

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Дідуха Володимира Федоровича на дисертаційну роботу Бабій Марії Василівни «Обґрунтування параметрів енергозберігаючого приводу косарки сегментно-пальцевої», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва»

1. Актуальність теми дослідження та зв'язок з науковими програмами, планами та темами

Сучасний стан розвитку агропромислового комплексу вимагає пошуку нових технологій для вирощування сільськогосподарської продукції рослинного походження із максимальним збереженням біологічного врожаю. При цьому енергетичні затрати впливають на собівартість отриманої продукції.

З іншої сторони недостатня кормова база, зниження об'ємів заготівлі кормів рослинного походження призвели до зменшення поголів'я тварин, зросла собівартість виробництва м'яса, молока та інших видів тваринницької продукції. Втрата балансу між рослинницькою та тваринницькою галузями негативно відображається на використанні основного засобу сільськогосподарського виробництва – ґрунтів. Різке зменшення внесення органічних добрив призводить до втрати їх родючості.

Механізована заготівля кормових культур має свої особливості, пов'язанні із зрізанням рослин. Адже рослини кормових культур мають складну будову та нерівномірно віддають вологу при зневодненні, що призводить до втрат найбільш цінних у кормовому відношенні складових: листків, бутонів, суцвіть та верхівки рослин. Новітні розробки транспортно-технологічних механізмів неперервної дії сільськогосподарських машин та їх робочих органів не дозволяють ліквідувати вказані недоліки у випадку несвоєчасного скошування окремих ділянок поля при заготівлі сухих кормів чи кормів на основі зеленої маси.

Тому основні зусилля при удосконаленні технічних засобів для заготівлі кормів необхідно спрямувати на збільшення продуктивності косарок, що дозволить

скоротити терміни збирання врожаю на значних площах. Серед таких є збільшення ширини захвату або поступальної швидкості агрегату, до складу якого входить косарка, з одночасним підвищенням відносної швидкості зрізання рослин. Особливо важливими у вирішенні вказаних завдань, є їх реалізація при вдосконаленні косарок з сегментно-пальцевими різальними апаратами. Адже підвищення швидкісних параметрів ріжучих елементів призводить до значного зростання інерційних сил, які негативно впливають як на конструкцію приводу, так і на агрегат в цілому.

Дисертаційну роботу виконано відповідно до тематик наукових досліджень Тернопільського НТУ ім. Івана Пулюя (№ державної реєстрації 0113U000254, 0115U002541) та згідно державної цільової програми КМУ від 19 вересня 2007 р. № 1158 "Розвиток українського села на період до 2015 року"; стратегії розвитку аграрного сектора економіки на період до 2020 року", згідно розпорядження КМУ від 17 жовтня 2013 р. №806-р.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, наведених у дисертаційній роботі їх достовірність та новизна, повнота викладу у наукових фахових виданнях

Наукове значення роботи полягає в розробленні теоретичних і практичних висновків і рекомендацій, які викладені в науковому дисертаційному дослідженні. Вони є достатніми та належним чином обґрунтованими.

Теоретичні дослідження динамічних процесів досліджуваних об'єктів описано на загальних положеннях теоретичної та аналітичної механіки, теорії тригонометричних рядів Фур'є. Дані дослідження проведені шляхом адаптації теорій, які описують процеси навантаження різального апарата косарки, дають можливість визначити конструктивні та кінематичні параметри приводів сегментно-пальцевих різальних апаратів. В результаті отримано математичну модель технологічного процесу роботи косарки з регульованим пружинним пристроєм, модифіковано аналітичні залежності опису процесу навантаження різального апарата на базі адитивних неперервних диференційних функцій. Експериментальні дослідження проведено із застосуванням методів

динамометрування в умовах експлуатаційних навантажень та використання математичного методу планування багатофакторного експерименту. Опрацювання результатів експериментальних досліджень здійснювалося статистичними методами за допомогою програмних пакетів аналізу даних на ПК.

Автором на високому рівні, у достатньому обсязі, проведені теоретичні та експериментальні дослідження, запропоновані відповідні розрахункові теоретичні підходи та нові підходи при встановленні інерційних сил, які виникають у робочому органі косарки у виробничих умовах. Обґрунтованість та достовірність наукових положень і результатів, рекомендацій і висновків підтверджується коректною постановкою завдань досліджень, високим збігом даних, що отримані в результаті моделювання з використанням ПК та результатами проведених експериментальних досліджень, а також апробацією результатів дисертаційної роботи у виробничих умовах.

Головне наукове положення дисертації полягає у тому, що вихід тваринницької галузі з кризи залежить від застосування сучасних інноваційних технологій та створення нових технічних засобів на кожному з етапів кормовиробництва з врахуванням конструктивних особливостей сільськогосподарської машини для забезпечення якості виконання технологічного процесу. Дане наукове положення обґрунтоване на основі логічного змісту та повноти теоретичних і експериментальних досліджень технологій зрізання рослин вдосконаленою косаркою із сегментно-пальцевим різальним апаратом.

Висновки дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими, вони підтверджені необхідною кількістю експериментальних досліджень, проведених у польових умовах.

Перший пункт загальних висновків вказує на можливість підвищення ефективності роботи косарки з сегментно-пальцевим різальним апаратом за рахунок збільшення поступальної швидкості агрегату з паралельною синхронізацією відносної швидкості руху ножа. Забезпечення вказаних умов

залежить від встановлення на привод регульованого пружинного пристрою для перерозподілу на елементи робочого органу інерційних сил.

Другий пункт сформований на основі комплексних аналітичних дослідженнях, які дозволили запропонувати математичну модель навантаження різального апарата та встановити співвідношення його конструктивно - технологічних складових.

Третій пункт побудований на результатах оцінки залежності частоти обертання колінчастого вала удосконаленого приводу косарки та його енергоефективності. Встановлено, що для частоти обертання кривошипа $n_1=724\text{об/хв.}$ енергоспоживання є найменшим. У випадку холостого ходу воно зменшується до 83%, на різних режимах роботи від 17,6 до 46,7 %.

У четвертому пункті вказано, що для проведення повнофакторного експерименту розроблена відповідна методика, яка дозволяє встановити енергоспоживання приводу косарки з отриманням перевідних коефіцієнтів для визначення частоти обертання кривошипа за показами спідометра енергетичного засобу агрегату. При цьому похибка теоретичних і експериментальних досліджень не перевищила 12%.

П'ятий пункт побудований на результатах досліджень резонансу у запропонованому пристрої та аналізі вимушених коливань. Доведено, що система не досягає області резонансу. При максимальній власній частоті 106 с^{-1} , частота вимушених коливань не перевищує $12,1\text{ с}^{-1}$.

Шостий пункт сформульований на підставі отриманих результатів дослідження характеристик міцності та ресурсу роботи найбільш навантажених елементів косарки, серед яких спинка ножа оцінюється ефективним коефіцієнтом концентрації напружень, коефіцієнтом запасу міцності та ресурсом роботи у циклах а, пружні елементи, оцінюються кількістю циклів при навантаженні.

У сьомому висновку вказано на ефективність застосування модернізованої косарки з сегментно-пальцевим ріжучим апаратом з економічним ефектом від впровадження 5141 грн/машину, який впливає із

збільшення продуктивності косарки на 0,35 га/год у порівнянні з базовою. Матеріали досліджень передані у спеціалізоване КБ м. Львів.

Усі пункти висновків логічно випливають із результатів досліджень, проведених автором у дисертаційній роботі.

Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях

Основні теоретичні і експериментальні дані автора і результати досліджень опубліковано у 20 наукових працях, з яких 8 – у наукових фахових збірниках, 8 – у матеріалах міжнародних і всеукраїнських конференцій, 4 патентах України на корисні моделі.

3. Важливість для науки й народного господарства отриманих автором результатів, а також рекомендації щодо їхнього використання

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що у роботі на основі системного підходу до дослідження технологічного процесу скошування рослин сегментно-пальцевим ріжучим апаратом із кривошипно-шатунним механізмом, отримано наступні наукові результати:

- вперше розроблено математичну модель процесу роботи косарки підпірного різання рослин з врахуванням динамічних навантажень окремих елементів робочого органу;
- обґрунтовано конструктивні та кінематичні параметри енергозберігаючого приводного механізму косарки з регульованим пружинним пристроєм, який забезпечує підвищення продуктивності МТА ;
- на базі адитивних неперервних диференційованих функцій отримано аналітичні залежності для оцінки навантаження сегментно-пальцевого різального апарата ;
- розроблено методику, яка дозволяє встановити енергоспоживання приводу косарки з отриманням перевідних коефіцієнтів для визначення частоти обертання кривошипа за показами спідометра енергетичного засобу агрегату.

Практичне значення одержаних результатів. Дисертаційна робота Бабій М. В. є самостійним завершеним науковим дослідженням, яке спрямоване на

підвищення ефективності заготівлі кормів на основі розробленого енергозберігаючого приводу косарки із сегментно-пальцевим різальним апаратом.

Запропоноване нове рішення встановлення у конструкцію приводу регульованого пружинного пристрою дозволить підвищити продуктивність МТА та надійність елементів машини. Обґрунтовані раціональні параметри процесу зрізання рослинної маси та проведено табулювання пружин з врахуванням змінних параметрів і властивостей рослин. Розроблено експериментальний взірець косарки з енергозберігаючим приводом, а також практичні рекомендації при вдосконаленні косарки з сегментно-пальцевим різальним апаратом.

Технічна новизна розробок захищена 4 патентами України на корисні моделі. Отримані наукові та практичні результати, методики й рекомендації передані для впровадження у ТзОВ "Лемберг Індастріал Парк" (м. Львів).

4. Оцінка змісту роботи в цілому

Структура дисертаційної роботи складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків і додатків. Роботу викладено на 147 сторінках, містить 72 рисунки, 17 таблиць, а також додатки на 13 сторінках. Список літератури включає 129 позицій. Загальний обсяг дисертації становить 198 сторінки.

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет досліджень та завдання, які розв'язуються в роботі. Окреслено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів. Наведено інформацію щодо апробації, структури та обсягу роботи.

У першому розділі "Аналіз існуючих засобів підвищення процесу скошування трав" проведено аналіз та узагальнення результатів досліджень технічних засобів для зрізування рослинної маси. У результаті аналізу різальних апаратів, приводних механізмів з'ясовано, що питома енергоефективність сегментно-пальцевих різальних апаратів у 3-4 рази менша у порівнянні з апаратами безпідпільного зрізування. Проте для сегментно-пальцевих апаратів існують обмеження за швидкостями переміщення МТА і відносною швидкістю руху ножа, що унеможлиблює підвищення продуктивності машини. Для усунення вказаного

недоліку пропонується встановлювати у привідний механізм пристрій зрівноваження інерційних сил, який дозволяє знизити енергоспоживання на виконання технологічної операції зрізування рослин. Тому, розробка енергозберігаючого приводу косарки з сегментно-пальцевим різальним апаратом з науковим обґрунтуванням його конструктивних і кінематичних параметрів залишається не вирішеною задачею і має важливе наукове та практичне значення.

На, нашу думку, у даному розділі варто було б звернути увагу на зусилля та умови зрізування рослинної маси сільськогосподарського призначення.

У другому розділі “Теоретичне обґрунтування конструктивних і кінематичних параметрів енергозберігаючого приводу косарки” теоретично досліджено та уточнено кінематичні параметри косарки з сегментно-пальцевим різальним апаратом нормального різання. Встановлено різницю у відхиленні прискорення крайньої ланки – ножа, яке сягає 14,5%.

Аналітично оцінено затрати енергії, яка затрачається на процес зрізання рослинної маси сегментно-пальцевим різальним апаратом з кривошипно-шатунним механізмом. Доведено, що домінуючим навантаженням в процесі експлуатації косарки є навантаження від сил інерції, які виникають в результаті зворотно-поступального руху ножа. Таким чином, зроблено висновок, що частину цих сил варто спрямувати на подолання сил різання, а іншу акумулювати у вигляді запасу потенціальної енергії на деформацію пружних елементів додаткового пристрою приводу косарки.

У даному розділі запропонована математична модель роботи вдосконаленого механізму приводу косарки, яка дозволяє оцінювати енергоефективність кривошипно-шатунних механізмів з врахуванням змінних навантажень, які виникають при зрізуванні рослинної маси сільськогосподарських культур.

До зауважень другого розділу слід віднести те, що в ньому доцільно було б вказати, як впливають конструктивні параметри запропонованого механізму на ефективність роботи косарки.

У третьому розділі “Програма і методика експериментальних досліджень” викладена програма, дається опис приладів, дослідно-виробничої

установки і методів проведення експериментальних досліджень. Програмою експериментальних досліджень передбачалось розроблення конструкції регульованого пружинного пристрою, встановлення його та вимірювальну апаратуру на привод косарки, проведення польових випробувань косарки з метою забезпечення якісного виконання технологічного процесу зрізання рослинної маси з мінімальними енергетичними затратами.

У даному розділі варто було б привести методику оцінки якості виконання технологічного процесу зрізання рослинної маси.

У четвертому розділі “Експериментальні дослідження та опрацювання результатів” приведено черговість монтажу запропонованого регульованого пружного пристрою на різальний апарат косарки.

Вказана методика для встановлення частоти обертання кривошипа приводу косарки та розраховано кінематичні показники енергозасобу з врахуванням особливості його конструкції, силової установки. Встановлено, що силова установка має достатній діапазон швидкостей та крутного моменту для проведення експерименту у межах значень, отриманих теоретичним шляхом.

Проведені багатофакторні експерименти свідчать, що енергозберігаючий процес зрізання рослинної маси відбувається за наявності регульованого пружинного пристрою та, у більшій мірі, залежить як від параметрів пружних елементів, так і параметру, який характеризує початок (закінчення) роботи пружного елемента.

Окремі пункти, які стосуються практичних рекомендацій, варто було б представити у наступному розділі.

У п'ятому розділі “Практичні рекомендації та економічна ефективність застосування енергозберігаючого приводного механізму” наведено дослідження енергоефективності роботи приводу косарки, міцність окремих його елементів.

За експериментальної частоти обертання ВВП 724об/хв. розраховані значення крутного моменту при стандартних частотах ВВП у 540 і 1000 об/хв. з метою підбору пружних елементів у пристрій для зниження навантажень кривошипно-шатунного механізму, найбільш поширеного у сегментно-пальцевому

різальному апараті. Застосування регульованого пружинного пристрою дозволяє знижувати пікові навантаження крутних моментів до 60,8%.

У даному розділі вказуються також варіанти конструктивних рішень виконання РПП, які заслуговують на увагу та рішення щодо вдосконалення конструкції ріжучої пари.

Розрахунок економічної ефективності використання запропонованої модернізованої косарки із сегментно-пальцевим різальним апаратам вказує на доцільність встановлення у привод регульованого пружинного пристрою, який дозволяє збільшити швидкість руху агрегату та відповідно його продуктивність, яка забезпечує отримання фінансового ефекту у 5141 грн/машину.

В роботі не варто використовувати термін "складні" умови різального апарату, а оцінити стеблостій рослинної маси його висотою, кількістю рослин на м² та іншими показниками.

5. Відповідність автореферату основним положенням дисертації

Зміст автореферату у достатній мірі відображає основні положення та результати дисертаційної роботи, висновки в дисертації та авторефераті повністю ідентичні.

6. Основні зауваження по роботі

До дисертаційної роботи та її автореферату треба віднести наступні зауваження:

1. Розділ 1 доцільно доповнити інформацію про рослинні сільськогосподарські матеріали, зусилля їх розрізання (автор наголошує на відмінних фізико-механічних властивостях рослин, стр. 47).

2. Неоднозначне визначення сільськогосподарської машини - "косарки", на стр.17 – "сінозбиральний агрегат на основі причіпної косарки".

3. У п.2.1. приводяться уточнюючі дослідження КШМ. Чи коректно порівнювати відомі графічні залежності лише Лубіна М.Г. (21) з власними?

4. Назва розділу 2 вказує на обґрунтування конструктивних параметрів приводу. Проте підпункт відсутній, а конструктивні параметри приводу не досліджуються, вказано лише особливості конструкції.

5. Варто було б дати аналіз графіків на рис. 2.16, навантаження різального апарата (стр.74). При цьому на рис. зображено три залежності, а повинно бути чотири (стр.73).

6. У розділі 3 відсутня чітко сформульована методика проведення досліджень. У більшій мірі розділ присвячений конструкційним особливостям моментоміра (струмознімач, вимірювач потужності)?

7. Не зрозуміло, чому здобувач не дає методики, згідно якої можна було б оцінити якість виконання технологічного процесу скошування рослинної маси?.

8. У випадку планування експерименту не обґрунтовані параметри, які взяті за постійні величини. Адже збільшення продуктивності МТА пов'язано зі збільшенням швидкості агрегату, тому і вказані параметри також будуть змінними.

9. П 4.1 у деякій мірі повторює п.2.3 (стр.118 і 74) та не. Зі схеми на рис.4.3 важко зрозуміти, яким чином можна отримати чотири частоти обертання ВВП.

10. У табл.5.1-5.3 вказується на порівняння значень з базовим варіантом. Що автор розуміє під "базовим варіантом"? Дослідження руйнування окремих елементів мало б завершитись відповідними рекомендаціями по його усуненню.

11. У дисертаційній роботі зустрічаються неоднозначність формулювань і визначень. В тексті зустрічаються окремі неточності, помилки та невдалі формування.

7. Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертація Бабій Марії Василівни “Обґрунтування параметрів енергозберігаючого приводу косарки сегментно-пальцевої” є закінченим науковим дослідженням.

Зазначені вище недоліки не знижують наукового та практичного рівня

дисертаційної роботи і не впливають на позитивну оцінку в цілому. Зміст і структура роботи відповідає паспорту спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Проведені дослідження, що відображені в роботі, авторефераті та публікаціях засвідчують, що дисертаційна робота Бабій М. В. містить нові рішення науково-технічної задачі – підвищення ефективності зрізання рослинної маси сільськогосподарських культур на основі розроблених моделей та експериментальної перевірки висунутої гіпотези у лабораторно-польових умовах.

Актуальність, практичне значення, новизна, обґрунтованість і достовірність висновків заслуговують позитивної оцінки.

На основі вище викладеного вважаю, що дисертаційна робота Бабій М. В. є завершеною науково-дослідною роботою, яка за науковим рівнем, обсягом, змістом, публікаціями і практичним значенням отриманих результатів відповідає вимогам, які висуваються до кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує присвоєння йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри
інженерного та комп'ютерного забезпечення
агропромислового комплексу
Луцького НТУ

В. Ф. Дідух

