_y(p) = \frac{[1 - W_y(p)W_p(p)W_{oc}Y(p) + W_y^Y(p)W_y(p)]y^0(p)}{1 - W_y(p)W_p(p)W_{oc}Y(p) + W_y^Y(p) + W_y^Y(p)W_y(p)W_p(p)} \quad (12)$$

Прирівнявши чисельник вираження (12) до нуля, визначається структура та параметри передавальної функції $W_{OC}^Y(p)$, при яких усувається помилка

$$W_{OC}^Y(p) = [1 - W_Y(p)W_p(p)] / [W_Y(p)W_p(p)] \quad (13)$$

Для автоматизації водіння бурякозбиральної машини КС-6Б-02 використано систему автоматичного водіння (САВ-1М), яка допускає коригування динамічних параметрів.



Мал. 3. Структурна схема САВ-1М:

де $W_1(S)$, $W_2(S)$, $W_3(S)$, $W_k(S)$ - передавальні функції, відповідно, пристроїв вимірювального, підсилювально-перетворюючого, виконуючого та коригуючого;

$W_0(S, t)$ - передавальна функція бурякозбиральної машини з перемінними параметрами;

$g(t)$ - завдаюча дія, $y(t)$ - величина, що регулюється;

$\xi_1 = g(t) - y(t)$, $\xi_2 = x(t) - S(t)$ - помилки узгодження;

$Q(t)$ - витрата робочої рідини у виконуючому пристрої;

$S(t)$ - регулююча дія (кут повороту керованих коліс).

Передавальна функція САВ-1М бурякозбиральної машини за помилкою стеження має вигляд

$$W_{ав}(p) = \frac{1}{1 + W_p(p)W_3(p)}, \quad (14)$$

де $W_p(p)$, $W_3(p)$ - передавальні функції автоматичного регулятора та виконуючого пристрою.

Модуль частотної функції САВ-1 записується у вигляді:

$$|A(\omega)|^2 = K_a^2 \frac{a^2 + v^2}{c^2 + d^2} \quad (15)$$

$$\text{де } K_a = v_M \frac{K_0 K_2}{K_5}; \quad a = 1 - T_3 T_5 \omega^2; \quad v = \omega (T_3 + T_5);$$

$$c = \omega^2 [\omega^2 (T_2 + T_1 T_4) - 1]; \quad d = \omega [T_1 + T_4 - \omega^2 T_2 T_4];$$

$$T_4 = \frac{1}{K_3 K_4 K_5}; \quad T_5 = d/v_M;$$

$$K_1 = 1/0,5 \cdot 10^{-5}, \text{ н/рад}; \quad K_2 = 1/2,5 \cdot 10^{-5}, \text{ н/рад};$$

$$K_3 = 2 \cdot 10^{-4}, \text{ м/с}; \quad K_4 = 5 \cdot 10^{-3}, \text{ 1/м}; \quad K_5 = 80, \text{ в/рад}.$$

Моделювання бурякозбиральної машини з САВ-1М на ЕОМ показало, що для досягнення дисперсії помилки у 1 см² за умов різних швидкостей руху необхідно змінювати коефіцієнт передачі системи автоводіння.

4. Експериментальні дослідження бурякозбиральної машини з системою автоводіння. Метою експериментальних досліджень була оцінка точності водіння бурякозбиральної машини при перемінній швидкості руху.

До завдань експериментальних досліджень входило:

- виявлення зв'язку між відхиленнями центру моделі коріння цукрового буряку й копача за параметрами перехідного процесу;
- визначення оптимальних параметрів настройки регулювання системи автоводіння з корекцією за курсовим кутом бурякозбиральної машини КС-6Б-02;
- оцінка впливу швидкості руху бурякозбиральної машини з автоматом водіння на середньоквадратичне відхилення осі рядка від розхилу копача.

Методика експериментальних досліджень передбачає планування експеримента, використання стандартної тензометричної та реєструючої апаратури й розробленого на базі мікрокалькулятора МК-61 пристрою для оцінки точності водіння мобільних сільськогосподарських агрегатів.

Результати оцінки продуктивності бурякозбиральної машини за параметрами перехідного процесу копача свідчать, що найбільше зниження продуктивності бурякозбиральної машини спостерігається за умов відхилення розкилу від коріння цукрових буряків за двома координатами перехідного процесу. Наприклад, для машини КС-6Б-02 з ротаційно-вильчатими робочими органами при збиранні цукрових буряків зі швидкістю руху 1,5 м/с при відхиленні параметрів копача від коренеплоду цукрового буряка за координатами y на 0,005 м й t на 0,5 с продуктивність знижується від 1,55 до 1,46 га/год., тобто на 6% (Табл.2).

Таблиця 2
Продуктивність бурякозбиральної машини КС-6Б-02
з дисковими робочими органами
(вологість ґрунту - 25%, твердість ґрунту - 3,0 МПа)

Швидкість руху, м/с	Координати геометричних центрів		Продуктивність	
			теоретична	дійсна
1,5	0,01 м	0,025 м	1,6	1,52
	2,0 с	3,0 с		
	----	0,01 м	----	1,56
		3,5 с		
2,0	0,01 м	0,03 м	1,65	1,56
	2,0 с	3,5 с		
	----	0,01 м	----	1,63
		4,0 с		

Це пояснюється тим, що за умов нестійкого руху копача бурякозбиральної машини відносно коренеплодів збільшуються втрати часу робочого руху копача, які призводять до зниження об'ємів збирання коренеплодів за один оберт активного робочого органу.

Відхилення перехідного процесу тільки за часом (t) призводить також до зниження продуктивності бурякозбиральної машини. Наприклад, при русі машини КС-6Б-02 з ротаційно-вильчатими робочими органами за умов збільшення координати t від $t_k = 2,0$ до $t_p = 2,5$ с призводить до зниження продуктивності машини від 1,55 до 1,50 га/год. (на 4%). Це пояснюється тим, що в даному випадку зменшується коефіцієнт корисної праці копача і, як наслідок,

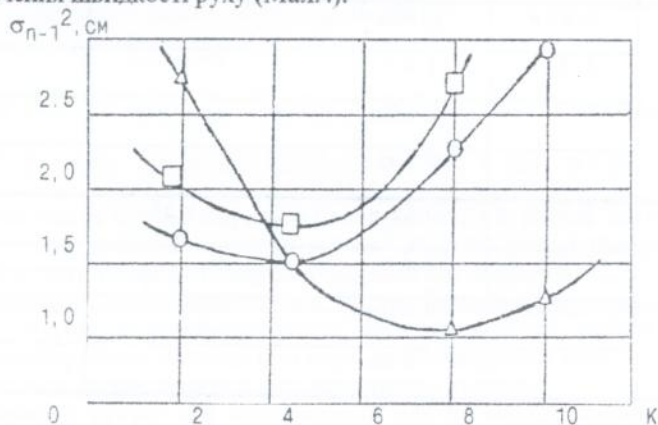
активному робочому органу необхідно зробити більше переміщень, щоб видобути коренеплід з ґрунту.

Аналогічні закономірності справедливі для бурякозбиральної машини КС-6Б-02 з дисковими викопуючими органами.

Полеві дослідження бурякозбиральної машини з системою автоводіння з корекцією за курсовим кутом продемонстрували, що оптимальним параметрам настройки САВ-1М за мінімальним значенням величини середньоквадратичного відхилення передньої точки копіювання від траєкторії рядка відповідають наступні положення ручок перемикачів за каналами:

- зворотний зв'язок - 9,
- передній датчик відхилення - 9,
- задній датчик відхилення - 1.

Середньоквадратичне відхилення (σ_{n-1}^2) руху бурякозбиральної машини КС-6Б-02 з САВ-1М від рядка цукрових буряків залежить як від параметрів настройки системи автоводіння, так і від швидкості руху бурякозбиральної машини. При цьому існує мінімальне значення σ_{n-1}^2 для кожного значення швидкості руху (Мал.4).



Мал. 4. Зміна середньоквадратичного відхилення копача від осі рядка цукрових буряків (σ_{n-1}^2) в залежності від коефіцієнта підсилювання САВ-2М (К) при швидкості руху:

- Δ...Δ - 1,5 м/с;
- О...О - 1,75 м/с;
- ...□ - 2,0 м/с.

Параметр σ_{n-1}^2 при ручному керуванні машиною КС-6Б-02 істотно вище значень σ_{n-1}^2 , які одержані при автоматичному керуванні машиною.

Бурякозбиральна машина КС-6Б-02 з САВ-1М з коректором по швидкості руху має підвищену повноту підбору коренеплідів цукрових буряків (1,5...2%), а також певне зниження їх пошкоджуваності (2...2,5).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

В дисертації викладаються результати комплексного вирішення питань підвищення точності руху бурякозбиральної машини в технологічному процесі вирощування цукрових буряків, які основані на корекції параметрів системи автоводіння по швидкості руху.

Виконане дослідження дозволяє зробити наступні основні висновки:

1. Аналіз втрат коренеплодів цукрових буряків свідчить, що повнота збирання коріння істотно залежить від точності руху бурякозбиральної машини. Відхилення викопуючих робочих органів бурякозбиральної машини від лінії рядків, що збираються, в межах 20...30 мм призводить до недобору врожаю до 5%.

2. Продуктивність бурякозбиральної машини оцінюється об'ємом коріння цукрових буряків за один оберт активних робочих органів, подачі та глибини захвату коріння по ширині розхилу копача.

Домінуючий вплив на зниження повноти збирання коренеплодів цукрових буряків справляє відхилення геометричного центру ширини розхилу копача від коренеплодів, яке для машини КС-6Б-02 при збільшенні середньоквадратичного відхилення від 0,01...0,02 м до 0,03...0,04 м призводить до збільшення втрат з 4,5...5,0% до 7,5...8,0%.

3. Бурякозбиральна машина при збиранні цукрових буряків характеризується як об'єкт з перемінними параметрами, обумовленими зміною її маси, швидкості та агрофізичних якостей коренеплодів цукрових буряків.

Зміна маси бурякозбиральної машини, пружних якостей коренеплодів цукрових буряків призводить до зміни дисперсії помилки за точністю автоводіння в межах 0,3...0,5%, а зміна швидкості руху від 5 до 9 км/год. підвищує дисперсію помилки на 20...25%.

4. З метою забезпечення агротехнологічних показників точності автоводіння бурякозбиральної машини при зміні її маси й пружних якостей коренеплодів корекція системи автоводіння не обов'язкова, а при зміні швидкості руху в межах робочих передач необхідна зміна її коефіцієнту підсилювання.

5. Корекція системи автоводіння за швидкістю руху бурякозбиральної машини КС-6Б-02 забезпечує підвищення повноти підбору коренеплодів цукрових буряків на 1,5...2% й зниження ступіню їх пошкодження на 2...2,5%.

Основні положення дисертації опубліковані у наступних роботах:

1. Лебедев А.Т., Крыжачковский Н.Л., Бережецкий А.В. Оценка производительности свеклоуборочной машины по динамической характеристике системы "копач-корнеплод" /Київ: депонований рукопис у ДНТБ України. - 1996. - УК 96 №952.
2. Бережецкий А.В. Точность автовождения свеклоуборочной машины при переменной скорости движения /Харьков: Тезиси доклада на міжнародному симпозиумі по проблемі: Перспективні комплекси машин для возделывания и уборки сахарной свеклы. - 1994, С.10-11.
3. Парфёнов С.Я., Антошенков В.Н., Бережецкий А.В. Прибор для оценки точности движения уборочных машин. /Харків: Інформаційний листок ИЛ № 58-95.- 1995.- С.3.
4. Масюткин Е.П., Бережецкий А.В. Устройство индикации сигнализации системы автоматического вождения / Мелітополь: Тезиси доповідей науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу ТДАТА.- Мелітополь: 1996.-С. 13.

Berejetskii A.V. The increased precision of root-harvester operation in the technological process of sugar beet-production.

The thesis is submitted for candidate's degree by speciality 05.02.01 - Mechanization of agriculture. Kharkovskiy state university of agriculture. Kharkiv 1996.

The present thesis contains the results of theoretical and experimental research of the increased precision of root-harvesters operating at variable speed in the technological process of sugar-beet production.

The solution of this problem is urgent, as the experience of manufacturing root-harvesters shows the serious problem: to increase the harvester's precision at variable speed, especially, under the following conditions, different kinds of soil (sandy light soil & etc.), and slopes.

It was obtained the following scientific results:

- the general model of technological process for harvesting sugar-beet;
- the modes of beet-harvester's operation at variable speed of movement;
- the structure & parameters of beet-harvester's auto-driving system corrector
- the method of estimation the precision of beet-harvesters operation
- recommends for increasing of the precision of beet-harvester's operation with auto-driving system.

The carried out research let us to substantiate the parameters of correctors for auto-driving system of beet-harvesters KS-6B-02 & RKS - 6. The adjustment of auto-driving system provides the increasing of the beets quantity at the rate of 1.5 ...2 % and reducing damages at the rate of 2... 2.5 %.

Main definitions: variable speed of beet-harvester, precision of beet-harvesters operation, operation mode of beet-harvester, structure & parameters of beet-harvester auto-driving system, technological process of production sugar-beet.

Бережецкий А.В. Повышение точности вождения корнеуборочных машин в технологическом процессе возделывания сахарной свеклы.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01. - Механизация сельскохозяйственного производства. Харьковский государственный университет сельского хозяйства. Харьков 1996 г.

Защищается диссертационная работа, которая содержит результаты теоретических и экспериментальных исследований по повышению точности вождения корнеуборочных машин при переменной скорости движения в технологическом процессе возделывания сахарной свеклы.

Решение этой проблемы актуально, так как опыт создания свеклоуборочной техники выявил серьёзную проблему необходимости повышения точности их движения особенно в условиях работы на слабонесущих грунтах, на склонах, при переменной скорости движения.

В результате исследований получены такие новые научные результаты:

- обобщённая модель технологического процесса уборки сахарной свеклы;
- оптимальные режимы работы выкапывающих рабочих органов свеклоуборочной машины при переменной скорости движения;
- структура и параметры корректора системы автовождения свеклоуборочной машины;
- методика оценки точности движения свеклоуборочной машины;
- рекомендации по повышению точности движения свеклоуборочной машины с системой автовождения.

Проведённые исследования позволили обосновать параметры корректора системы автовождения свеклоуборочных машин КС-6Б-02 и РКС-6. Данная коррекция системы автовождения по скорости движения свеклоуборочной машины обеспечивает повышение полноты подбора корнеплодов сахарной свеклы на 1,5...2% и снижение степени их повреждения на 2...2,5%.

Ключевые слова: переменная скорость движения свеклоуборочной машины, точность движения свеклоуборочной машины, оптимальный режим работы выкапывающих рабочих органов, структура и параметры корректора системы автовождения свеклоуборочной машины, технологический процесс возделывания сахарной свеклы.

008.08.8H

Підписано до друку 15.10.1996. Формат 60x84, 1/16. Папір для
множних апаратів. Обсяг 1.0 ум.-друк.арк. Тираж 100 прим. Заказ 237

332308, Запорізька обл., Мелітополь, вул. Кірова, 210, Дільниця
оперативного друку АТ "Компресор".

43857

A

AB 36.360