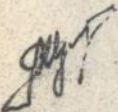


На правах рукопису

ШУМИЛО МИХАЙЛО МИХАЙЛОВИЧ

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ҐРУНТУ
ПРИ ПІДКОПУВАННІ КАРТОПЛІ
І ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОГО ПІДКОПУВАЛЬНО-СЕПАРУЮЧОГО
РОБОЧОГО ОРґАНУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Спеціальність 05.20.01 -
механізація сільськогосподарського виробництва


Автори́ферат дисертації
на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Глеваха - 1994



Дисертацією є рукопис наукової праці.

Робота виконана в Інституті механізації та електрифікації сільського господарства Української академії аграрних наук.

Науковий керівник - кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
ЗАВГОРОДНІЙ А.Ф.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук,
професор,
академік УААН
НАГОРНИЙ М.Н.

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
КОНОНУЧЕНКО В.В.

Провідна організація: Інститут картоплярства
Української академії аграрних наук

Захист відбудеться "7" 07 1994 р. о 16 год.
на засіданні спеціалізованої вченої ради в Інституті механізації
та електрифікації сільського господарства Української академії
аграрних наук за адресою: 255133, Київська область, Васильківсь-
кий район, смт. Глеваха-І, вул. Вокзальна, ІІ.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Інституту
механізації та електрифікації сільського господарства УААН за
вказаною вище адресою.

Автореферат розісланий "2" 06 1994 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради *Грицишин* ГРИЦИШИН М.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Найбільш трудомістким і недостатньо механізованим процесом в загальному комплексі робіт по виробництву картоплі є збирання, на котре припадає 45...60 % від загальних витрат праці. Зменшення витрат праці на збиранні картоплі досягається подальшим удосконаленням всіх елементів цього процесу і перш за все - сепарації підкопаного бульбоносного шару ґрунту. Процес відокремлення ґрунту відзначається цілою низкою факторів: структурою і вологістю ґрунту, засміченістю її камінням, станом бадилля і деякими іншими. При збиранні картоплі на важких ґрунтах, особливо з вологістю вище або нижче оптимальної, витрати праці помітно зростають, тому що ефективність роботи картоплезбиральних комбайнів в цих умовах різко знижується. Тому при таких умовах на збиранні доводиться відмовлятися від використання картоплезбиральних комбайнів. В оптимальних ґрунтово-кліматичних умовах існуючими робочими органами можливо відокремити до 90 % ґрунту. При наявності допоміжних пристроїв в середніх умовах досягається майже повне відокремлення ґрунту від бульб. Однак, використання існуючих допоміжних пристроїв пов'язане з ускладненням конструкції машин і збільшенням пошкодження бульб. Робота існуючих картоплезбиральних машин в умовах середніх і важких ґрунтів підвищеної або низької вологості незадовільна і супроводжується недостатньою сепарацією вроху, що зумовлюється несприятливими для сепарації фізико-механічними властивостями ґрунту і непристосованістю робочих органів для роботи в таких умовах. Тому удосконалення існуючих і розробка нових методів і робочих органів для покращання сепарації ґрунту є важливим і актуальним завданням.

Об'єкт дослідження - процес роботи комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу, що являє собою пасивні лемеші і активні пруткові барабани, встановлені на картоплезбиральному комбайні.

Метод роботи є покращання якості і підвищення продуктивності роботи картоплезбиральної машини на середніх і важких ґрунтах.

Методика досліджень та апаратура. Методика теоретичних досліджень базувалась на основі механіко-технологічної моделі обґрунтування параметрів та їх взаємозв'язку. Експериментальні дослідження виконувались в польових умовах за допомогою спеціально розробленої експериментальної установки та застосуванні ам'чизу проб по загально прийнятих методиках. При проведенні експериментальних

досліджень застосовували стандартні прилади та вимірювальну апаратуру. Одержані дані обробляли методом регресивного аналізу із застосуванням ЕОМ.

Теоретичні результати і новизна. Обґрунтований принципово новий принцип роботи комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу для картоплезбиральної машини. Теоретично обґрунтовано основні параметри і режими роботи комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу, розроблена номограма для їх вибору. Одержані рівняння регресії, що характеризують: вплив поступової швидкості руху машини і кутової швидкості обертання пруткових барабанів на сепарацію ґрунту і пошкодження бульб; вплив подачі на пруток пруткових барабанів на втрати бульб в їх середину, а також вплив кута захвату бульб прутковими барабанами на втрати бульб, це не захоплено ними з боків пруткових барабанів.

Практичні результати і новизна. Запропоновано і експериментально обґрунтовано принципово нову конструкцію картоплезбирального комбайна з комбінованим підкопувально-сепаруючим робочим органом для збирання картоплі на середніх і важких ґрунтах. Результати досліджень використовуються проектно-конструкторськими організаціями при розробці конструкцій картоплезбиральних машин для середніх і важких ґрунтів. На нові конструктивні рішення одержано авторські свідоцтва № 762779, 893162.

На захист вноситься: спосіб підвищення ефективності процесу роботи підкопувально-сепаруючих робочих органів картоплезбиральної машини із застосуванням пруткових барабанів з початку підкопування для інтенсифікації сепарації; теоретично і експериментально обґрунтований технологічний процес, параметри і режими роботи комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу; конструкція комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу для підкопування картоплі, руйнування грудок і сепарації ґрунту.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи схвалено науково-технічною радою ДСКБ по машинах для вирощування і збирання картоплі (м.Рязань 29 жовтня 1984 р.). По темі дисертації опубліковано 8 праць; в тому числі два авторських свідоцтва на винаходи.

Предмет і студія впровадження. Картоплезбиральний комбайн з комбінованим підкопувально-сепаруючим робочим органом пройшов лабораторно-польові випробування, господарську перевірку і протягом 1983-1986 рр. працював у дослідному господарстві "Мар'янівка" і

радгоспі "Калинівський" Васильківського району Київської області. На основі результатів досліджень запропонованого робочого органу розроблені вихідні вимоги на машини для збирання картоплі: чотирьохрядний копач-валкоутворювач, дворядний комбайн і копач. Вимоги затверджено Мінсільгосспродом України (24.12.1993 р.).

Результати досліджень прийняті ПКБ "Прогрес" і використовуються при розробці чотирирядного картоплекопача-валкоутворювача, якого включено у Національну програму виробництва технологічних комплексів і обладнання для сільського господарства, харчової і переробної промисловості України.

Ефективність впровадження. Застосування комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу на картоплезбиральному комбайні при збиранні картоплі та топінамбура підвищує продуктивність комбайна на 40 % на легких та середніх ґрунтах і забезпечує річний економічний ефект при цьому 1349 крб. (в цінах на I. II. 1990 р.), а на важких ґрунтах використання його дозволяє одержати врожай, що відповідає вихідним вимогам, і мати економічний ефект 3003 крб., або 4756 ляд.г на одну машину в рік.

Галузь використання. Розроблений робочий орган і результати його досліджень можуть бути використані при розробці картоплезбиральних та топінамбурозбиральних машин для роботи в умовах важких і середніх ґрунтів.

Структура та об'єм дисертації. Дисертація складається з вступу, п'яти глав, основних висновків і пропозицій та додатків. Викладена на 154 сторінках машинописного тексту, має 23 рисунки, 8 таблиць, список використаної літератури (76 найменувань) і 16 додатків.

ЗМІСТ РОБОТИ

В першій главі "Стан питання і завдання досліджень" наведено аналіз різних підкопуючих робочих органів картоплезбиральних машин. Розглянуто ефективність роботи цих органів, проаналізовано результати теоретичних і експериментальних досліджень.

Аналіз роботи підкопуючих робочих органів показав, що руйнування підкопаного бульбоносного шару ґрунту найбільш доцільно виконувати в зоні підкопування, коли бульби картоплі захищені від механічних пошкоджень шаром ґрунту. Найвищу сепаруючу і грудкофунуючу здатність у порівнянні з іншими робочими органами забезпечують ротори. Відносно збільшене пошкодження ними бульб пояснюєть-

ся конструктивними вадами цих робочих органів і недостатньою обґрунтованістю режимів їх роботи (подачі і кутової швидкості).

У зв'язку з цим в дослідженнях було поставлено такі завдання:

1. Обґрунтувати принцип роботи і розробити технологічну схему комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу для підкопування грядки, руйнування ґрунтових грудок і часткової сепарації ґрунту при збиранні картоплі на середніх і важких ґрунтах.
2. Визначити основні параметри і режими роботи комбінованого робочого органу на основі аналізу характеру його взаємодії з шаром картопляної грядки.
3. Визначити технологічні і агротехнічні показники роботи комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу.
4. Провести порівняльну оцінку ефективності роботи комбайна з комбінованим і серійним робочими органами.
5. Дати енергетичну оцінку.

В другій главі "Теоретичне обґрунтування параметрів і режимів роботи комбінованого робочого органу" зміщено такі матеріали. З метою підвищення ефективності роботи картоплезбиральних машин було розроблено технологічну схему підкопувально-сепаруючого робочого органу (рис. 1) для збирання картоплі, яку вирощено на важких ґрунтах.

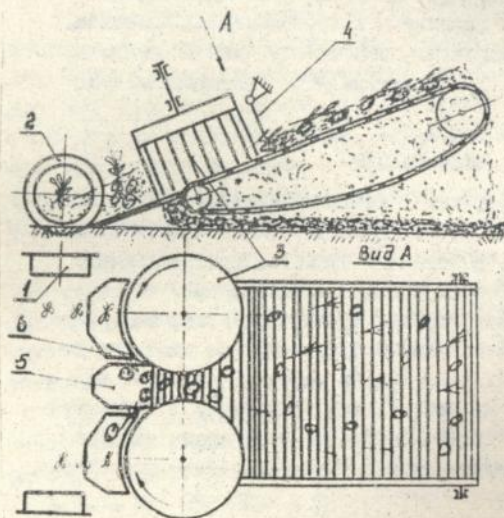


Рис. 1. Технологічна схема підкопувально-сепаруючого робочого органу:

- 1-копівальний коток;
- 2-обрізний диск;
- 3-прутковий барабан;
- 4-фартух;
- 5-середній леміш;
- 6-боковий леміш

Форма підкопувального лемеша обрана з умов мінімального забирання ґрунту і втрат бульб та забирання ґрунту в найменш твердих шарах грядки. Виходячи з цього, було прийнято ширину

крайніх лемешів - 440 мм, довжину - 290 мм, довжину середнього лемеша - 430 мм, ширину - 270 мм, кут збігу маси рослинних решток з лемешів γ - 1,57 рад. Кут нахилу лемешів до горизонту - 0,36 рад. Довжину пальців пруткових барабанів - 220 мм.

Ширина створу між прутковими барабанами A залежить від ширини підкопувального шару B , глибини підкопування h , швидкості руху машини V_M , кутової швидкості обертання барабанів ω , висоти пальців H і кількості відселеного через барабани ґрунту. Залежність між цими величинами має вигляд:

$$V_0 H A = (B_2 + B_8) h_{max} (1 - K) V_M \quad (1)$$

де K - коефіцієнт сепарації ґрунту барабанами; B_2 - ширина підкопаного шару в нижній його частині; B_8 - ширина підкопаного шару в верхній його частині; A - створ між барабанами; h_{max} - максимальна глибина підкопування.

Після перегрупування рівняння (1) було одержано:

$$A = \frac{(B_2 + B_8) h_{max} (1 - K)}{\lambda H} \quad (2)$$

де $\lambda = \frac{V_0}{V_M}$ - коефіцієнт кінематичного режиму роботи машини.

Виходячи з того, що умови захвату бульб прутковими барабанами покращуються із збільшенням діаметра барабанів був визначений можливий діаметр пруткових барабанів:

$$D_{bmax} = \frac{3B_1 - B_2 - 2a - A}{2} \quad (3)$$

де B_1 - ширина міжрядь; a - ширина захисної смуги.

Оптимальним діаметром для прутка пруткового барабана буде 16...18 мм (по Суслову Л.В.).

Було розглянуто умови найбільш можливої сепарації ґрунту прутковими барабанами (найбільшої подачі на палець барабана при мінімально можливих втратах бульб) при найменшій імовірності проходу окремої бульби радіусом ρ (рис. 2) в проміжність L між прутками, встановленими з кроком f на барабані з радіусом R , що обертається з кутовою швидкістю ω і рухається з поступальною швидкістю V_M агрегату.

Аналіз взаємних переміщень окремої бульби і пруткового барабана показав, що найбільш імовірним є прохід окремої бульби в проміжок між пальцями барабана в місці найбільшої подачі.

За час $T = \frac{2\pi}{\omega}$, одного оберту барабана машина пройде шлях

$$S_T = V_M T \quad . \text{Після підстановки цих виразів одержимо:}$$

Враховуючи, що ворох поступає до барабанів без згрудження, то за час t машина пройде шлях

$$S = \frac{SM}{\cos \alpha} \quad (9)$$

де α - кут установки лемешів.

Тоді вираз 8 прийме вид

$$P_{max} + Z_n \geq \frac{2PR}{Z \lambda \cos \alpha} = \frac{f}{\lambda \cos \alpha} \quad (10)$$

Крок прутків f на барабані було визначено з умов $f = \frac{2PR}{Z}$

Перетворивши вираз 10, одержимо крок установки прутків на барабані

$$f < \lambda (P_{max} + Z_n) \cos \alpha = \frac{\omega R}{V_{10}} (P_{max} + Z_n) \cos \alpha \quad (11)$$

При визначенні основних параметрів і виборі режимів роботи підкопувально-сепаруючого робочого органу були прийняті такі припущення. Підкопувально-сепаруючий робочий орган повинен викопувати прутковими барабанами, захват і подачу бульб на елеватор без втрат їх з боків пруткових барабанів. Умови захвату бульб обумовлені шириною мікрядь B_1 , шириною рядка B_2 , неточністю водіння збирального агрегату, глибиною підкопування h , котра визначає кількість підкопаного вороху.

Важливе значення для захвату розміщених в зовнішній частині зони підкопування бульб з діаметром d_k має кут захвату α_3 (рис. 3), котрий визначає ширину захвату барабанів на величини $\Delta \approx Z_6 \cos \alpha$.

Розглянувши сили, котрі діють на бульби і розклавши їх на складові, було знайдено кути β , γ і δ . Напрямок сили P буде обумовлено напрямком швидкості переміщення бульби V , що дорівнює векторній сумі швидкостей V_M і V_0 . Сила P буде направлена в протилежний бік швидкості V .

Знайшовши кут γ , знайдемо кут α_3 , при якому бульба буде утримуватись на пальцях барабанів і переноситись ним в створ між барабанами. Із умов утримання бульби на пальцях барабана, було розглянуто відповідність між кутом тертя кочення φ і кутами β , γ , δ , що виходить із конструктивних параметрів барабана і розмірів бульби. Із рис. 3 $\varphi + \delta = \gamma + \beta$ (12), де $\gamma = 90 - \alpha_3$

Кут β було знайдено з трикутника суми векторів швидкостей V_M і V_0 .

$$\beta = \alpha \operatorname{arctg} \frac{V_0 \sin^2 \alpha_3}{V_M + V_0 \cos \alpha_3} \quad (13)$$

Для нормальної роботи необхідно, щоб V_0 було більше швидкості V_M в λ раз, тобто $V_0 = V_M \lambda$. Звідси

$$\beta = \alpha \operatorname{arctg} \frac{\lambda \sin^2 \alpha_3}{1 + \lambda \cos \alpha_3} \quad (14)$$

Кут δ було знайдено в трикутника $O_1 O_2 E$ після виразу його сторін через величини l, d_k, d_n .

$$\delta = \alpha \operatorname{arcsin} \frac{l}{d_k + d_n} \quad (15)$$

Тоді загальний вираз кута φ із рівняння 12 прийняв вигляд:

$$\varphi = 90 - \alpha_3 + \alpha \operatorname{arctg} \frac{\lambda \sin^2 \alpha_3}{1 + \lambda \cos \alpha_3} - \alpha \operatorname{arcsin} \frac{l}{d_k + d_n} \quad (16)$$

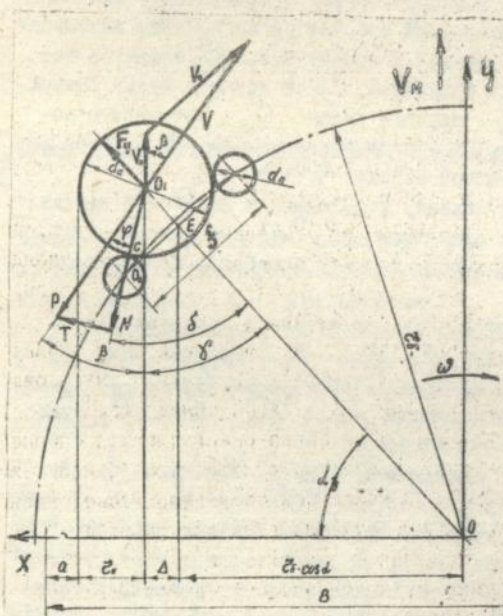


Рис. 3. Схема сил, що діють на бульби при обертанні пруткового барабана

В одержаному рівнянні потрібний кут захвату α_3 , пов'язаний з шістьма невідомими, і привести до вільного вигляду важко. Тому для впливу різних змінних на величину кута α_3 було побудовано номограму (рис. 4.).

Для побудови номограми згрупуємо перший, другий і третій члени правої частини рівняння (16) і відмітимо суму цих кутів через

$$\varepsilon = 90 - \alpha_3 + \alpha \operatorname{arctg} \frac{\lambda \sin \alpha_3}{1 + \lambda \cos \alpha_3} \quad (17)$$

Тоді спрощений вираз (16) буде мати вигляд:

$$\varepsilon = \varphi + \sigma \quad (18)$$

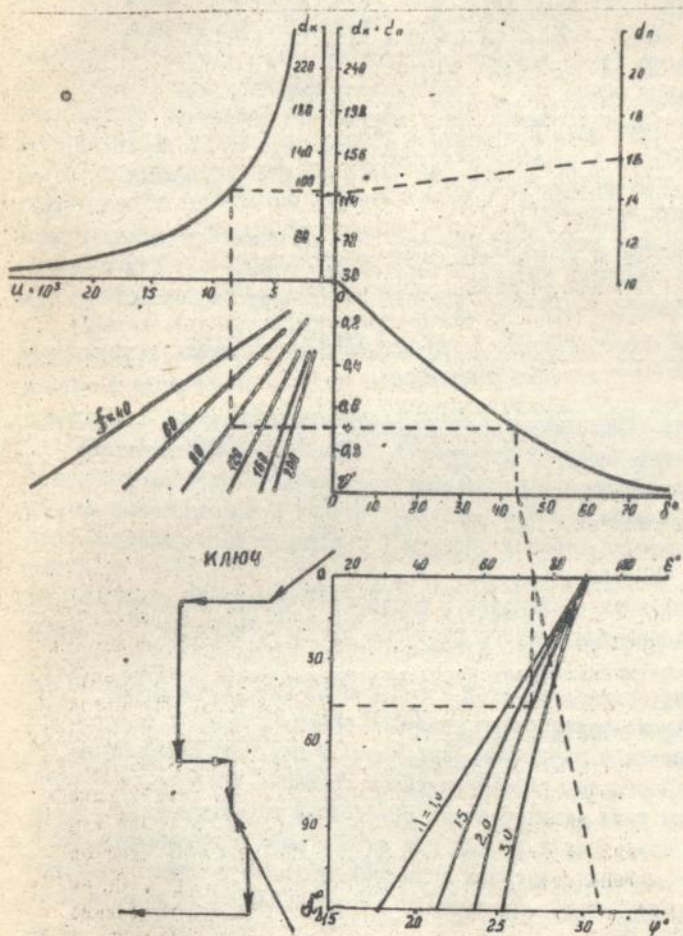


Рис. 4. Номограма для визначення основних параметрів комбінованого підкопувально-сепарувального робочого органу

Цей вираз можливо представити в нижній частині номограми у вигляді трьох паралельних шкал із вирівнених точок. Кут σ залежить від трьох змінних, що виражено через зворотню тригонометричну функцію. Для його визначення представлено верхню частину номограми через суму двох діаметрів d_k і d_n у вигляді трьох паралельних шкал. Знаючи суму $d_k + d_n$, будемо залежність по шкалі U , що являє собою одиницю поділену на суму діаметрів. Перемножуючи значення шкали U , різні задані значення ширини між пальцями барабанів, було одержано шкалу аргументів зворотної тригонометричної функції V , по котрій знаходимо кут σ . В нижній частині номограми побудовано залежність ε від α_3 при різних λ , розрахованих по формулі (17).

З метою графічного додавання значень φ і σ шкала ε побудована по методу вирівнювання точок. Знаючи ширину створу A і кут захвату α_3 , знаходимо мінімально допустимий діаметр барабанів:

$$D_{\text{б min}} = \frac{B - d_k - A - 2a - \sqrt{(2k - 2n)^2 - (0,5f)^2} - 2 \cos \alpha_3}{1 + \cos \alpha_3} \quad (19)$$

В третій главі "Програма і методика експериментальних досліджень" наведена програма польових досліджень, що передбачала:

1. Проведення порівняльних польових досліджень з оцінок агротехнічних показників експериментальної машини з комбінованим підкопувально-сепаруючим робочим органом і серійного картоплезбирального комбайна ККУ-2А.
2. Дослідження грудкоруйнуючої і сепаруючої здатності комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу і ступеня пошкодження бульб.
3. Дослідження грудкоруйнуючої і сепаруючої здатності комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу і пошкодження бульб при роботі разом з прутковим елеватором в порівнянні з показниками роботи серійного картоплезбирального комбайна ККУ-2А.
4. Дослідження кута захвату бульб прутковими барабанами.
5. Виробничу перевірку і розрахунок економічної ефективності.
6. Визначення тягового зусилля експериментальної машини і крутячого моменту, порівняння показників з показниками роботи серійного комбайна ККУ-2А.
7. Техніко-економічну оцінку.

Для проведення досліджень на базі серійного комбайна ККУ-2А було виготовлено експериментальну установку, в котрій замість серійного підкопувального робочого органу був встановлений комбінований

підкопувально-сепаруючий робочий орган.

Експериментальні дослідження проводились в польових умовах на важкосуглинкових і середньосуглинкових ґрунтах у період масового збирання картоплі у дослідному господарстві "Мар'янівка" і радгоспі "Калинівський" Васильківського району Київської області.

Визначення умов досліджень і замір результатів проводили у відповідності з діючими стандартами випробування машин для збирання картоплі. Грудкоруйнуючу здатність оцінювали по змінненню фракційного складу ґрядки до і після дії робочих органів. Сепаруючу здатність робочих органів визначали відношенням маси відсіяного ґрунту на пруткових барабанах або пруткових барабанах і елеваторі до загальної маси ґрунту, що поступає на робочі органи. Подачу на палець пруткових барабанів досліджували шляхом зміни поступової швидкості машини. Кут захвату бульб прутковими барабанами досліджували шляхом зміни ширини міжрядь насаджень картоплі.

Тягове зусилля і крутячий момент експериментального комбайна визначали з використанням тензометричної лабораторії ТЛ-2. Для заміру і фіксування величин були використані електровимірвальні пристрої осцилограф К-12-22 і тензопідсилювач ТОПАС-3-01.

З метою оптимізації параметрів і режимів роботи комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу використані математичні методи планування досліджень. Параметром оптимізації обрано ступінь сепарації ґрунту. Контрольними параметрами були: пошкодженість бульб, а також їх втрата і кут захвату бульб прутковими барабанами. Фактори, які з різних причин у дослідях врахувати було неможливо, протягом всіх дослідів були постійними.

На основі результатів теоретичних досліджень підкопувально-сепаруючого робочого органу факторами досліджень було прийнято: поступальну швидкість руху машини V_{po} і кутову швидкість обертання пруткових барабанів ω . Для обраних факторів визначено інтервали варіювання і проведено кодування. Після проведення попередньої серії дослідів було визначено кількість повторень вимірів, що дорівнювало 4. На основі одержаної інформації про те, що залежність сепарації ґрунту від поступальної швидкості і кутової швидкості обертання робочих органів мають нелінійну залежність, для досліджень експериментальної установки був прийнятий ортогональний центрально-композиційний план другого порядку, в якому кожний з факторів змінювався на трьох рівнях. Було складено матрицю плану і у відповідності з нею в рандомізованому порядку проведено експе-

риментальні дослідження.

Результати експериментальних досліджень оброблялись відповідно до методів математичної статистики на комп'ютері PC I BM/AT, по пакету STAT, розробленому ІМЕСГ, з метою одержання регресивних моделей процесу.

В четвертій главі "Результати лабораторно-польових досліджень і їх аналіз" представлено і проаналізовано результати експериментальних досліджень.

Одержано рівняння регресії, що характеризують зміну сепарації ґрунту і пошкодженості бульб в залежності від кутової швидкості обертання пруткових барабанів і поступової швидкості експериментальної машини, яка працює з комбінованим підкопувально-сепаруючим робочим органом:

$$Y_{CA} = 29,4764 - 1,3689X_1 + 6,9561X_2 - 5,4844X_2^2, \quad (20)$$

$$Y_{PA} = 0,1302 + 0,0164X_1^2 - 0,1128X_1X_2 + 0,2349X_2^2, \quad (21)$$

де Y_C , C - ступінь сепарації ґрунту, %; Y_P , P - пошкодження бульб, %; A - підкопувально-сепаруючий робочий орган; X_1 , ω - кутова швидкість пруткових барабанів (рад/с); X_2 , V_M - поступова швидкість машини (м/с).

Із рівнянь регресії (20) і одержаної графічної залежності (рис. 5) випливає, що найбільша сепарація ґрунту на підкопувально-сепаруючому робочому органі досягається при кутовій швидкості пруткових барабанів 5,0 рад/с і складає 25,0 % при швидкості руху машини 0,69 м/с і зменшується до 3,0 % при кутовій швидкості барабанів 13 рад/с і швидкості руху машини 2,01 м/с.

Із зменшенням поступальної швидкості машини сепарація ґрунту зменшується, причому від 0,7 до 1,4 м/с зменшується незначно, а потім різко погіршується.

З рівняння регресії (21) і одержаної графічної залежності (рис. 6) виходить, що збільшення кутової швидкості пруткових барабанів збільшує пошкодження бульб, причому при кутовій швидкості пруткових барабанів до 13 рад/с і поступовій швидкості руху машини 0,69 м/с пошкодження бульб не перевищує 2 %. А збільшення поступової швидкості руху машини знижує пошкодження бульб і тільки при поступовій швидкості машини менше 0,85 м/с і кутовій швидкості обертання пруткових барабанів 12,2 рад/с пошкодження бульб перевищує 2 %.

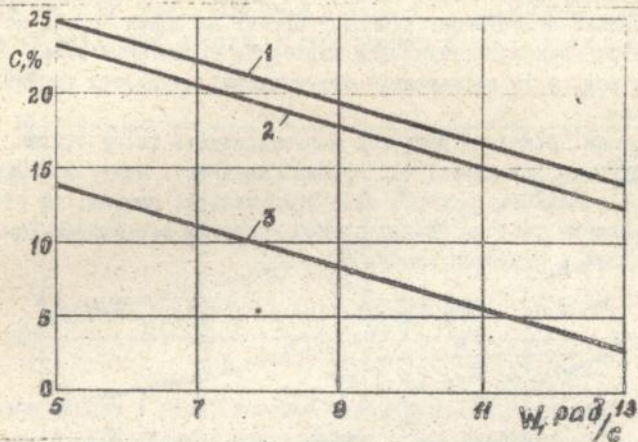


Рис. 5. Графіки залежності ступеня сепарації C важкосуглинкового ґрунту від кутової швидкості обертання пружкових барабанів комбінованим підкопувально-сепарувальним робочим органом:
1, 2, 3 - швидкість руху машини відповідно 0,69;
1,18 і 2,01 м/с

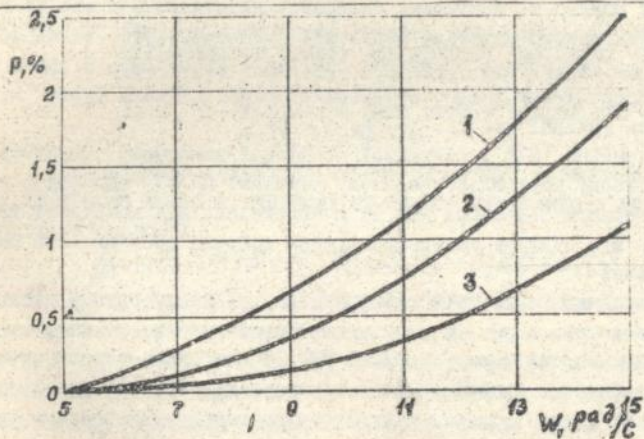


Рис. 6. Графіки залежності пошкодження бульб від кутової швидкості обертання пружкових барабанів:
1, 2, 3 - швидкість руху машини відповідно 0,69;
1,18 і 2,01 м/с

З аналізу результатів досліджень фракційного складу ґрунту на підкопувально-сепаруючому робочому органі впливає, що із збільшенням кутової швидкості пруткових барабанів фракційний склад ґрунту покращується, а із збільшенням поступальної швидкості машини – погіршується.

Одержані рівняння регресії характеризують зміну ступеня сепарації ґрунту в залежності від кутової швидкості пруткових барабанів і поступальної швидкості експериментальної машини, що працює з комбінованим робочим органом разом з першим елеватором комбайна у порівнянні з серійною машиною:

$$Y_{сб} = 75,384 - 27,342X_2 + 0,120X_1^2 + 5,090X_2^2, \quad (22)$$

$$Y_{ск} = \frac{X_2}{-0,070 + 0,025X_2} \quad (23)$$

де B – підкопувально-сепаруючий робочий орган і перший елеватор машини; K – серійний картоплезбиральний комбайн ККУ-2А.

З рівняння регресії (22) і одержаних графічних залежностей (рис. 7) виходить, що із збільшенням швидкості руху комбайна до 1,2 м/с сепарація падає різко, а потім зменшується незначно. Із збільшенням кутової швидкості обертання пруткових барабанів загальна сепарація на робочому органі і елеваторі зростає. Однак збільшення кутової швидкості пруткових барабанів позитивно впливає на підготовку підкопаного шару для подальшої його сепарації, однак збільшення кутової швидкості пруткових барабанів призводить з другого боку, на певному етапі його збільшення до пошкодження бульб, які перевищують вихідні вимоги.

Із рівняння (23) і одержаної графічної залежності виходить, що на серійному картоплезбиральному комбайні ККУ-2А сепарація ґрунту після першого елеватора має ту ж залежність від швидкості руху машини, що й з підкопувально-сепаруючим робочим органом, але вона значно нижча.

З одержаних результатів по фракційному складу ґрунту після першого елеватора машин, що порівнюються, виходить, що мала сепарація ґрунту на серійному комбайні ККУ-2А пов'язана з невисокою грудкоподрібнюючою здатністю його підкопувального робочого органу у порівнянні з комбінованим підкопувально-сепаруючим робочим органом.

З результатів експериментів впливає, що найбільш доцільними для даних умов досліджень слід вважати поступальну швидкість руху

машини 0,7...1,4 м/с і кутову швидкість обертання пруткових барабанів 10...12 рад/с, при яких сепарація і фракційний склад ґрунту досягає найкращої якості, а пошкодження бульб відповідає вихідним вимогам.

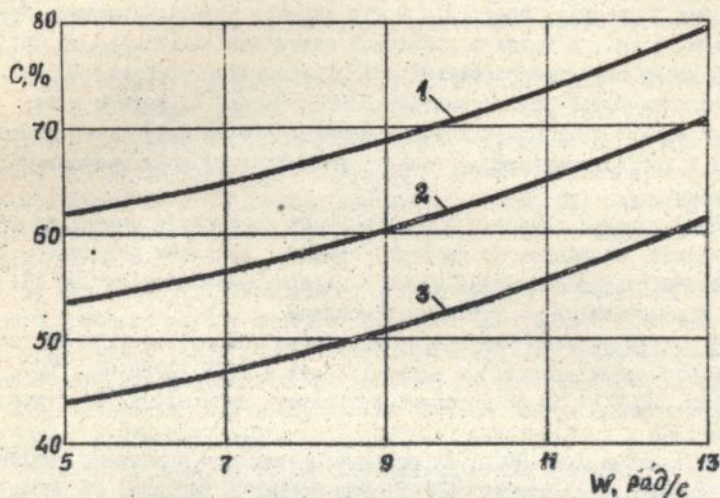


Рис. 7. Графіки залежності ступеня сепарації C важко-суглинкового ґрунту від кутової швидкості обертання пруткових барабанів комбінованим підкопувально-сепарувачим робочим органом і прутковим елеватором: 1, 2, 3 - швидкість руху машини відповідно 0,69; 1,18 і 2,01 м/с

З досліджень подачі на палець пруткових барабанів і її впливу на втрати бульб з середину пруткових барабанів і одержаного рівняння регресії,

$$Y_n = 0,3675 + 0,0303 X_3 - 0,0016 X_3^2, \quad (24)$$

де Y_n - втрати бульб, % з залежності від подачі на палець пруткового барабана, мм; X_3 - подача на палець пруткового барабана при $\omega = 10,1$ рад/с, мм, а також з графічних залежностей випливає, що при подачі на пруток барабана до 16 мм втрат бульб в середину барабанів немає, а із збільшенням подачі з 16 до 33 мм втрати зростають незначно і складають 0,05 % мілкої фракції. Із збільшенням подачі більше 33 мм втрати бульб різко зростають, що підтверджує теоретичні механіко-технологічні розрахунки.

З досліджень кута захвату прутковими барабанами на втрати бульб і одержаного при цьому рівняння регресії:

$$Y_{ny} = 9,4889 - 0,1715X_4 + 0,0006X_4^2, \quad (25)$$

де Y_{ny} - втрати бульб, %; в залежності від кута захвату пруткових барабанів, град; X_4 - кут захвату бульб прутковими барабанами, град., а також з графічної залежності виходить, що при куті захвату пруткових барабанів 81° (відповідно міжряддя 60 см), незахоплених бульб прутковими барабанами немає. Із зміною кута захвату від 60 до 81° (відповідно міжряддя 60-80 см) втрати зростають до 1,5 %, що підтверджує теоретичні розрахунки і дані розробленої номограми.

В результаті досліджень енергетичних показників машин, що порівнювалися, виявлено, що крутячий момент і загальна потужність експериментального комбайна менше в середньому відповідно на 14,2 % і 5,6 % у порівнянні з серійним комбайном.

В п'ятій главі "Результати виробничої перевірки і розрахунок економічної ефективності" у відповідності з ГОСТ 23728-88, ГОСТ 23729-88, ГОСТ 24055-88 наведено результати економічної ефективності комбайна з комбінованим підкопувально-сепаруючим робочим органом по цінах на 1.01.90 р. Як базовий об'єкт був прийнятий серійний картоплезбиральний комбайн ККУ-2А при збиранні картоплі на середніх ґрунтах. На важких ґрунтах за базовий був прийнятий копач КСТ-1,4 з ручним підбором бульб.

Встановлено, що застосування комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу на картоплезбиральному комбайні підвищує продуктивність комбайна на 40 % на легких та середніх ґрунтах і забезпечує річний економічний ефект при цьому 1349 крб., а на важких ґрунтах використання його дозволяє одержати вихідний врох, що відповідає вихідним вимогам, і мати економічний ефект у розмірі 3003 крб., або 4756 люд.г. на одну машину в рік.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ:

1. Покращання якості і підвищення продуктивності роботи картоплезбиральних машин досягається інтенсифікацією дії на бульбоносний шар ґрунту, що поступає на підкопувально-сепаруючі робочі органи шляхом обґрунтованого вибору їх технологічної схеми, конструктивно-технологічних і кінематичних параметрів і оснащення їх прутковими барабанами на початку процесу підкопування.

При цьому чистота бульб в тарі забезпечується:

- на важких по фізико-механічному складу ґрунтах (твердість 0,09...1,29 МПа, вологість 22...24 %) в середньому на рівні 94,3 %, проти вихідних вимог 82,0 % і 68,3 % - у серійних, а пошкодження бульб відповідно 5,6 % проти 7,0 % і 10,4 % при досягненні показників повноти збирання, втрат бульб, відповідно затвердженим вихідним вимогам;

- на середніх ґрунтах (твердість 0,18...1,09 МПа, вологість 14...16 %) в середньому на рівні 96,5 % проти вихідних вимог 90,0 % і 81,6 % у середніх, а пошкодження бульб відповідно 3,2 % проти 5,0 % і 4,1 % при досягненні показників повноти збирання, втрат бульб, відповідно затвердженим вихідним вимогам. При цьому продуктивність картоплезбиральної машини збільшується в середньому на 40 %.

2. Використання розробленого комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу створює умови для ефективного руйнування ґрунтових грудок і підготовки підкопаного бульбоносного пласта з метов подальшої сепарації як на робочому органі, так і на сепаруючих органах машини, при цьому бульби картоплі знаходяться у ґрунті і захищені від механічних пошкоджень.

3. Ступінь сепарації, яка характеризується відношенням просяного ґрунту до загальної його маси в % на підкопувально-сепаруючому робочому органі, залежить від поступальної швидкості руху машини і кутової швидкості обертання пруткових барабанів; на важких ґрунтах змінює поступальну швидкість в межах від 0,70 до 2,01 м/с, ступінь сепарації зменшується з 25,0 % до 3,0 %, причому при швидкості від 0,7 до 1,4 м/с вона зменшується поступово, а потім різко падає. Із збільшенням же кутової швидкості обертання пруткових барабанів в межах 5,0...12,2 рад/с ступінь сепарації погіршується з 25 % до 4 %. Графіки закономірності мають в обох випадках характер кривої 2-го порядку і описуються рівнянням регресії (20).

Ступінь сепарації ґрунту при спільній роботі підкопувально-сепаруючим робочим органом з першим елеватором залежить від поступальної швидкості руху машини і кутової швидкості обертання пруткових барабанів; із збільшенням першої від 0,70 до 2,01 м/с, загальна сепарація знижується з 78 % до 44 %, а із збільшенням другої від 5,0 до 12,2 рад/с - збільшується з 44 % до 78 %. Графіки закономірностей носять в обох випадках характер кривої 2-го порядку і описуються рівнянням регресії (22).

Грудкоруйнуюча здатність пруткових барабанів оцінюється від-

ношенням маси грудок несепаруючих розмірів, до всієї маси ґрунту, вираженої в %, залежить від поступальної швидкості руху машини і кутової швидкості обертання пруткових барабанів; зі збільшенням першої вона погіршується, а зі збільшенням другої – покращується.

4. Пошкодження бульб комбінованим підкопувально-сепаруючим робочим органом, що характеризується відношенням маси пошкоджених бульб до загальної маси в %, залежать від поступальної швидкості руху машини і кутової швидкості обертання пруткових барабанів; зі збільшенням першої від 0,70 до 2,01 м/с пошкодження зникають з 1,9 до 0 %, зі збільшенням ж другої з 5,0 до 12,2 рад/с пошкодження бульб збільшується від 0 до 1,4 %. Графіки закономірностей носять в обох випадках характер кривої 2-го порядку і описуються рівняннями регресії (21).

5. Втрати бульб комбінованим підкопувально-сепаруючим робочим органом, що характеризуються відношенням ваги бульб, залишених після проходу машини на поверхні поля і в ґрунті до загальної ваги в %, залежать від подачі на палець пруткових барабанів і кута захвату бульб прутковими барабанами. Так при подачі $d_2^c = 16$ мм і $\alpha_3 = 81^\circ$ втрат практично немає.

Для визначення кута захвату бульб і інших параметрів пропонується номограма (рис. 4).

6. Оптимальними кінематичними параметрами комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу є поступальна швидкість руху машини 0,7...1,4 м/с і кутова швидкість обертання пруткових барабанів 10...12 рад/с, при яких сепарація і фракційний склад ґрунту максимально можливі, а втрати і пошкодження бульб знаходяться в межах вихідних вимог.

7. Оптимальними конструктивними параметрами робочого органу є такі:

- кількість лемешів - 3 шт.;
- ширина крайніх лемешів - 440 мм,
- довжина крайніх лемешів - 290 мм,
- ширина середнього лемеша - 270 мм,
- довжина середнього лемеша - 430 мм,
- кут постановки лемешів до горизонту - 0,36 рад,
- діаметр пруткових барабанів встановлюється в залежності від ширини міжрядь, при 70 см - 580 мм,
- крок постановки прутків - 72 мм,
- діаметр прутків - 16 мм,
- довжина прутків - 220 мм.

8. Тягове зусилля, крутячий момент і загальна потужність зростає із збільшенням швидкості руху машини, але їхні значення нижчі, ніж для серійного комбайна. Так крутячий момент і загальна використувувана потужність менша в середньому відповідно на 14,2 % і 5,6 % в порівнянні з серійним комбайном.

9. Підрахований економічний ефект використання комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу на комбайні ККУ-2А складає: на важких ґрунтах - 3003 крб. або 4756 люд.-г на одну машину в рік; на середніх ґрунтах - 1349 крб.

10. Застосування комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу найбільш раціональне на важкі і середньосугликових ґрунтах, на котрих робота серійних машин незадовільна. Застосування ж машин з розробленим робочим органом дозволяє одержати вихідний зрощ, що відповідає вихідним вимогам. Розроблений робочий орган і результати його досліджень можуть бути використані при розробці картоплесбиральних машин для роботи в умовах важких і середніх ґрунтів.

11. Застосування комбайна з комбінованим підкопувально-сепаруючим робочим органом на збиранні топінамбура показало, що він є універсальним робочим органом і завдяки йому вирішується питання комбайнового збирання топінамбура на важких і середніх ґрунтах з агротехнічними показниками, що відповідають вихідним вимогам.

На основі результатів досліджень запропонованого робочого органу, розроблені вихідні вимоги на машини для збирання картоплі: чотирирядний копач-валкоутворювач, дворядні комбайні і копач. Вони затверджені Мінсільгосспродом України (24.12.1993 р.).

Результати досліджень по обґрунтуванню параметрів і режимів роботи комбінованого підкопувально-сепаруючого робочого органу прийняті ПКС "Прогрес" і використовуються при розробці чотирирядного картоплєкопача-валкоутворювача, вилученого в Національну програму виробництва технологічних комплексів і обладнання для сільсько-го господарства, харчової і переробної промисловості України.

Експериментальний комбайн протягом 1983-1985 рр. працював в дослідному господарстві "Мар'янівка" і радгоспі "Калинівський" Васильківського району Київської області (додатки ІЗ-І6).

Основні положення дисертації опубліковано в таких роботах:

І. А.с. 762779 СССР МКД.³ А01 Д 17/00. Подкапывающе-сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины. Коваченко Б.А., Щукло М.М. и др. (СССР), - 2734792/30-15; заявлено 06.03.79;

Опубликовано 15.09.80, Бюл. № 34.

2. А.с. 893Т62 СССР МКл.³ АУ Д 18/08. Многорядный картофелеуборочный комбайн. Козаченко В.А., Шумило М.М. и др. (СССР), - № 2911957/30-15; Заявлено 15.04.80; Опубликовано 30.12.81, Бюл. № 48.

3. Завгородний А.Ф., Шумило М.М. и др. Комбинированный подкапывающе-сепарирующий орган картофелеуборочных комбайнов. - Техника в сельском хозяйстве, 1986, № 10, с.60-61.

4. Завгородний А.Ф., Шумило М.М. Обоснование параметров и режимов работы подкапывающе-сепарирующего устройства корнеклубнеуборочных машин. Механизация и электрификация сельского хозяйства. Киев, Урожай: 1987. Вып. 65, с.8-13.

5. Шумило М.М. Обоснование осевых параметров комбинированного подкапывающе-сепарирующего органа картофелеуборочных машин. Механизация и электрификация сельского хозяйства. Киев, Урожай: 1989. Вып. 70, с. 9-14.

6. Шумило М.М. Скористайтесь прогрессивною технологією. - АПК наука техніка практика, 1989; № 4, с.8-9.

7. Шумило М.М., Козаченко В.А. и др. Топинамбур и тописолнечник-проблемы возделывания и использования. Механизация производства топинамбура: Тез. докл. всесоюзной научно-производственной конференции, сентябрь 1991 г., Одесса.

8. Шумило М.М., Завгородний А.Ф. та інші. Топінамбур вирощування використання. Рекомендації. Київ, Хрещатик: 1992, с. 17-21.

458068

AB 30.511