

## ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук,  
професора **Мироненка Валентина Григоровича**  
на дисертаційну роботу **Паньків Марії Романівни**

«Механіко-технологічне моделювання процесів роботи комбінованих очисних систем коренезбиральних машин», що представлена до спеціалізованої вченої ради Д 58.052.02 при Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 "Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва"

### 1. Актуальність теми дисертації

Однією із стратегічних задач аграрної науки України, яка входить до числа економічно перспективних аграрних країн світу, є науково-технічне забезпечення високої ефективності збирання продукції рослинництва.

Представлена робота є своєчасною і націлена на розробку концептуальних принципів і алгоритмів інтенсифікації процесів відокремлення структурних компонентів домішок від коренеплодів. Обґрунтування технологічних режимів роботи і оптимізація параметрів робочих органів очисних транспортно-технологічних модулів є актуальною науково-прикладною задачею, а її вирішення має важливе народногосподарське значення.

### 2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

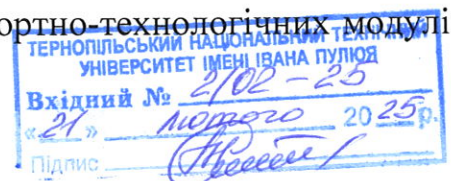
Дисертаційна робота Паньків М.Р. виконана відповідно до планів науково-дослідних робіт Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, у тому числі відповідно до завдання Міністерства освіти і науки України «Механіко-технологічне обґрунтування розробки адаптованих коренезбиральних машин» (№ ДР 0113U000254) та «Розробка та комплексне дослідження синтезованих транспортно-технологічних механізмів виробничих систем» (№ ДР 0117U003998).

### 3. Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки

Наукова новизна дисертаційного дослідження полягає в розробці наукової концепції та механіко-технологічної моделі інтенсифікації функціонального процесу відокремлення структурних компонентів домішок від коренеплодів і оптимізації параметрів відповідних робочих органів.

#### **Вперше:**

– запропоновано наукову концепцію, методи побудови та розробки структури механіко-технологічних моделей, які описують процеси інтенсифікації відокремлення структурних компонентів домішок від коренеплодів робочими органами очисних транспортно-технологічних модулів



коренезбиральних машин;

- отримано математичну модель процесу переміщення коренеплодів і домішок робочими поверхнями очисного транспортно-технологічного модуля з урахуванням транспортного запізнення руху вороху, яку записано в параметричній і операторній формі;

- розроблено детерміновані математичні моделі, які описують функціональний процес зміни поетапного відокремлення структурних компонентів домішок від коренеплодів залежно від умов роботи та забезпечують подальший розвиток аналітичних критеріїв вибору раціональних параметрів робочих органів очисних транспортно-технологічних модулів коренезбиральних машин.

#### ***Проведено уточнення:***

- аналітичних залежностей, які описують функціональний характер переміщення коренеплодів і структурних компонентів домішок з похилого транспортера до робочої гілки очисної гірки залежно від параметрів робочих органів і розмірно-масових характеристик коренеплодів і домішок;

- емпіричних моделей, які визначають коефіцієнти поетапної сепарації загальних домішок окремих ділянок похилого транспортера, що дозволило провести оптимізацію основних параметрів похилого транспортера комбінованих очисних систем.

#### ***Набули подальшого розвитку:***

- аналітичні моделі динамічної взаємодії коренеплодів і домішок з робочими поверхнями шнеків і пружними елементами приводного вала комбінованої очисної системи з врахуванням характеру переміщення коренеплодів робочою гілкою очисної гірки;

- емпіричні моделі дальності польоту коренеплодів, які описують процес їх переміщення з похилого транспортера до очисної гірки, що дозволило обґрунтувати параметри раціонального конструктивного розміщення похилого транспортера та очисної гірки;

- емпіричні моделі, які описують функціональний характер зміни загальних домішок, маси налиплого ґрунту на коренеплодах, пошкодження коренеплодів, що дозволило прогнозувати та визначати кількісні показники якості роботи комбінованих очисних систем коренезбиральних машин.

#### **4. Практичне значення результатів, що отримані дисертантом**

Практичне значення результатів, що отримані дисертантом, полягає в удосконаленні конструкції транспортно-очисної системи технологічних ліній попередньої підготовки коренеплодів до їх переробки. Визначені раціональні параметри робочих органів попередньої підготовки коренеплодів до переробки.



Отримані результати аналітично-емпіричних досліджень передано Львівській філії Державної наукової установи «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки та технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого» та Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України.

Удосконалені конструкції транспортно-очисних систем коренеплодів впроваджено у виробничий процес збирання коренеплодів цикорію (ДП ДГ «Самчики» ХДСГДС ІКСГП НААН) та приготування кормів для сільськогосподарських тварин (ПАП АГРОПРОДСЕРВІС).

Річний економічний ефект від застосування очисних транспортно-технологічних модулів у складі коренезбиральних машин складає понад 188 тис. грн.

## **5. Ступінь обґрунтованості і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації**

Наукові положення, висновки і рекомендації є кількісно і якісно обґрунтованими. Ці положення, висновки і рекомендації сформульовані на основі проведених автором теоретичних і експериментальних досліджень з використанням типових і запропонованих здобувачем методів.

Всі наукові положення, які наведені в дисертації, підтверджені поданими у дисертації даними теоретичних та експериментальних досліджень.

Результати дисертаційної роботи викладені у висновках після кожного розділу, а також у 13 пунктах загальних висновків.

*У першому висновку* означені наукові основи запропонованого алгоритму розробки очисних транспортно-технологічних модулів коренезбиральних машин з визначеною кількістю домішок (грунту – до 80...90%, у тому числі налиплого ґрунту – до 3...5%; рослинних домішок – до 10...15%, залишків гички на головках коренеплодів – до 5...10% відносно сумарних загальних домішок).

*Другий висновок* встановлює залежність ефективності збирання крупних великорозмірних коренеплодів з подальшим поглибленням загальної концепції побудови раціональних конструктивно-компонувальних схем сучасних коренезбиральних машин і їх структурних складових.

*У третьому висновку* представлений метод розробки математичної моделі, яка функціонально описує поетапний процес відокремлення структурних компонентів домішок від коренеплодів залежно від часу знаходження складових структурних компонентів домішок на кожній  $q$ -й ділянці кожного  $j$ -го робочого органу складних динамічних транспортно-

очисних систем вороху коренезбиральних машин.

*Четвертий висновок* розкриває результати досліджень залежності необхідної робочої довжини похилого транспортера від зміни робочої швидкості руху самого транспортера та швидкості руху вороху при відповідних параметрах секундної подачі чистих коренеплодів і домішок, геометричних параметрах коренеплодів, урожайності гички та коренеплодів.

*П'ятий висновок* визначає раціональні значення швидкості руху відповідних ділянок робочої гілки похилого транспортера (від 0,8 до 1,96 м/с) від зміни секундної подачі коренеплодів (від 8 до 14 кг/с) та коефіцієнта сепарації домішок (від 0,5 до 0,8).

*Шостий висновок* визначає теоретичну дальність польоту коренеплодів цикорію з похилого транспортера до очисної гірки за зміни кута встановлення похилого транспортера (від 20 до 40 град.): для коренеплодів масою 0,35 кг - від 0,6 до 1,2 м; для коренеплодів масою 0,5 кг - від 0,55 до 1,15 м, для коренеплодів масою 0,65 кг - від 0,5 до 0,95 м.

*Сьомий висновок* встановлює, що при зміні діаметра приводного валу в діапазоні 0,4...0,6 м та діаметра очисних пружних елементів – 2...6 мм максимальні значення допустимої результуючої сили процесу відокремлення налиплого ґрунту з поверхні тіла коренеплодів знаходяться в середніх межах від 280 до 400 Н, а допустима максимальна кутова швидкість очисних пружних елементів – від 20 до 80 рад/с.

*У восьмому висновку* приведені значення загального коефіцієнту (52-54%) та коефіцієнтів сепарації загальних домішок на відповідних ділянках похилого транспортера (67-72%) в залежності від зміни швидкості руху коренезбиральної машини, кута встановлення та частоти обертання приводного валу похилого транспортера, а також значення вхідних факторів при яких досягаються раціональні параметри похилого транспортера.

*Дев'ятий висновок* визначає значення коефіцієнтів технологічної ефективності роботи першої, другої та третьої ділянок похилого транспортера (65%, 60% 70%). Розбіжність теоретичних і експериментальних значень коефіцієнта сепарації загальних домішок знаходиться в межах 10...15%.

*У десятому висновку* представлено значення вхідних факторів (частоти обертання шнеків, частоти обертання пружних елементів, вологості ґрунту, швидкості руху коренезбиральної машини) для машин з шнеками круглого перерізу та еліпсними шнеками, які забезпечують максимально-допустимі значення показників якості роботи згідно з агротехнічними вимогами до збирання кормових і цукрових буряків та коренеплодів цикорію.

*Одинадцятий висновок* на основі порівняльного аналізу показників якості виконання технологічного процесу збирання крупних коренеплодів визначає, що кількість загальних домішок із застосуванням ОТТМ порівняно з базовою



машиною зменшується в 1,9 рази під час збирання коренеплодів кормових буряків, в 1,2 рази під час збирання коренеплодів цукрових буряків і в 1,2 рази під час збирання коренеплодів цикорію. При цьому загальні домішки у зібраних коренеплодах зменшилися у середньому в 1,4 рази.

*Дванадцятий висновок* встановлює, що апроксимовані значення сумарних витрат споживаної потужності ОТТМ для шнеків круглого перерізу становлять від 3,9 до 7,15 кВт, а для еліптичних шнеків вони зростають в порівнянні з шнеками круглого перерізу в межах 0,3...0,5 кВт.

*У тринадцятому висновку* приведене значення річного економічного ефекту від застосування очисних транспортно-технологічних модулів у складі коренезбиральної машини, який складає 188482,6 грн. Відмічається, що застосування ОТТМ найбільш раціональне під час збирання крупних коренеплодів в умовах надмірної вологості ґрунту та погіршених природно-кліматичних умовах роботи коренезбиральних машин.

## **6. Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих працях**

Результати досліджень, що складають дисертаційну роботу, достатньо повно викладені в 72 наукових працях (серед яких 18 патентів на корисні моделі) та апробовані шляхом представлення на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях. Наведені публікації відображають основний зміст дисертації.

## **7. Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому**

Дисертаційною роботою є рукопис українською мовою. Робота складається із вступу, семи розділів, загальних висновків та рекомендацій, списку використаних джерел, який налічує 340 найменувань, та додатків. Роботу викладено на 503 сторінках друкованого тексту, що містить 132 рисунки та 18 таблиць. Дисертація побудована згідно із вимогами. Текст автореферату дисертації повністю відображає основний зміст роботи, її наукові положення та результати. Висновки автореферату і дисертації ідентичні.

*У вступі*, відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми дисертації, розкрита сутність і стан наукової проблеми, її значущість, викладено зв'язок роботи з науковими програмами, встановлено об'єкт та предмет дослідження, відображено методи дослідження, сформульовані мета й основні завдання дослідження, визначено наукову і практичну цінність одержаних результатів.

*У першому розділі* розглянуті сучасні тенденції функціонування технологічних процесів збирання коренеплодів і робочих органів комбінованих очисних систем, проведений аналіз алгоритмів розробки технологічних процесів і оптимізації параметрів робочих органів комбінованих очисних систем вороху коренеплодів та визначені принципи розробки наукової

концепції математичного моделювання процесу роботи очисних транспортно-технологічних модулів коренезбиральних машин.

У *другому розділі* представлено моделювання, як метод оптимізації робочих процесів коренезбиральних машин, що дозволяє обґрунтовувати раціональні параметри та режими роботи робочих органів технологічно-транспортних систем коренезбиральних машин залежно від прийнятих обмежень згідно з цільовою функцією або існуючими вимогами; подано алгоритм розробки механіко-технологічної моделі та проведення досліджень очисних транспортно-технологічних модулів коренезбиральних машин; розкрито технологічні передумови розробки механіко-технологічних моделей робочих процесів комбінованих модулів очищення коренеплодів від домішок.

У *третьому розділі* представлені розроблені математичні моделі функціонального процесу поетапного відокремлення структурних компонентів домішок робочими органами очисних транспортно-технологічних модулів, переміщення вороху завантажувальним транспортером і подальше його переміщення до очисної гірки. Встановлено мінімально-необхідну робочу довжину похилого транспортера, яка забезпечує технологічну стійкість роботи, секундну подачу чистих коренеплодів за рекомендованих швидкостей руху коренезбиральної машини; обґрунтовано робочу швидкість руху кожної  $g$ -ї ділянки робочої гілки похилого транспортера; визначено дальність польоту коренеплодів та взаємозв'язок між коефіцієнтом сепарації та швидкістю руху гілок похилого транспортера.

У *четвертому розділі* наведені результати математичного моделювання процесу динамічної взаємодії очисних елементів з налиплим ґрунтом, компонентів вороху з рифом шнека та відокремлення налиплого ґрунту з коренеплодів. Виведено умови раціонального протікання технологічного процесу роботи очисних транспортно-технологічних модулів та забезпечення максимальної пружності очисних елементів на вигин.

Встановлено, що з умови забезпечення максимально допустимої пружності на вигин очисних пружних елементів встановлено, що залежно від зміни діаметра приводного вала в діапазоні 0,4...0,6 м та діаметра очисних пружних елементів – 2...6 мм:

- максимальні значення допустимої результуючої сили процесу відокремлення налиплого ґрунту з поверхні тіла коренеплодів знаходяться в середніх межах від 280 до 400 Н;

- допустима максимальна кутова швидкість очисних пружних елементів знаходиться в середніх межах від 20 до 80 рад/с.

У *п'ятому розділі* представлено програму проведення лабораторних і польових експериментальних досліджень; характеристику експериментальних установок; методику проведення експериментальних досліджень з визначення



коефіцієнті сепарації домішок, дальності польоту коренеплодів, методологію реалізації польових експериментальних досліджень очисних транспортно-технологічних модулів.

*Шостий розділ* розкриває результати польових експериментальних досліджень коефіцієнтів сепарації домішок похилого транспортера та лабораторних експериментальних досліджень дальності польоту коренеплодів з похилого транспортера до очисної гірки; результати польових експериментальних досліджень показників якості роботи очисних транспортно-технологічних модулів; результати польових досліджень процесів роботи комбінованих очисних систем вороху.

На основі порівняльного аналізу показників якості виконання технологічного процесу збирання крупних коренеплодів встановлено, що кількість загальних домішок із застосуванням очисних транспортно-технологічних модулів порівняно з базовою машиною зменшується в середньому в 1,9 рази під час збирання коренеплодів кормових буряків, в 1,2 рази під час збирання коренеплодів цукрових буряків і в 1,8 рази під час збирання коренеплодів цикорію.

У *сьомому розділі* представлено енергетичну оцінку очисних транспортно-технологічних модулів, економічну ефективність застосування очисних транспортно-технологічних модулів у складі коренезбиральних машин та подано пропозиції і рекомендації їх застосування на виробництві.

Матеріали докторської дисертації Паньків Марії Романівни не містять результатів її кандидатської дисертації.

## **8. Основні зауваження до дисертаційної роботи**

1. Авторці не завжди вдалося систематизувати дуже великий об'єм отриманих результатів досліджень до зручних для сприйняття форм (наприклад, таблиця 1.1 «Способи збирання коренеплодів» приведена на 4 сторінках).

2. Доцільно було встановити обсяги можливого впровадження розроблених очисних транспортно-технологічних модулів в процес збирання коренеплодів в Україні.

3. Отримані авторкою наукові результати досліджень доречно було б більш широко рекламувати керівникам та спеціалістам агропромислових підприємств, наприклад, шляхом оформлення та опублікування відповідних рекомендацій.

4. В тексті дисертації зустрічаються орфографічні і граматичні помилки, неточності та описки. Наприклад, використовується аббревіатура ОТТМ (стор. 31), або ГВБ (стор. 50), які не мають спеціальної розшифровки в попередньому тексті.

5. Обсяг основного тексту дисертації (337 стор.) перевищує регламентований пунктом 10 Порядку присудження наукових ступенів обсяг основного тексту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора наук - 11-13 авторських аркушів (до 300 сторінок).

В цілому вищезазначені зауваження не знижують рівень виконаної роботи і отриманих наукових і практичних результатів досліджень.

#### **9. Відповідність автореферату основним положенням дисертації**

Автореферат відображає основний зміст роботи, її наукові положення та результати. Висновки автореферату і дисертації повністю ідентичні.

#### **10. Загальна оцінка дисертації та висновок щодо її відповідності вимогам МОН України**

В цілому дисертаційна робота Паньків М. Р. "Механіко-технологічне моделювання процесів роботи комбінованих очисних систем коренезбиральних машин" є завершеним науковим дослідженням, має наукову новизну і практичне використання. Робота вирішує конкретну наукову задачу – підвищення показників якості роботи збирання крупних коренеплодів шляхом розробки наукової концепції та механіко-технологічної моделі інтенсифікації функціонального процесу відокремлення структурних компонентів домішок від коренеплодів і оптимізації параметрів робочих органів очисних транспортно-технологічних модулів коренезбиральних машин.

Дисертаційна робота виконана на належному науковому рівні та відповідає вимогам Порядку присудження наукових ступенів, які пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва, а її авторка, Паньків Марія Романівна, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Офіційний опонент,  
д.т.н., професор, завідувач відділу агронавігації  
та автоматизації мобільних процесів Інституту  
механіки та автоматики агропромислового  
виробництва НААН України

Підпис д.т.н. В. Г. Мироненка

ЗАСВІДЧУЮ:

Вчений секретар ІМА АПВ НААНУ



В.Г. Мироненко

М.І. Грицишин