

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МІТКОВ Василь Борисович

УДК 631.372 + 631.312

**ОБҀРУНТУВАННЯ СХЕМИ І ПАРАМЕТРІВ АГРЕГАТУ
ДЛЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

Спеціальність 05.05.11 - Машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

Автореферат дисертації
на здобуття наукового ступеню
кандидата технічних наук

Мелітополь – 2007

Дисертацією є **рукопис**

Робота виконана в Таврійському державному агротехнологічному університеті

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор **Надикто Володимир Трохимович**, Таврійський державний агротехнологічний університет, завідувач кафедри машиновикористання в землеробстві

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України **Лебедєв Анатолій Тихонович**, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, завідуючий кафедрою трактори і автомобілі

кандидат технічних наук, доцент **Караєв Олександр Гнатович**, Інститут зрошуваного садівництва ім. М.Ф. Сидоренка УААН, завідуючий відділом зрошення і механізації

Захист відбудеться “14” грудня 2007 р. о 10.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К18.819.01 при Таврійському державному агротехнологічному університеті за адресою: 72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр-т Б.Хмельницького, 18

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Таврійського державного агротехнологічного університету за адресою: 72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр-т Б.Хмельницького, 18

Автореферат розіслано “05” листопада 2007 р.

Вчений секретер
спеціалізованої вченої ради _____ **В.Т.Діордієв**

Summary

Mitkov V.B. Substantiation of circuit and parameters of unit for primary tillage.
- Manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of candidate of technical sciences on speciality 05.05.11 – machines and means mechanization of agricultural production.
– Tavia State Agrotechnological University, Melitopol, 2007.

The dissertation is dedicated to raising of technical and economic index of combined unit for primary tillage by substantiation of its circuit and constructive parameters. For solving of the research tasks technique of front crusher grip width substantiation has been developed, influence of combined unit circuit and parameters on dynamics of its motion in linear-vertical plane has been theoretically evaluated, path, draft and power, maintains, technological and quality indices have been experimentally defined. It has been found out, that usage of combined unit for primary tillage on the base of tractor XT3-120 allows to get economic effect in amount not less than 21-26 hr per every hectare of cultivated land.

Key words: combined unit, ploughing, crushing, front crusher, front mounting mechanism, reloading, vertical vibrations.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Обробіток ґрунту, взагалі, а основний – зокрема, є найбільш енергоємним технологічним процесом, на який припадає приблизно 40% енергетичних і 25% трудових витрат з усього обсягу польових робіт.

Проведенню основного обробітку ґрунту передують, як правило, подрібнення рослинних залишків попередника. Сучасні технології вирощування грубостеблових культур передбачають роздільне виконання операцій подрібнення рослинних решток та основного обробітку ґрунту.

Практика показує, що іноді однократного подрібнення стерні с.-г. культур пасивними дисковими чи іншими робочими органами недостатньо. Двократне ж проведення цієї операції пов'язане з певними енергетичними та фінансовими витратами.

З огляду на це, вчені та конструктори намагаються створити машини для подрібнення стерні грубостеблових культур робочими органами, привід яких здійснюється від валу відбору потужності (ВВП) енергетичного засобу. Найбільш перспективним напрямком використання таких машин є їх об'єднання з ґрунтообробними (зокрема орними) знаряддями у складі одного МТА.

Основним недоліком комбінованих агрегатів аналогічного призначення є недостатньо висока якість виконання технологічного процесу, що обумовлюється наявністю взаємного впливу одне на одного різних за функціональним призначенням (в даному випадку - подрібнюючого та орного) знарядь.

Водночас, наявність у комбінованих машинно-тракторних агрегатів низки потенційних переваг дозволило сформулювати **робочу гіпотезу**, суть якої полягає в наступному: *зменшення взаємного впливу подрібнювального та орного знарядь можна здійснити шляхом їх роздільного агрегування у складі комбінованого МТА для основного обробітку ґрунту.*

Для використання такого агрегату потрібно на передній механізм трактора, який має передній вал відбору потужності (ВВП), навісити фрезерний подрібнювач рослинних решток, а на задній - полицевий плуг.

Проте, переваги агрегату з фронтальним подрібнювачем і задньонавісним плугом можуть бути практично реалізовані лише за умови правильного вибору його схеми та конструктивних параметрів. Враховуючи той факт, що відомі теоретичні та експериментальні напрацювання у цьому напрямку не дозволяють повністю досягти поставленої мети, пошуки нових шляхів вирішення цієї задачі слід вважати актуальним напрямком наукових досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами.

Дослідження, що складала основу дисертаційної роботи, виконувалися у відповідності з планом наукової програми Таврійської державної агротехнічної академії на 2001...2005 роки "Розробка наукових систем, технологій і технічних засобів для забезпечення продовольчої безпеки південного регіону України" (державний реєстраційний номер 0102U000678) та програми Національного наукового центру „Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” за темою „Розробити та перевірити в умовах півдня України комплекси машин на основі нових енергетичних засобів” (державний реєстраційний номер 0102U000530).

Метою досліджень є зменшення питомих витрат палива та підвищення техніко – економічних і якісних показників роботи МТА для основного обробітку ґрунту шляхом обґрунтування його схеми і конструктивних параметрів.

Для досягнення поставленої мети слід вирішити наступні **задачі досліджень**:

- обґрунтувати ширину захвату та швидкість руху комбінованого агрегату для основного обробітку ґрунту;
- розробити математичну модель агрегату для основного обробітку ґрунту і на її основі оцінити вплив схеми та параметрів МТА на динаміку його руху у поздовжньо-вертикальній площині;
- експериментально оцінити вплив схеми і параметрів комбінованого МТА на його тягово-енергетичні, траєкторні та якісні показники роботи;
- провести експлуатаційно-технологічну оцінку комбінованого агрегату для основного обробітку ґрунту;
- розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо вибору схеми та параметрів МТА для основного обробітку ґрунту.

Об'єкт досліджень - процес функціонування комбінованого МТА у складі трактора, фронтального подрібнювача рослинних решток і задньонавісного плуга як складових єдиної динамічної системи.

Предмет досліджень - закономірності впливу схеми та параметрів комбінованого агрегату для основного обробітку ґрунту на характер відпрацювання ним зовнішніх збурень.

Методи досліджень. Вибір схеми і параметрів МТА для основного обробітку ґрунту здійснювався шляхом аналізу на ПК отриманих математичних залежностей і базувався на положеннях теоретичної механіки, теорій автоматичного регулювання, ймовірності і математичної статистики.

Експериментальні дослідження проводили як згідно з загальноприйнятими, так і розробленими методиками із застосуванням тензометричного та навігаційного обладнань. Обробку вихідних даних здійснювали на ПК з використанням положень регресивного, а також кореляційно - спектрального аналізів.

Наукова новизна результатів досліджень:

- дістала подальший розвиток методика обґрунтування ширини захвату та швидкості руху комбінованого агрегату для основного обробітку ґрунту, за допомогою використання частинних похідних;
- удосконалено математичну модель, яка дає можливість достовірно оцінити вплив схеми і параметрів комбінованого МТА на плавність його руху у поздовжньо-вертикальній площині;
- вперше одержані закономірності впливу коливань поздовжнього профілю агрофону та нерівномірності тягового опору задньонавісного плуга на динаміку вертикальних переміщень трактора і фронтального подрібнювача рослинних решток, а також тягово-енергетичні, траєкторні та якісні показники роботи машинно-тракторного агрегату для основного обробітку ґрунту.

Практичне значення результатів досліджень.

Основне практичне значення результатів досліджень полягає:

- в підтвердженні гіпотези щодо техніко - економічної доцільності і можливості поєднання у складі одного комбінованого агрегату фронтального подрібнювача рослинних решток і задньонавісного плуга;

- в розробці експериментального зразка фронтального подрібнювача рослинних решток, який експонувався на виставці “Агро – 2006” (м. Київ).

На основі отриманих теоретичних та експериментальних даних розроблено практичні рекомендації з настроювання комбінованого МТА для основного обробітку ґрунту, які впроваджено у дослідному господарстві Південного філіалу ННЦ “ІМЕСГ” УААН (Запорізька обл., с.м.т. Якимівка), прийнято ВАТ “Харківський тракторний завод ім. С.Орджонікідзе”, а також використовуються в навчальному процесі Таврійського державного агротехнологічного університету (м. Мелітополь).

Особистий внесок автора полягає в:

- розробці математичної моделі комбінованого МТА [7];
- розробці методики теоретичних та експериментальних досліджень комбінованого МТА і методів обробки отриманих даних [5, 6];
- виготовленні експериментального зразка подрібнювача роторного типу;
- розробці рекомендацій з вибору оптимальної схеми та параметрів комбінованого МТА [2, 8].

Апробація результатів дисертації.

Основні результати дисертаційної роботи викладено в доповідях на науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу аспірантів і співробітників Таврійської державної агротехнічної академії (м. Мелітополь, 2002...2007 рр.), міжнародній науково - технічній конференції “Сучасні проблеми землеробської механіки” (м. Миколаїв, 2002 р.), міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми степового землеробства і рослинництва та їх вирішення в реформованих сільськогосподарських підприємствах” (м. Миколаїв, 2003 р.), міжнародній науковій конференції “Сучасні проблеми землеробської механіки” (м. Мелітополь, 2006 р.)

Публікації.

За результатами досліджень у фахових виданнях опубліковано 10 друкованих праць, серед яких два патенти України на винаходи.

Структура і обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, списку літератури та додатків. Дисертація викладена на 181 с. машинопису (в т.ч. 140 с. основного тексту) і включає 66 рисунків та 8 таблиць.

ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1 Стан питання і задачі досліджень

Практикою встановлено, що проведення двох окремих операцій, а саме дискування стерні грубостеблових культур та оранки, потребує не менше 30 кг палива на кожен гектар оброблюваної площі.

Одним із шляхів зменшення цього показника є проведення одночасного виконання подрібнення стерні та основного обробітку ґрунту. Найкраще для цієї мети підходить комбінований агрегат, технологічна частина якого складається із плуга та подрібнювача рослинних решток з приводом його робочих органів від ВВП трактора. При цьому, для виключення впливу функціонування одного знаряддя на якісні показники роботи другого, подрібнювач, згідно розробленої нами робочої гіпотези, слід навішувати на передній навісний механізм трактора, а плуг – на задній. Із вітчи-

зняних енергетичних засобів для цього підходять трактори сімейства ХТЗ-120/160, оскільки лише вони мають передній навісний механізм і передній ВВП.

Питаннями розробки основ проектування та агрегування комбінованих ґрунтообробних, а також інших агрегатів займалися і продовжують займатися багато вчених. Визначальним серед них є роботи Погорілого Л.В., Гукова Д.С., Лебедева А.Т., Дубровіна В.А., Кутькова Г.М., Габай Є.В., Булгакова В.М., Янушкєвіча Б.Н., Касимов А.Ш., Кірюхін В.Г., Надикто В.Т., Кабаков М.С., Кочева В.І. та ін.

В своїх дослідженнях вони особливо наголошують, що потенційні переваги комбінованих МТА для основного обробітку ґрунту можуть бути реалізовані лише за умови правильного вибору їх схеми та конструктивних параметрів. При цьому до першочергових відносяться питання обґрунтування ширини захвату агрегуємих знарядь, дослідження динаміки руху трьохланкового агрегату у поздовжньо-вертикальній площині, визначення впливу технологічної частини МТА на тягово-енергетичні, траєкторні, експлуатаційно-технологічні та якісні показники роботи тощо.

В процесі розв'язування цих задач використано методичні положення, розроблені такими вченими, як Бабіцький Л.Ф., Лучинський М.Д., Мазітов Н.К., Іванов А.І., Кузнецов Ю.І., Шабала М.О., Дроздов В.Н., Надикто В.Т., Белов Г.Д., Пахарь Н.І., Муфтеєв Р.С., Синьооков Г.М., Любімов А.І. та інші вчені.

Розділ 2 Теоретичні основи обґрунтування параметрів комбінованого агрегату для основного обробітку ґрунту

Продуктивність комбінованого агрегату для основного обробітку ґрунту, як і інших МТА, залежить, в основному, від швидкості руху та ширини захвату сільськогосподарських машин, які входять до його складу.

У зв'язку з цим важливо визначити, при відповідному рівні потужності двигуна, оптимальні значення швидкості руху та ширини захвату комбінованого агрегату, які б визначали його максимальну продуктивність W . Умовою оптимізації останніх є:

$$\frac{\partial W}{\partial V} = \frac{\partial W}{\partial B}, \quad \frac{\partial N_{ен}}{\partial V} = \frac{\partial N_{ен}}{\partial B},$$

де $N_{ен}$ - номінальна потужність двигуна трактора;

B - ширина захвату сільськогосподарських машин;

V - швидкість руху трактора.

Підставивши в умови оптимізації значення отриманих частинних похідних, після відповідних перетворень одержимо рівняння для визначення оптимальної ширини захвату ($B_{опт}$) та швидкості руху ($V_{опт}$) МТА:

$$2 \cdot b \cdot K_M^3 \cdot B_{опт}^3 \cdot H^3 + G \cdot K_M^2 \cdot B_{опт}^2 \cdot H^2 \cdot (\mu \cdot a + b \cdot f) + b \cdot f \cdot G \cdot K_M^2 \cdot B_{опт}^2 \cdot H^2 + 2 \cdot a \cdot f \cdot \mu \cdot G^2 \cdot K_M \cdot B_{опт} \cdot H - \mu^2 \cdot G^3 \cdot f = 0, \quad (1)$$

$$V_{опт} = \frac{N_{ен} \cdot \eta_{МТ} \cdot K_H \cdot [1 - a \cdot K_M \cdot B_{опт} \cdot H / \mu \cdot G - b \cdot (K_M \cdot B_{опт} \cdot H / \mu \cdot G)^2]}{K_M \cdot B_{опт} \cdot H + f \cdot G}, \quad (2)$$

де b , a - коефіцієнти апроксимації кривої буксування трактора ХТЗ-120; K_M - питомий тяговий опір плуга; H - глибина оранки; G - вага трактора; μ - коефіцієнт зчеплення рушіїв енергетичного засобу з ґрунтом; f - коефіцієнт опору коченню; $\eta_{МТ}$ - механічний коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора; K_H - коефіцієнт кінема-

тичної невідповідності в приводі мостів трактора.

В результаті розрахунку залежностей (1) і (2) встановлено, що при $N_{ен} = 110$ кВт; $b = 0,6472$; $a = 0,012$; $K_m = 66$ кН/м²; $H = 0,25$ м; $G = 79,5$ кН; $\mu = 0,7$; $f = 0,08$; $\eta_{MT} = 0,95$ і $K_H = 1,03$; $V_{опт} = 1,23$ м, а $V_{опт} = 3,1$ м/с або 11,1 км/год.

Якщо трактор ХТЗ-120 буде агрегатуватися з чотирьох- або п'ятикорпусними плугами типу ПЛН, то мінімальна робоча ширина їх захвату повинна становити не 1,23 м, як це впливає із розрахунків, а 1,48...1,86 м. Для плугів типу ПНУ цей параметр коливатиметься в межах 1,69...2,12 м. Для плуга ПНЯ – 1,69 м.

На практиці це призведе до відповідного зниження робочої швидкості агрегату. Так при $V_{опт} = 1,75$ м значина $V_{опт}$ становитиме 2,2 м/с (7,92 км/год.). Це не тільки припустимо, а й навіть бажано, оскільки реалізація на практиці робочої швидкості руху орних МТА більшої за 10 км/год є технічно і технологічно складною.

Враховуючи вищевикладене, можна стверджувати, що при роботі з плугами типу ПЛН конструктивна ширина захвату подрібнювача рослинних решток має бути не меншою 1,5 м, а при роботі зі знаряддями типу ПНУ або ПНЯ - не меншою 1,7 м.

Під час робочого руху комбінованого агрегату для основного обробітку ґрунту на трактор, фронтальний подрібнювач і плуг передаються поштовхи та удари, викликані нерівностями профілю поля, нерівномірністю опору ґрунту тощо. В загальному випадку такий агрегат здійснюють при цьому поступальні вертикальні та кутові поздовжні переміщення (рис. 1).

Динамічна модель трактора характеризується двома ступенями вільності. Перша - це вертикальне переміщення (Z_T) центру мас енергетичного засобу (т.С). Друга - кутові коливання його остову у поздовжньо-вертикальній лощині (кут φ , рис.1).

Вертикальні переміщення подрібнювача ($Z_3 = Z_M$) обумовлені впливом поздовжнього профілю шляху та трактора. Вплив першого проявляється через вертикальні коливання нерівностей агрофону (h_3), а вплив другого – завдяки силі R_m , яка зосереджена в точці миттєвого центру повороту переднього навісного механізму енергетичного засобу (рис.1).

Вплив задньонавісного плуга на вертикальні коливання трактора здійснюється через його задній навісний механізм завдяки силі R_p (рис. 1).

Математична модель вертикальних коливань комбінованого агрегату для основного обробітку ґрунту має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} A_{11} \ddot{Z}_1 + A_{12} \dot{Z}_1 + A_{13} Z_1 + A_{14} \ddot{Z}_2 &= f_{11} \dot{h}_1 + f_{12} h_1 + f_{13} R_x + f_{14}; \\ A_{21} \ddot{Z}_2 + A_{22} \dot{Z}_2 + A_{23} Z_2 + A_{24} \ddot{Z}_1 &= f_{21} \dot{h}_2 + f_{22} h_2 + f_{23} R_x + f_{24}; \\ A_{31} \ddot{Z}_3 + A_{32} \dot{Z}_3 + A_{33} Z_3 &= f_{31} \dot{h}_3 + f_{32} h_3 + f_{33} R_x + f_{34}, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{де } A_{11} &= [M_T \cdot (L-a)^2 + J_{T_{ц.м.}}] / L^2; & A_{13} &= 2 \cdot C_{ш}; & f_{11} &= f_{21} = A_{12}; \\ A_{21} &= (M_T \cdot a^2 + J_{T_{ц.м.}}) / L^2; & A_{23} &= A_{13}; & f_{31} &= A_{32}; \\ A_{31} &= M_M; & A_{33} &= 2 \cdot C_{шМ}; & f_{12} &= f_{22} = A_{13}; \\ A_{12} &= 2 \cdot K_{ш}; & A_{14} &= \{2 \cdot [M_T \cdot a \cdot (L-a) - J_{T_{ц.м.}}]\} / L^2; & f_{33} &= 0; \\ A_{22} &= A_{12}; & A_{24} &= A_{14}; & f_{34} &= R_M; \\ A_{32} &= 2 \cdot K_{шМ}; & f_{32} &= A_{33}; \end{aligned}$$

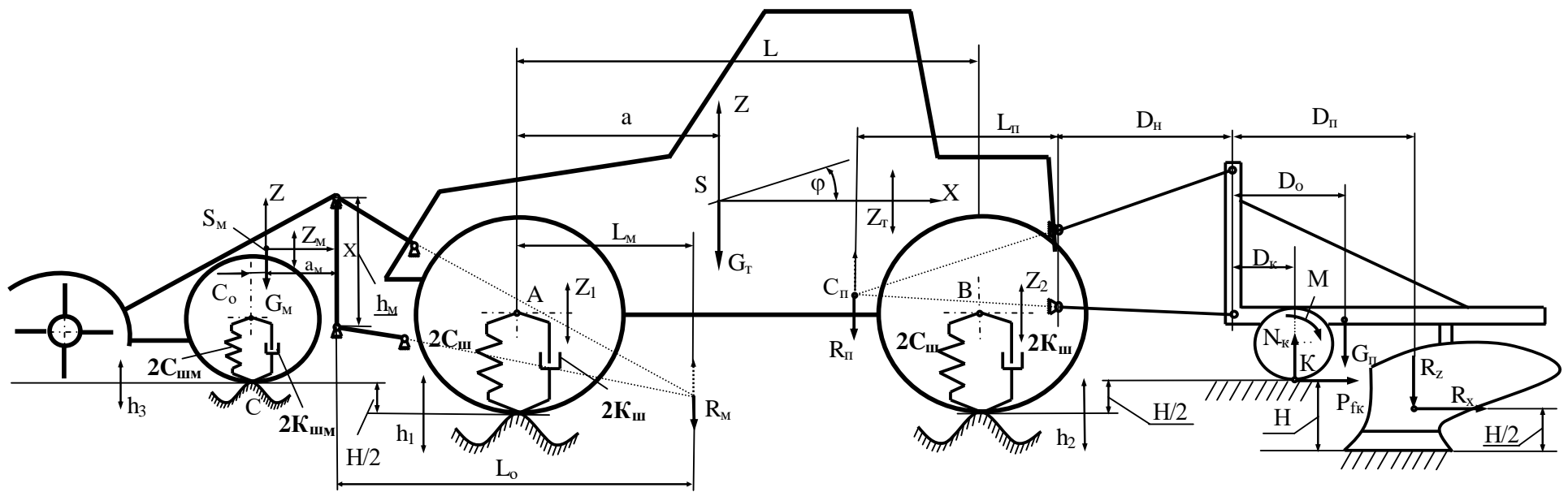


Рис. 1. Розрахункова модель вертикальних коливань комбінованого агрегату для основного обробітку ґрунту.

$$\begin{aligned}
f_{13} &= [L_0 \cdot (0,5 \cdot H - 0,2 \cdot D_{\Pi})] / [(L_{\Pi} + D_{\text{H}} + D_{\text{K}})] \cdot L; \\
f_{23} &= [(L - L_{\text{M}}) \cdot (0,5 \cdot H - 0,2 \cdot D_{\Pi})] / [(L_{\Pi} + D_{\text{H}} + D_{\text{K}})] \cdot L; \\
f_{14} &= [R_{\text{M}} \cdot (L - L_{\text{M}}) \cdot (L_{\Pi} + D_{\text{H}} + D_{\text{K}}) - G_{\Pi} \cdot D_0 \cdot L_{\Pi}] / L \cdot (L_{\Pi} + D_{\text{H}} + D_{\text{K}}); \\
f_{24} &= [R_{\text{M}} \cdot L_{\text{M}} \cdot (L_{\Pi} + D_{\text{H}} + D_{\text{K}}) - G_{\Pi} \cdot D_0 \cdot (L - L_{\Pi})] / L \cdot (L_{\Pi} + D_{\text{H}} + D_{\text{K}}); \\
R_{\text{M}} &= G_{\text{M}} \cdot (C_0 + f \cdot r_{\text{K}}) / (L_0 + a_{\text{M}} + C_0); \\
R_{\Pi} &= [R_{\text{X}} \cdot (0,5 \cdot H - 0,2 \cdot D_{\Pi}) - G_{\Pi} \cdot D_0] / (L_{\Pi} + D_{\text{H}} + D_{\text{K}}).
\end{aligned}$$

У системі рівнянь (3) M_{T} , $J_{\text{T, м}}$ - маса трактора та його момент інерції у поздовжньо-вертикальній площині проєкцій; $M_{\text{м}}$, $G_{\text{м}}$ - маса та сила ваги подрібнювача рослинних решток; $C_{\text{ш}}$, $C_{\text{шм}}$ і $K_{\text{ш}}$, $K_{\text{шм}}$ - коефіцієнти жорсткості та коефіцієнти опору деформуванню шин коліс трактора і коліс подрібнювача відповідно; G_{Π} - сила ваги плуга; f - коефіцієнт опору коченню; r_{K} - радіус кочення колеса подрібнювача; R_{X} - горизонтальна складова тягового опору плуга. Природа інших конструктивних параметрів зрозуміла із рис. 1.

Якщо в отриманій системі диференційних рівнянь (3) здійснити перетворення Лапласа, то отримаємо математичну модель динаміки руху комбінованого агрегату в операторній формі запису:

$$\begin{aligned}
K_{11} \cdot Z_1(s) + K_{12} \cdot Z_2(s) + K_{13} \cdot Z_3(s) &= F_{11} \cdot h_1(s) + F_{12} \cdot h_2(s) + F_{13} \cdot h_3(s) + F_{14} \cdot R_{\text{X}}(s) + F_{15}; \\
K_{21} \cdot Z_1(s) + K_{22} \cdot Z_2(s) + K_{23} \cdot Z_3(s) &= F_{21} \cdot h_1(s) + F_{22} \cdot h_2(s) + F_{23} \cdot h_3(s) + F_{24} \cdot R_{\text{X}}(s) + F_{25}; \\
K_{31} \cdot Z_1(s) + K_{32} \cdot Z_2(s) + K_{33} \cdot Z_3(s) &= F_{31} \cdot h_1(s) + F_{32} \cdot h_2(s) + F_{33} \cdot h_3(s) + F_{34} \cdot R_{\text{X}}(s) + F_{35};
\end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned}
\text{де } K_{11} &= A_{11} \cdot s^2 + A_{12} \cdot s + A_{13}; & K_{12} &= A_{14} \cdot s^2; & K_{13} &= 0; & F_{11} &= f_{11} \cdot s + f_{12}; \\
F_{12} &= 0; & F_{13} &= 0; & F_{14} &= f_{13}; & F_{15} &= f_{14}; \\
K_{21} &= A_{24} \cdot s^2; & K_{22} &= A_{21} \cdot s^2 + A_{22} \cdot s + A_{23}; & K_{23} &= 0; & F_{21} &= 0; \\
F_{22} &= f_{21} \cdot s + f_{22}; & F_{23} &= 0; & F_{24} &= f_{23}; & F_{25} &= f_{24}; \\
K_{31} &= 0; & K_{32} &= 0; & K_{33} &= A_{31} \cdot s^2 + A_{32} \cdot s + A_{33}; & F_{31} &= 0; \\
F_{32} &= 0; & F_{33} &= f_{31} \cdot s + f_{32}; & F_{34} &= f_{33}; & F_{35} &= f_{34}.
\end{aligned}$$

$s = d/dt$ – оператор диференціювання.

Вхідними величинами виступають: висоти нерівностей під передніми (h_1) і задніми (h_2) колесами трактора, та колесами подрібнювача рослинних решток (h_3), а також тяговий опір плуга (R_{X}). Вихідними - амплітуди коливань рами подрібнювача (Z_3), переднього (Z_1) і заднього (Z_2) мостів трактора ХТЗ-120 (рис. 1).

Динаміку плавності руху комбінованого агрегату для основного обробки ґрунту будемо оцінювати, використовуючи амплітудні (АЧХ) і фазові (ФЧХ) частотні характеристики його реагування на дію зовнішніх збурень. Розглядувана нами динамічна система відноситься до слідкуючих. В процесі моделювання отримані АЧХ та ФЧХ будемо порівнювати з ідеальними (бажаними). Той варіант МТА, у якого реальні (дійсні) АЧХ і ФЧХ найближчі до бажаних - є найбільш прийнятним.

Аналіз теоретичних АЧХ і ФЧХ, розрахованих на базі передаткової функції показав, що переналадження трактора у складі комбінованого МТА з прямого ходу на реверсивний суттєвого впливу на відпрацювання подрібнювачем рослинних решток коливань нерівностей профілю шляху не здійснює. Такий же результат має місце і при зміні коефіцієнта опору деформації ($K_{\text{шм}}$) шин опорних коліс цього знаряддя, а також коефіцієнтів жорсткості ($C_{\text{ш}}$) та опору деформації ($K_{\text{ш}}$) шин трактора.

Інша картина спостерігається при зміні коефіцієнта жорсткості шин подрібнювача рослинних решток (Сшм). Як впливає із рис.4, збільшення цього параметра приводить до опускання АЧХ. Значина цього параметру повинна бути не меншою 115 кН/м. В межах одного типорозміру шин цього можна добитися шляхом відповідного підвищення в них тиску повітря.

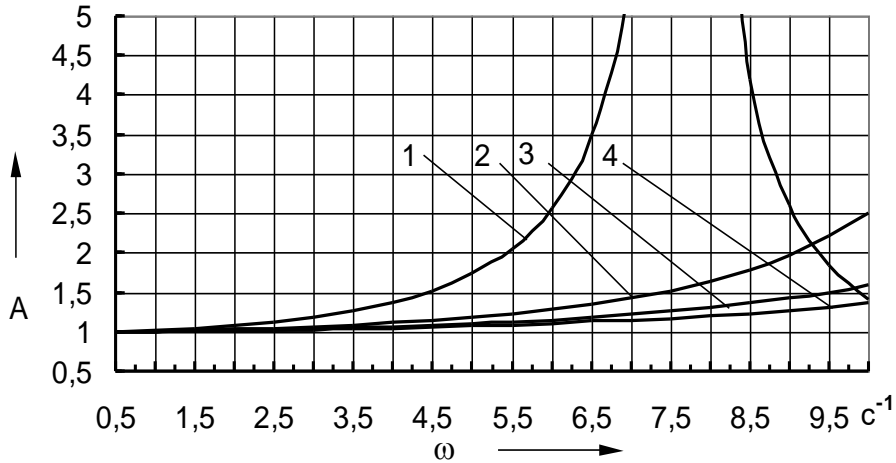


Рис. 4. Амплітудно - частотна характеристика вертикальних коливань подрібнювача при відтворенні ним коливань профілю шляху з різними коефіцієнтами жорсткості шин Сшм: 1- 25 кН/м; 2 - 70 кН/м; 3 - 115 кН/м; 4 - 160 кН/м.

Що стосується фазового зсуву, то від схеми руху трактора у складі комбінованого агрегату, а також зміни коефіцієнтів Кш, Сш і Кшм він майже не залежить. В діапазоні частот $0,5...7\text{ c}^{-1}$ його значина дорівнює 360° . Практично це означає, що запізнення реакції подрібнювача рослинних решток на збурюючий вплив (тобто коливання висоти нерівностей поздовжнього профілю шляху) змінюється в межах $12,5...0,9\text{ с}$.

Певний інтерес представляє характер поведінки ФЧХ при зміні коефіцієнта жорсткості шин коліс розглядуваного фронтального знаряддя (Сшм). При значині цього параметра 25 кН/м фазовий зсув в реакції динамічної системи на збурення в діапазоні частот $6,0...8,5\text{ c}^{-1}$ різко зменшується з 360° до 200° (рис. 5). В часовому вимірюванні це рівнозначно зменшенню запізнення реакції подрібнювача приблизно на 0,6 с.

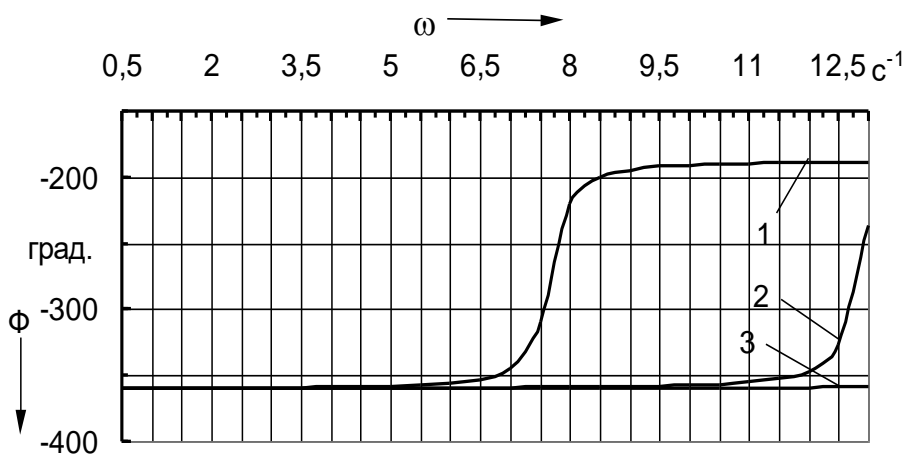


Рис. 5. Фазово - частотна характеристика вертикальних коливань фронтального подрібнювача при відтворенні ним коливань профілю шляху з різними коефіцієнтами жорсткості шин Сшм: 1- 25 кН/м; 2 - 70 кН/м; 3 - 115 кН/м.

Як впливає із рис.5, чим більша значина коефіцієнта жорсткості шин фронтального подрібнювача, тим при вищій частоті починається цей процес. При Сшм = 115 кН/м в аналізованому діапазоні частот $0,5...7,0\text{ c}^{-1}$ він взагалі відсутній.

На відміну від жорсткості шин подрібнювача, збільшення його маси приводить

до небажаного підймання АЧХ. Але це зростання є незначним. Так, при збільшенні маси подрібнювача майже на 25% (200 кг) коефіцієнт підсилення системою вхідного сигналу, тобто висоти нерівностей шляху, не перевищує 13%. Однак, свідомо збільшувати вагу фронтального подрібнювача рослинних решток немає потреби.

Вплив жорсткості шин коліс енергетичного засобу такий же, як і у подрібнювача рослинних решток: ріст коефіцієнта Сш супроводжується опусканням АЧХ. Тобто, збільшення жорсткості шин приводить до зменшення коефіцієнта підсилення переднім мостом енергетичного засобу збурюючих вертикальних коливань, що, безумовно, є бажаним. Але знову ж таки, в діапазоні частот $0,5...7,0 \text{ c}^{-1}$ ця закономірність дуже слабо виражена, що дає право стверджувати про практичну незалежність динаміки вертикальних коливань трактора ХТЗ-120 від зміни коефіцієнта Сш.

Результати математичного моделювання руху трактора показують, що переналадження ХТЗ-120 на прямий хід, який працює у складі комбінованого МТА, приводить до підйому АЧХ при відпрацюванні ним коливань нерівностей поздовжнього профілю шляху. Різниця між порівнюваними амплітудно - частотними характеристиками відчутна на частотах, більших за 7 c^{-1} .

Аналіз розрахованих АЧХ показує, що коливання тягового опору плуга здійснюють значно менший вплив на плавність руху трактора, ніж коливання поздовжнього профілю шляху. При прямому рухові ХТЗ-120 у складі комбінованого МТА максимальна значина амплітуди коливань його переднього мосту припадає на резонансну частоту $\omega = 11,5 \text{ c}^{-1}$ і становить всього $1,4 \text{ мм/кН}$ (рис.6). Зі збільшенням значини Сш від 250 кН/м до 450 кН/м відповідні АЧХ опускаються з одночасним зміщенням їх максимумів у бік більш високих частот, що є бажаним.

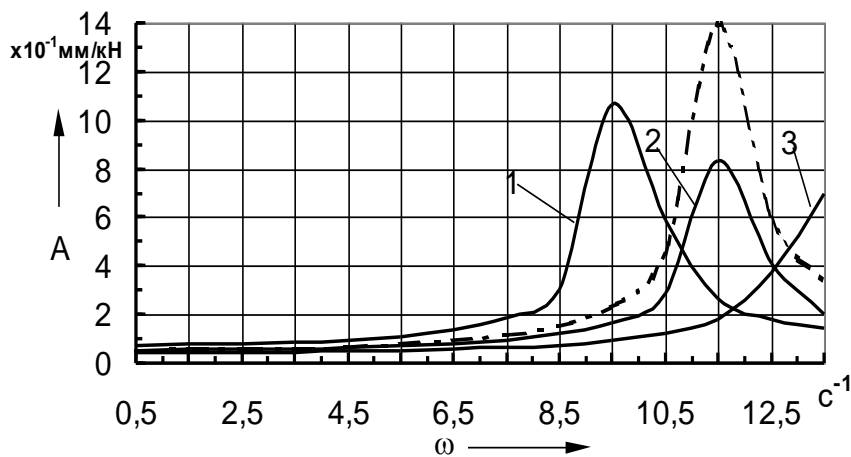


Рис. 6. Амплітудно - частотна характеристика вертикальних коливань переднього мосту трактора при відтворенні ним коливань тягового опору плуга при прямому (- · -) і реверсивному (—) рухах з різними коефіцієнтами жорсткості шин Сш: 1 - 250 кН/м ; 2 - 350 кН/м ; 3 - 450 кН/м .

Експериментально встановлено, що середнє квадратичне відхилення тягового опору плуга становило $\pm 3,8 \text{ кН}$. Значить навіть на вищезгаданій резонансній частоті $11,5 \text{ c}^{-1}$ середнє квадратичне відхилення коливань переднього мосту трактора ХТЗ-120, викликаних випадковим характером зміни тягового опору знаряддя, слід очікувати на рівні всього $\pm 5,3 \text{ мм}$.

Певний інтерес представляє динаміка цих АЧХ при різних кутах нахилу тяг переднього і заднього навісних механізмів енергетичного засобу. В процесі теоретичних досліджень ці кути змінювали від 10 до 30° . Встановлено, що зменшення значини цього параметра при відтворенні комбінованого агрегатом коливань тягового опору плуга приводить до небажаного підймання АЧХ на частотах $0,5...9,0 \text{ c}^{-1}$ і ба-

жаного їх опускання на частотах, більших за 9 с^{-1} (рис. 7). Проте, інтенсивність зростання АЧХ на частотах до $9,0 \text{ с}^{-1}$ на стільки мала, що нею практично можна знехтувати. До уваги слід прийняти характер зміни амплітудно-частотних характеристик при $\omega > 9,0 \text{ с}^{-1}$. З його аналізу випливає висновок про доцільність установки центральних тяг навісних механізмів трактора з меншим кутом.

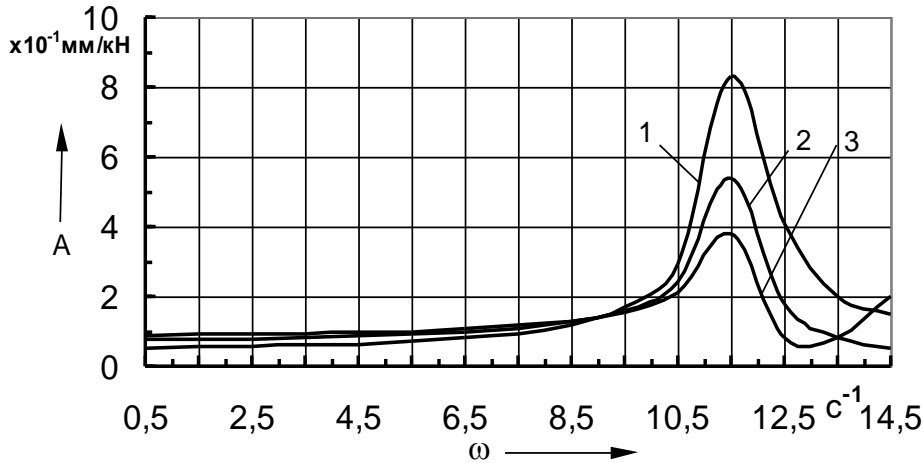


Рис. 7. Амплітудно - частотна характеристика вертикальних коливань переднього мосту трактора при відтворенні ним коливань тягового опору плуга при реверсивному рухові з різними кутами нахилу центральної тяги переднього навісного механізму: 1 - 20° ; 2 - 12° ; 3 - 5° .

В дійсності це твердження повністю справедливе тільки щодо фронтального подрібнювача. Зменшення кута нахилу центральної тяги заднього навісного механізму приводить до відповідного зменшення довантаження його задніх коліс. В результаті це може негативно відбитися на тягово-енергетичних показниках енергетичного засобу.

Що стосується фазового зсуву при відпрацюванні розглядуваною динамічною системою збурень у вигляді коливань тягового опору плуга, то як показують результати математичного моделювання, запізнення реакції трактора на дію вхідної величини відчутне лише при зміні жорсткості шин його коліс (рис.8).

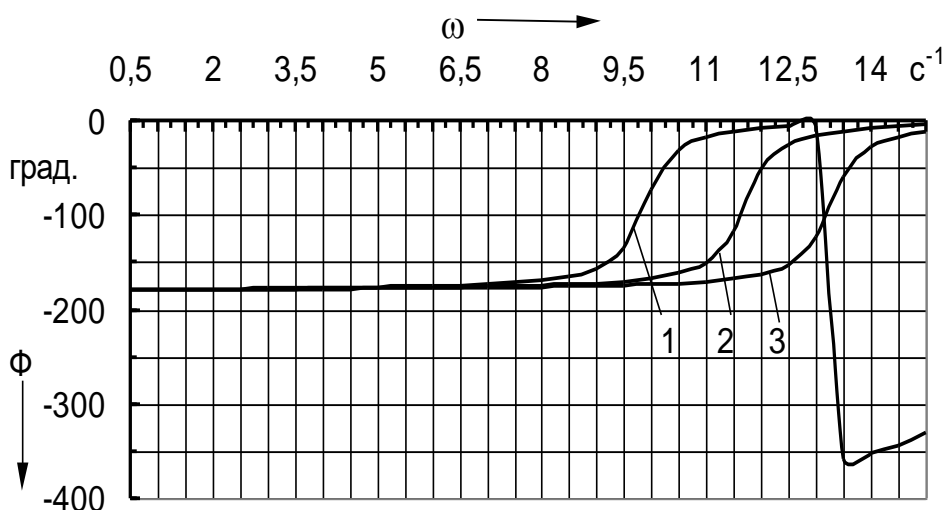


Рис. 8. Фазово - частотна характеристика вертикальних коливань переднього мосту трактора при відтворенні ним коливань тягового опору плуга з різними коефіцієнтами жорсткості шин Сш: 1 - 250 кН/м ; 2 - 350 кН/м ; 3 - 450 кН/м .

Причому, в діапазоні частот $0,5 \dots 9,0 \text{ с}^{-1}$ вплив цього показника не проявляється. Передній міст ХТЗ-120 реагує на збурення майже із постійним запізненням, яке становить 180° . При частоті $\omega = 0,5 \text{ с}^{-1}$ ця затримка дорівнює $6,28 \text{ с}$, а при $\omega = 9 \text{ с}^{-1}$ вона зменшується до $0,35 \text{ с}$.

Розділ 3 Програма і методика експериментальних досліджень

Об'єктом експериментальних досліджень був комбінований МТА для основного обробітку ґрунту, який складався з трактора ХТЗ-120, тензометричного плуга ПЛН-5-35 та подрібнювача рослинних решток під умовною маркою ПРР-1,5 (рис. 9).



Рис. 9. Комбінований МТА для основного обробітку ґрунту на базі трактора ХТЗ-120 в роботі.

Програма експериментальних досліджень передбачала: визначення масово-геометричних параметрів комбінованого агрегату на базі трактора ХТЗ-120; отримання експериментальних даних, необхідних для перевірки математичної моделі комбінованого МТА на адекватність; з'ясування трудоемкості агрегування фронтального подрібнювача з трактором; визначення ступеню впливу схеми і режиму роботи комбінованого агрегату на його тягово-енергетичні показники, якість подрібнення рослинних решток та динаміку руху у поздовжньо-вертикальній площині; проведення порівняльної оцінки якості роботи комбінованого МТА з окремою роботою трактора з бороною БДТ-7 та з плугом ПЛН-5-35.

Реєстрацію параметрів, необхідних для визначення експлуатаційно - технологічних і агротехнічних показників МТА, здійснювали з використанням обладнання, рекомендованого ГОСТ 18509-80 і ОСТ 70.4.1-80. Для запису вимірних параметрів на осцилограф подрібнювально-орний агрегат був обладнаний відповідним комплектом вимірювально-реєструючої апаратури (рис. 10).

Під час проведення лабораторно-польових досліджень комбінованого МТА на базі трактора ХТЗ-120 реєстрували: вологість, щільність та забур'яненість ґрунту; коливання поздовжнього профілю поля; частоту обертання коліс та переднього валу відбору потужності трактора; крутний момент на передньому ВВП; тяговий опір плуга; курсовий кут трактора; кут повороту керованих коліс трактора; оберти шляховимірювального колеса; амплітуду вертикальних коливань переднього мосту трактора; робочу ширину захвату та швидкість руху орного МТА; глибину оранки та прямолінійність борозни; погодинні витрати палива; якість подрібнення соняшника.

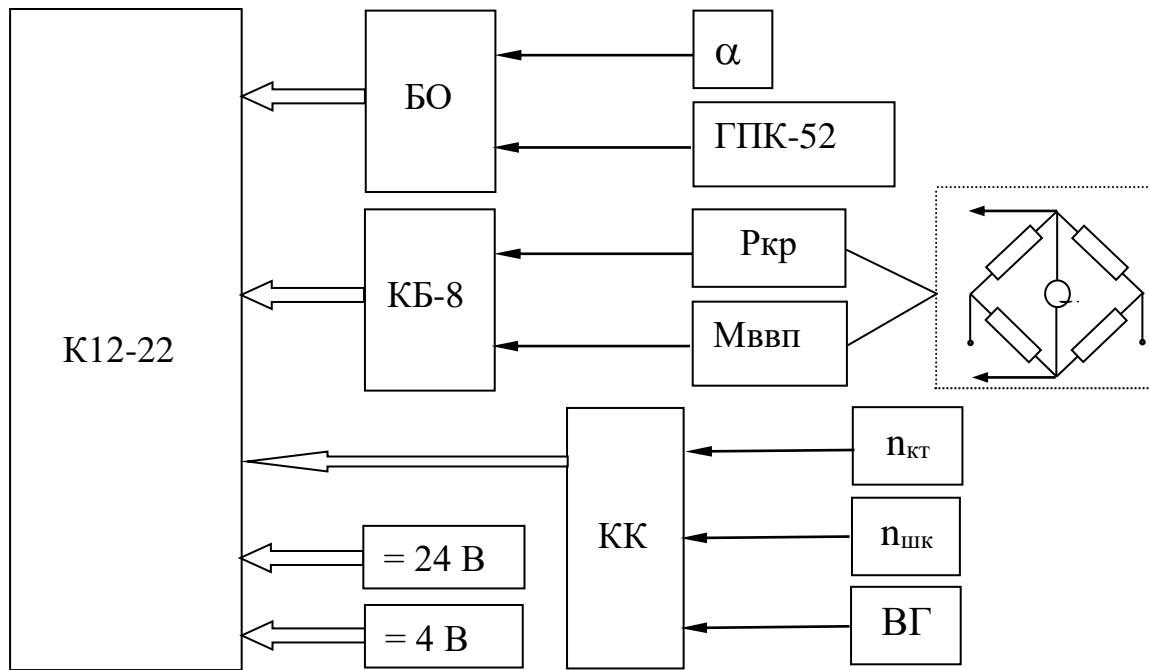


Рис. 10. Схема вимірювально-реєструючої комплексу:

K12-22 - 12-и каналний світлопроменевий осцилограф; БО - блок опорів; КБ-8 - тензобалансувальна коробка; Кк - клемна коробка; = 24В, = 4В - джерела живлення постійного струму; Ркр, МВВП - тензометричні мости для виміру тягового опору плуга та крутного моменту на валу відбору потужності трактора; α - давач кута повороту керованих коліс трактора; ГПК-52 - гіропівкомпас курсового кута; $n_{КТ}$, $n_{ШК}$ - давачі обертів коліс трактора та шляховимірювального колеса; ВГ - віброграф Гейгера.

В процесі обробки даних лабораторно-польових досліджень сумарна похибка вимірювання тягового зусилля та амплітуди коливань переднього мосту трактора ХТЗ-120 не перевищувала 2%. Похибка вимірювання витрат палива мірним бачком не перевищувала 1,5%, а похибка вимірювання швидкості робочого руху МТА була менше 1%. Що стосується похибок вимірювання параметрів, реєструємих під час експлуатаційно-технологічної оцінки орних агрегатів, то вони знаходились в межах 3...5%.

Для розрахунку експлуатаційно-технологічних показників комбінованого МТА використовували методику, викладену в ГОСТ 24055-88 "Методи експлуатаційно-технологічної оцінки".

Розділ 4 Результати експериментальних досліджень

Аналіз результатів досліджень показав, що як при прямому, так і реверсивному рухові трактора ХТЗ-120 у складі комбінованого МТА, хвостовик редуктора валу відбору потужності енергетичного засобу бажано налагоджувати на режим обертання з частотою 1000 хв⁻¹. При приблизно однаковому часі запуску робочих органів подрібнювача рослинних решток крутний момент при цьому режимі має майже вдвічі меншу значину (105 проти 200 Н·м), ніж при налагодженні хвостовика редуктора ВВП трактора ХТЗ-120 на частоту обертання 540 хв⁻¹.

Лабораторно-польові дослідження комбінованого агрегату на базі трактора ХТЗ-120 проводили на оранці стерні соняшника. Середня значина вологості ґрунту в

шарі 0...30 см становила 19,9%, а щільності - 1,39 г/см³. Висота стерні соняшнику змінювалась в межах 43 ± 2 см. Агрегат рухався правими колесами в борозні (див. рис.9) на двох передачах. На першій із них робоча швидкість МТА дорівнювала 1,6 м/с, а на другій - 2,0 м/с (табл. 1). Для кращої оглядовості фронтального знаряддя трактора ХТЗ-120 був налаштований на реверсивний хід.

Таблиця 1–

Тягово-енергетичні показники роботи комбінованого агрегату

Показник	Значина показника
Робоча швидкість руху, м/с (км/год.)	2,0 (7,2)
Робоча ширина захвату МТА, м	1,38
Глибина оранки: середня значина, см	25,6
довірчий інтервал, см	25,0 \pm 0,3
стандарт, \pm см	1,2
коефіцієнт варіації, %	4,8
Тяговий опір плуга, кН	25,0
Буксування рушіїв, %	14,9
Погодинні витрати палива, кг/год.	20,5
Продуктивність за 1 год. основного часу, га/год.	1,0
Питомі витрати палива, кг/га	20,5
Ступінь завантаження двигуна трактора, %	85,0

Після проходу подрібнювача рослинних решток стерня соняшнику подрібнювалась на фракції, 41,3% із яких становили частинки, довжиною до 15 см. Використання подрібнювача рослинних решток дозволяє практично повністю загортати подрібнену стерню с.-г. культури без забивання корпусів плуга.

Коливання профілю шляху та глибини оранки носять аперіодичний характер, на що однозначно вказує відсутність в нормованих кореляційних функціях явно вираженої періодичної складової. Основна доля дисперсій коливань цих параметрів зосереджена в діапазоні частот 0...8 м⁻¹ (рис. 11). При швидкості робочого руху комбінованого МТА 2,0 м/с це становить 0...16,0 с⁻¹ або 0...2,5 Гц.

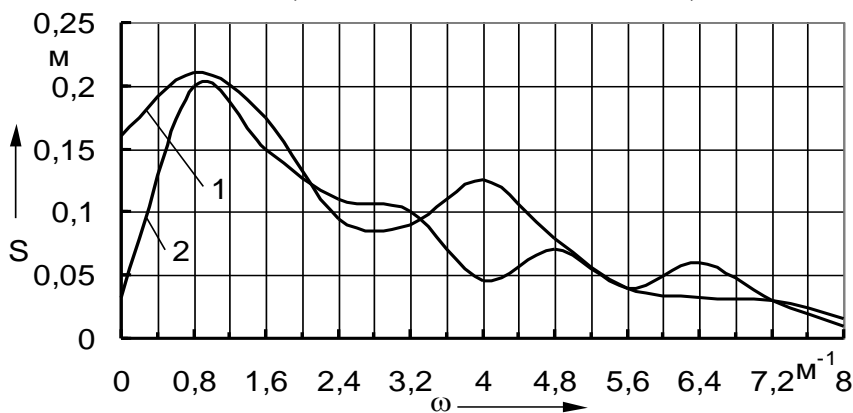


Рис. 11. Нормовані спектральні щільності коливань поздовжнього профілю агрофону (1) та глибини оранки (2).

Дисперсія коливань поздовжнього профілю агрофону у порівнянні з дисперсією коливань глибини оранки більша (3,75 см² проти 1,44 см²). Вказана різниця не є випадковою, оскільки згідно F- критерію Фішера на рівні значущості 0,05 нуль-гіпотеза про рівність цих статистичних оцінок відхиляється.

Результати експериментальних досліджень дають підстави вважати, що на глибину оранки більш суттєвий вплив здійснює поздовжній профіль поля. Значина взаємної кореляційної функції в цьому випадку становить 0,65. Це майже в три рази більше, ніж для процесу, який відображає взаємозв'язок коливань глибини оранки і тягового опору плуга (див. рис. 12, крива 2).

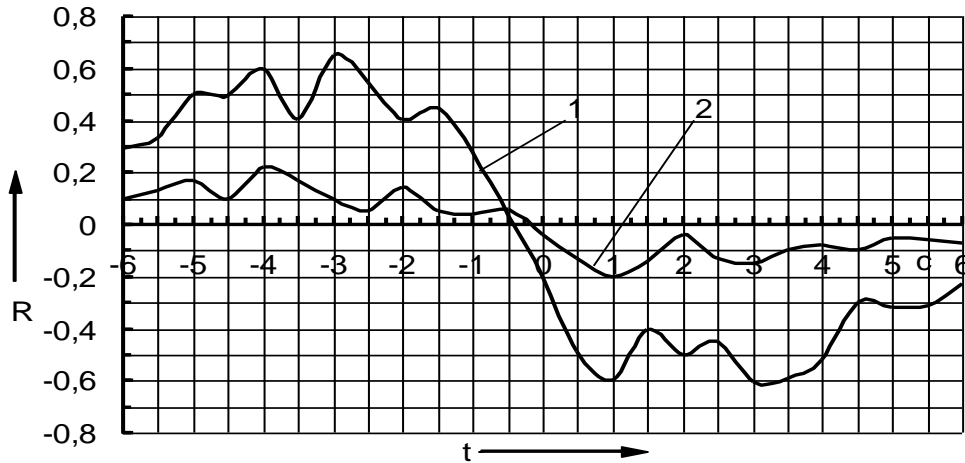


Рис. 12. Взаємні кореляційні функції коливань глибини оранки від впливу поздовжнього профілю поля (1) та коливань тягового опору плуга (2).

Наявність фронтального подрібнювача рослинних решток практично не впливає на енергію вертикальних коливань мосту енергетичного засобу (рис. 14). Дисперсії цих процесів при наявності фронтального подрібнювача рослинних решток і без нього є характеристиками однієї і тієї ж генеральної вибірки.

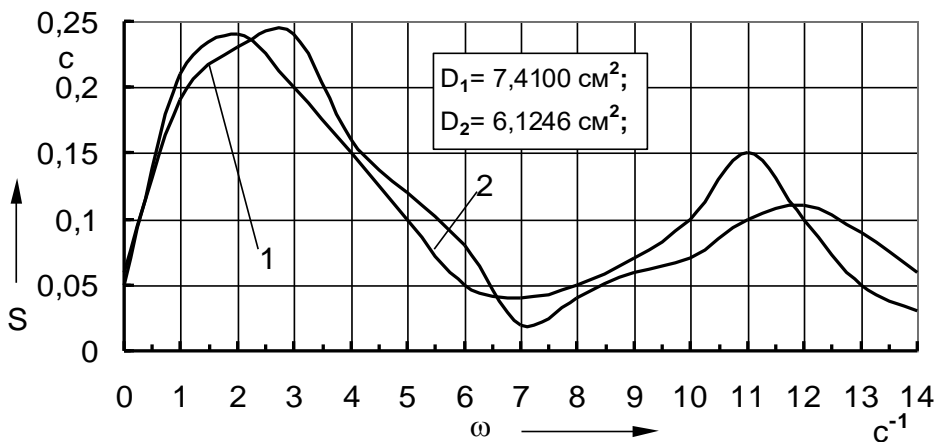


Рис. 14. Нормовані спектральні щільності вертикальних коливань мосту трактора при наявності подрібнювача рослинних решток (2) та без нього (1).

На відміну від глибини оранки, коливання борозни у горизонтальній площині відбуваються у значно вужчому діапазоні. Основні спектри дисперсій цього параметру, а також курсового кута і кута повороту керованих коліс трактора ХТЗ-120 припадають на частоти $0 \dots 1,8 \text{ с}^{-1}$ або $0 \dots 0,29 \text{ Гц}$ (рис. 15).

Однією із найважливіших характеристик будь-якого МТА є трудоемкість його складання. Проблем в агрегуванні дослідного зразка фронтального подрібнювача рослинних решток і задньонавісного плуга з трактором ХТЗ-120 не виявлено. Черговість їх приєднання до енергетичного засобу може бути довільною. Аналіз експериментальних даних показав, що два механізatori на приєднання фронтального подрібнювача до трактора ХТЗ-120 витрачали приблизно 7,5 хвилини. Від'єднання вказаного знаряддя тривало не більше 6 хвилин.

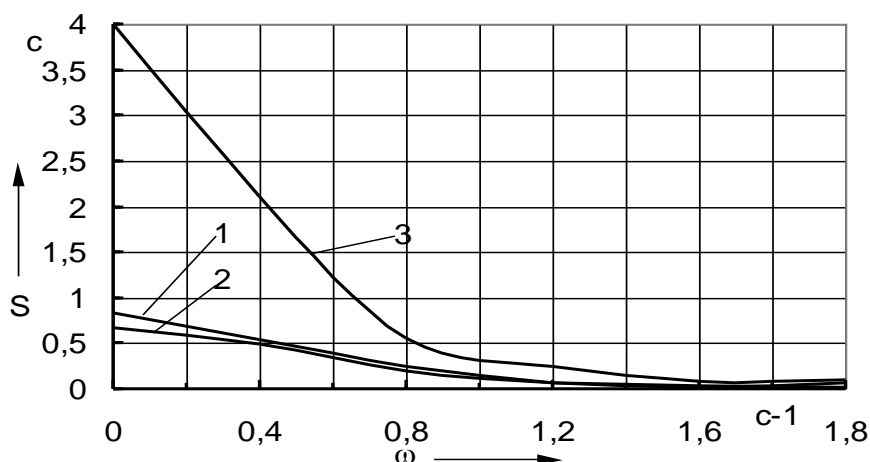


Рис. 15. Нормовані спектральні щільності коливань борозни (3), курсового кута (1) та кута повороту коліс (2) трактора ХТЗ-120.

Експлуатаційно-технологічні показники роботи нового комбінованого МТА визначали у порівнянні з аналогічними показниками базових дискувального (ХТЗ-120 + БДТ-7) та орного (ХТЗ-120 + ПЛП-6(5)-35) агрегатів.

Аналіз хронометражних даних показав, що подрібнювально-орний агрегат у порівнянні з базовим орним мав на 20,4 % меншу ширину захвату (табл. 2).

Таблиця 2–

Експлуатаційно - технологічні показники роботи базових та нового МТА

Показник	Значина показника		
Склад МТА: трактор	ХТЗ-120		
знаряддя	БДТ-7	ПЛП-6(5)-35	ППР-1,5 + ПЛН-5(4)-35
Режим роботи :			
- ширина захвату, м	6,75	1,76	1,40
- швидкість робочого руху, м/с	2,0	1,70	2,00
- встановлена глибина обробітку ґрунту, см	10,0	25,0	25,0
Продуктивність роботи, га/год.:			
- основного часу	4,86	1,07	1,00
- змінного часу	4,27	0,90	0,83
- експлуатаційного часу	4,20	0,88	0,81
Питомі витрати палива, кг/га	4,9	21,0	20,0
Коефіцієнти:			
- використання змінного часу	0,88	0,84	0,83
- використання експлуатаційного часу	0,86	0,82	0,81
- надійності технологічного процесу	0,99	0,98	0,95
- використання робочих ходів	0,92	0,91	0,90
Ширина поворотної смуги, м	26,8	29,75	30,8
Агротехнічні показники:			
- глибина обробки ґрунту, см	9,8	25,7	26,0
- рівномірність глибини оранки, ±см	2,1	1,9	1,7
- рівномірність ширини захвату, ± см	12,6	6,8	5,8
- повнота загортання подрібнених решток, %	56	84	98

Водночас, швидкість його робочого руху була на 17,6 % більшою. В результаті, продуктивність за 1 годину основного часу у базового орного МТА виявилася лише на 7% більшою, ніж у нового комбінованого агрегату.

Питомі (погектарні) витрати палива у комбінованого МТА на 4,7 % менші, ніж у орного і складають 20 кг/га. Пояснити це можна тим, що ширина захвату у останнього, а отже і витрати потужності двигуна на буксування рушіїв трактора, - більші. Витрати ж потужності на привід робочих органів подрібнювача в процесі виконання ним технологічного процесу, як уже підкреслювалось вище, невеликі.

Враховуючи незначну різницю в значинах ширини поворотної смуги та тривалості повороту, коефіцієнти використання зміни у порівнюваних орного і комбінованого агрегатів практично однакові. Приблизно однаковими є інші експлуатаційно-технологічні показники роботи двох порівнюваних агрегатів.

Що стосується якісних показників обробітку ґрунту, то у обох цих агрегатів вони знаходяться практично на однаковому рівні. З довірчою ймовірністю 95% можна стверджувати, що різниці між середніми значинами гребенистості поверхні і глибини оранки, а також між середніми квадратичними відхиленнями цього показника та ширини захвату – носять суто випадковий характер. Отриманий результат є цілком логічним, оскільки конструкція нового МТА не породжує передумов для зворотного твердження.

Розділ 5 Техніко-економічна ефективність агрегату для основного обробітку ґрунту

В процесі визначення техніко-економічних показників новий комбінований МТА розглядали у двох варіантах:

- 1) ХТЗ-120 + подрібнювач рослинних решток + плуг ПЛН-4-35;
- 2) ХТЗ-120 + подрібнювач рослинних решток + плуг ПЛН-5-35.

Економічні показники нового комбінованого агрегату порівнювали з аналогічними показниками базових агрегатів на основі трактора ХТЗ-120, який агрегується з дисковою бороною БДТ-7 (на подвійному дискуванні стерні просапної культури) та полицевим плугом ПЛН-5-35.

Розрахунок техніко-економічних показників порівнюваних машинно-тракторних агрегатів здійснювали за методикою, викладеною у ДСТУ 4397:2005 “Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробувань”.

Аналіз розрахункових даних показав, що впровадження нового комбінованого агрегату за першою схемою дозволяє зменшити:

- витрати праці - на 23,5%;
- прямі витрати - на 8,4%;
- питомі капіталовкладення - на 27,7%;
- сукупні витрати - на 13,5%.

Зниження витрат у МТА за другою схемою наступне:

- витрати праці - на 29,3%;
- прямі витрати - на 11,0%;
- питомі капіталовкладення - на 33,5%;
- сукупні витрати - на 16,8%.

Річний економічний ефект від впровадження цих агрегатів складе відповідно 21 та 26 грн/га.

ВИСНОВКИ

В дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове рішення наукової задачі обґрунтування схеми і параметрів агрегату для оранки ґрунту одночасно з подрібненням рослинних решток, які забезпечують зменшення питомих витрат палива та підвищення показників роботи агрегату при основному обробітку ґрунту.

За результатами досліджень зроблено такі основні висновки:

1. Основний обробіток ґрунту після збирання грубостеблових культур (кукурудза, соняшник тощо) доцільніше проводити одночасно із подрібненням та загортанням у ґрунт їх стерні. Для виконання цього технологічного процесу найкраще підходить комбінований машинно-тракторний агрегат, технологічну частину якого мають складати передньонавісний фрезерний подрібнювач рослинних решток і задньонавісний плуг.

2. Встановлено, що при роботі трактора з плугами типу ПЛН (ПЛН-4-35, ПЛН-5-35) конструктивна ширина захвату подрібнювача рослинних решток має бути не менше 1,5 м, а при роботі зі знаряддями типу ПУН (ПУН-4-40, ПУН-5-40) або плугом ПНЯ-4-40 - не менше 1,7 м.

3. Аналіз теоретичних амплітудних і фазових частотних характеристик показує, що переналагодження трактора у складі комбінованого МТА з прямого ходу на реверсивний суттєвого впливу на відпрацювання подрібнювачем рослинних решток і самим енергетичним засобом коливань нерівностей профілю шляху та коливань тягового опору плуга не здійснює.

4. Результати математичного моделювання показують, що збільшення коефіцієнта жорсткості шин фронтального подрібнювача рослинних решток приводить до бажаного опускання відповідних амплітудних частотних характеристик з одночасним зміщенням їх максимумів у бік більш високих частот. З точки зору бажаного відпрацювання нерівностей профілю агрофону та коливань тягового опору плуга фронтальним знаряддям, коефіцієнт жорсткості його шин має бути не менше 115 кН/м.

5. Збільшення конструктивної маси фронтального подрібнювача, обладнаного колесами з гумовими шинами, є небажаним. Теоретичними дослідженнями встановлено, що при зростанні цього параметра на 25% підсилення подрібнювачем, як динамічною системою, вхідного збурення у вигляді коливань висоти нерівностей по вздовжнього профілю поля в діапазоні частот $0,5..7,0 \text{ с}^{-1}$ становить 13%.

6. Встановлено, що точки приєднання тяг переднього навісного механізму трактора до фронтального подрібнювача повинні знаходитися на такій висоті, щоб під час робочого руху комбінованого МТА кут нахилу нижніх тяг був би близьким до нуля, а центральної - становив 5° . Мінімальна висота приєднувального трикутника зчпного пристрою подрібнювача повинна дорівнювати при цьому не менше 0,58 м.

7. На підставі експериментальних досліджень встановлено, що хвостовик редуктора валу відбору потужності трактора повинен бути налагоджений на частоту обертання 1000 хв^{-1} замість 540 хв^{-1} , що дозволяє вдвічі зменшити динамічне навантаження в приводі робочих органів фронтального подрібнювача.

8. Коливання борозни у горизонтальній площині відбуваються у значно вужчому діапазоні, ніж коливання глибини оранки. Основні спектри дисперсій цього параметру, а також курсового кута (φ) і кута повороту керованих коліс (α) трактора ХТЗ-120 припадають на частоти $0..1,8 \text{ с}^{-1}$ або $0..0,29 \text{ Гц}$. Максимальна значина взаємної кореля-

ційної функції між коливаннями профілю поля та глибини оранки майже в три рази більша, ніж для процесу, який відображає взаємозв'язок коливань глибини оранки і тягового опору плуга.

9. Експлуатаційно-технологічні випробування показали, що використання фронтального подрібнювача у складі орного агрегату дозволяє повністю виключити забивання корпусів плуга стернею соняшника. В результаті стійкого руху знаряддя по глибині середнє квадратичне відхилення цього параметру ($\pm 1,2$ см) менше, ніж стандарт коливань повздовжнього профілю агрофону ($\pm 1,9$ см), що є бажаним.

10. Економічними розрахунками довели, що використання подрібнювача рослинних решток і плуга у складі одного агрегату на базі трактора ХТЗ-120 дозволяє, не виходячи за межі 15% буксування рушіїв, забезпечити завантаження його двигуна на рівні не менше 85% і заощадити на кожному га оброблюваної площі від 21 до 26 грн.

СПИСОК

опублікованих наукових праць за темою дисертації

1. Мітков В.Б. Перспективи використання комбінованого агрегату для оранки ґрунту одночасно з подрібненням рослинних решток // Вісник аграрної науки Причорномор'я. - Миколаїв, 2002.- Вип. 4(18). – С. 254-257.

2. Надикто В.Т., Мітков В.Б., Генів О.І. Перспективи використання трактора ХТЗ-120 у складі комбінованих агрегатів // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2003. - Вип. 11. - С. 13-16 (розробка схеми комбінованого агрегату та аналіз техніко - економічної ефективності цього МТА).

3. Мітков В.Б. Обґрунтування ширини захвату та швидкості руху комбінованого агрегату // Вісник аграрної науки Причорномор'я. - Миколаїв, 2003.- Вип. 3(23). – С. 309-313.

4. Мітков В.Б. Результати лабораторно-польових випробувань комбінованого МТА на базі трактора ХТЗ-120 // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2005. - Вип. 25. - С. 151-156.

5. Надикто В.Т., Мітков В.Б., Генів О.І. Методики та результати перевірки математичних моделей МТА на адекватність // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2005. - Вип. 27. - С. 28-35 (порівняння теоретичної та експериментальної нормованих спектральних щільностей для комбінованого агрегату).

6. Мітков В.Б., Надикто В.Т. Аналіз динаміки вертикальних коливань орноподрібнювального МТА // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2005. - Вип. 29. - С. 14-19 (аналіз амплітудних і фазових частотних характеристик роботи комбінованого МТА).

7. Мітков В.Б., Надикто В.Т., Аюбов А.М. Експлуатаційно-технологічна оцінка комбінованого агрегату на базі трактора ХТЗ-120 // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2006. - Вип. 35. - С. 3-10 (визначення експлуатаційно - технологічних показників роботи порівнювальних МТА).

8. Надикто В.Т., Кюрчев В.М., Аюбов А.М., Генів О.І., Мітков В.Б. Аналіз плавності руху комбінованого МТА на базі трактора ХТЗ-120 // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2006. - Вип. 38 - С.12-24 (аналіз математичної моделі вертикальних коливань комбінованого МТА).

9. Пат. №1717. Україна, МПК⁷ А01В49/02. Комбінований агрегат для оброблення ґрунту/ В.Б. Мітков (Україна).- №2002043086; заявлено 16.04.2002; опубл. 15.04.2003. Бюл. №3.

10. Пат. №55736А. Україна, МПК⁷ А01D43/00, 43/10. Фрезерний подрібнювач/ В.Т.Надикто, В.Б. Мітков (Україна).- №2002054404; заявлено 29.05.2002; опубл. 15.04.2003. Бюл. №4 (запропоновано формулу винаходу).

Анотація

Мітков В. Б. Обґрунтування схеми і параметрів агрегату для основного обробітку ґрунту. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 - машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. - Таврійський державний агротехнологічний університет, Мелітополь, 2007.

Дисертацію присвячено підвищенню техніко-економічних показників роботи комбінованого МТА для основного обробітку ґрунту шляхом обґрунтування його схеми та конструктивних параметрів. Для розв'язування задач досліджень розроблено методику обґрунтування ширини захвату фронтального подрібнювача; теоретично оцінено вплив схеми та параметрів комбінованого МТА на динаміку його руху у поздовжньо-вертикальній площині; експериментально визначено траєкторні, тягово-енергетичні, експлуатаційно-технологічні та якісні показники роботи нового агрегату. Встановлено, що експлуатація комбінованого агрегату для основного обробітку ґрунту на базі трактора ХТЗ-120 дозволить отримати на кожному га оброблюваної площі економічний ефект у розмірі не менше 21-26 грн.

Ключові слова: комбінований МТА, оранка, подрібнення, фронтальний подрібнювач, передній навісний механізм, довантаження, вертикальні коливання.

Аннотация

Митков В. Б. Обоснование схемы и параметров агрегата для основной обработки почвы. - Рукопись.

Диссертация на получение научной степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 - машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. - Таврический государственный агротехнологический университет, Мелитополь, 2007.

Основная обработка почвы – наиболее энергоемкий технологический процесс, на который приходится приблизительно 40% энергетических и 25% трудовых затрат из всего объема полевых работ. Проведению вспашки почвы предшествует операция измельчения стерни сельскохозяйственных культур.

Практика показывает, что иногда однократного измельчения стерни с.-х. культур пассивными дисковыми или другими рабочими органами недостаточно. Двукратное же проведение этой операции связано с определенными энергетическими и финансовыми затратами.

Одним из путей уменьшения затрат является одновременное выполнение этих

двух операций: измельчения стерни и вспашки почвы. Лучше всего для этой цели подходит комбинированный агрегат, технологическая часть которого состоит из фронтального измельчителя растительных остатков с приводом его рабочих органов от переднего вала отбора мощности (ВОМ) трактора и плуга, расположенного сзади. Такой агрегат можно создать на базе тракторов семейства ХТЗ-120/160.

Диссертация посвящена повышению технико-экономических показателей работы комбинированного МТА для основной обработки почвы путем обоснования его схемы и конструктивных параметров. Для решения задач исследования разработана методика обоснования ширины захвата и скорости движения предлагаемого МТА; теоретически оценено влияние схемы и параметров агрегата для основной обработки почвы на динамику его движения в продольно-вертикальной плоскости; экспериментально определены траекторные, тягово-энергетические, эксплуатационно-технологические и качественные показатели работы нового агрегата.

Использование разработанной методики позволило установить, что при работе трактора ХТЗ-120 с плугами типа ПЛН (ПЛН-4-35, ПЛН-5-35) конструктивная ширина захвата измельчителя растительных остатков должна быть не меньше 1,5 м, а при работе с плугами типа ПУН (ПНУ-4-40, ПНУ-5-40) или плугом ПНЯ-4-40 – не меньше 1,7 м.

Теоретическими амплитудными и фазовыми частотными характеристиками подтверждено, что перенастройка трактора в составе комбинированного МТА с прямого движения на реверсивное не оказывает существенного влияния на отработку агрегатом колебаний неровностей профиля пути и колебаний тягового сопротивления плуга. Коэффициент жесткости шин фронтального измельчителя при этом должен быть не меньше 115 кН/м. Точки присоединения тяг переднего навесного механизма трактора к фронтальному измельчителю должны находиться: угол наклона нижних тяг близким к нулю, а центральной - 5°. Минимальная высота присоединительного треугольника сцепного устройства измельчителя должна быть при этом не меньше 0,58 м.

На основании экспериментальных исследований установлено, что с целью двойного уменьшения динамической нагрузки в приводе рабочих органов фронтального измельчителя необходимо, чтобы хвостовик редуктора ВОМ трактора был настроен на частоту вращения 1000 м^{-1} вместо 540 м^{-1} .

Использование фронтального измельчителя в составе пахотного агрегата позволит полностью исключить забивание корпусов плуга стерней подсолнечника. В результате установившегося движения орудия по глубине среднее квадратичное отклонение этого параметра ($\pm 1,2$ см) не случайно меньше, чем стандарт колебаний продольного профиля агрофона ($\pm 1,9$ см).

Эксплуатация измельчающе-пахотного агрегата на базе трактора ХТЗ-120 позволит, не выходя за границы 15% буксования движителей, обеспечить загрузку его двигателя на уровне не меньше 85% и получить на каждом гектаре обрабатываемой площади экономический эффект в размере 21-26 грн.

Ключевые слова: комбинированный МТА, пахота, измельчение, фронтальный измельчитель, передний навесной механизм, догрузка, вертикальные колебания.

