

Чорна Тетяна Сергіївна

УДК 631.372:631.331.004

**ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ
ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ НА БАЗІ
ОРНО-ПРОСАПНОГО ТРАКТОРА**

05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського
виробництва

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Таврійському державному агротехнологічному університеті
Міністерства аграрної політики України

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

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **Пастухов Валерій Іванович**, навчально-науковий
інститут механотроніки та систем менеджменту Харківського національного
технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, завідувач
кафедри сільськогосподарських машин

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник **Шкарівський Григорій
Васильович**, Національний університет біоресурсів і природокористування України,
завідувач кафедри тракторів і автомобілів

Захист відбудеться «12» листопада 2010 р. о 13⁰⁰ 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 розісланий «01» жовтня 2010 р.

Вчений секретер
спеціалізованої вченої ради

В.Т. Діордієв

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В Україні майже 34% загального об'єму продукції рослинництва забезпечують просапні культури, серед яких основне місце нині займають соняшник та кукурудза. Лише на їх долю припадає близько 25% посівних площ, які в основному зосереджені в південному регіоні країни.

Попит на олію і зерно кукурудзи є і залишається стабільно високим. Це спонукає багатьох аграріїв не тільки збільшувати площі посіву, а й переглядати технологічні основи вирощування цих сільськогосподарських культур в напрямку зменшення собівартості продукції шляхом підвищення продуктивності праці та зменшення витрат.

Нині на півдні України в основному розповсюджена 8-ми рядна система сівби просапних культур з міжряддям 70 см. Застосування ж більш ефективної 12-ти рядної системи практично відсутнє. І це не дивлячись на те, що ВАТ «Харківський тракторний завод ім. С.Орджонікідзе» (ХТЗ) випускає придатні для цього орно-просапні трактори серії ХТЗ-160, а ВАТ «Червона зірка» (м. Кіровоград) розробило 12-ти рядні просапні сівалку (СУПН-12) та культиватор (КРН-8,4).

Проблема полягає в тому, що вказані енергетичні засоби мають колію 2100 мм. Водночас, для агрегування з просапними знаряддями, робочі органи яких налаштовані на міжряддя 70 см, колія тракторів має бути 1400 мм або 2800 мм.

Розроблені ВАТ «ХТЗ» спеціальні пристрої дозволяють збільшити колію тракторів до 2800 мм. Водночас, вони породжують і низку суттєвих проблем, до яких відносяться, в першу чергу, трудомісткість переналагодження колії трактора і точність його водіння в міжряддях просапних культур.

Тому дослідження, спрямовані на пошук шляхів підвищення ефективності вирощування просапних культур агрегатами на основі потенційно перспективних орно-просапних тракторів серії ХТЗ-160 є актуальними для сільськогосподарського виробництва України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась у відповідності з планом наукової програми Таврійської державної агротехнічної академії на 2004...2008 роки «Розробка наукових систем, технологій і технічних засобів для забезпечення продовольчої безпеки Південного регіону України» (підпрограма 1.4 «Удосконалення і розробка наукових основ підвищення експлуатаційної ефективності мобільної с.-г. техніки» державний реєстраційний номер 0102U000678) та програми Південного філіалу Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» Української академії аграрних наук (ПФ ННЦ «ІМЕСГ» УААН с.м.т. Якимівка) за темою «Розробити та перевірити в умовах півдня України комплекси машин на основі нових енергетичних засобів» (державний реєстраційний номер 0102U000530).

Мета і завдання досліджень. Мета дисертаційної роботи полягає в підвищенні експлуатаційної ефективності використання орно-просапного трактора шляхом обґрунтування схеми, параметрів і режиму його агрегування з сівалкою для сівби просапних культур.

В основу досягнення поставленої мети поставлено перевірку розробленої **наукової гіпотези**, згідно з якою підвищення експлуатаційної ефективності використання орно-просапного трактора без зміни параметрів його ходової системи можна забезпечити шляхом поперечного зміщення агрегатованої сівалки для сівби просапних культур на половину величини міжряддя культури, що вирощується.

Процес перевірки даної робочої гіпотези передбачав вирішення наступних **задач теоретичних та експериментальних досліджень:**

- удосконалити математичну динамічну модель функціонування асиметричного посівного машино-тракторного агрегату (МТА) у горизонтальній площині і на її основі оцінити вплив схеми, параметрів і режимів роботи агрегату на керованість та стійкість його руху;
- розробити більш інформативний показник оцінки криволінійності траєкторій рядків просапних культур;
- експериментально оцінити вплив вибраної схеми та параметрів асиметричного посівного МТА на траєкторні, експлуатаційно-технологічні та якісні показники його роботи;
- оцінити якість міжрядного обробітку сходів просапної культури, посіяних асиметричним посівним агрегатом;
- розробити науково-обґрунтовані рекомендації з вибору схеми, конструктивних параметрів та визначенню режимів роботи асиметричних агрегатів для сівби та міжрядного обробітку просапних культур на базі орно-просапного трактора.

Об'єкт досліджень – процес функціонування динамічної системи у складі орно-просапного трактора і просапної сівалки.

Предмет досліджень – закономірності впливу схеми та параметрів посівного МТА на характер відпрацювання ним зовнішніх статистично динамічних збурень.

Методи дослідження. Синтез схеми, параметрів і режимів роботи посівного МТА на основі орно-просапного трактора базувався на основних положеннях теоретичної механіки, статистичної динаміки та частотних методах теорії автоматичного регулювання лінійних динамічних систем при відпрацюванні ними статистично випадкових збурюючих впливів.

Експериментальні дослідження проводили із застосуванням курсовимірювальної апаратури, тензометричного обладнання, яке використовували як за стандартними, так і оригінальними методиками. Обробку отриманих даних здійснювали на ЕОМ з використанням теорії ймовірності і кореляційно-спектрального аналізу в програмних середовищах Microsoft Excel та MathCad.

Наукова новизна одержаних результатів досліджень:

- дістала подальший розвиток* математична динамічна модель функціонування асиметричного посівного МТА у горизонтальній площині, в якій уточнено напрям дії на агрегат зовнішніх сил за наявності кутів відведення шин коліс трактора та агрегатованої сівалки;
- вперше розроблено* частотно-дисперсійний показник, який дозволяє більш об'єктивно оцінити криволінійність траєкторій рядків просапних культур, посіяних як симетричним, так і асиметричним агрегатами;
- встановлено і практично перевірено *нові закономірності* впливу схеми, параметрів і режимів роботи асиметричного посівного агрегату на траєкторні, експлуатаційно-технологічні та якісні показники його роботи.

Практичне значення одержаних результатів досліджень. Основне практичне значення результатів досліджень полягає в підтвердженні гіпотези щодо технічної здійсненності та економічної доцільності асиметричного агрегування просапної сівалки з орно-просапним трактором і розробці нового частотно-дисперсійного показника непрямої траєкторії рядків просапних культур.

На основі отриманих теоретичних та експериментальних даних розроблено практичні рекомендації з налаштування просапного МТА, які передано до ВАТ ХТЗ,

впроваджено у ДП «Лазурне» (Запорізька обл., Мелітопольський р-н, с. Лазурне). Матеріали досліджень також використовуються в навчальному процесі Таврійського державного агротехнологічного університету (м. Мелітополь).

Особистий внесок здобувача полягає в:

- проведені оцінки впливу схеми, параметрів і режимів роботи асиметричного посівного агрегату на базі орно-просапного трактора на стійкість та керованість його руху [1, 5, 10];
- розроблені нового частотно-дисперсійного показника криволінійності траєкторій рядків просапних культур [2, 3, 6, 8, 9];
- розроблені креслень для виготовлення дослідного зразку зчіпного пристрою для асиметричного агрегування знарядь для сівби і міжрядного обробітку з орно-просапним трактором при вирощуванні просапних культур з міжряддям 70 см і проведенні експлуатаційно-технологічної оцінки роботи таких агрегатів [4, 7];
- розроблені науково-обґрунтованих рекомендацій з вибору схеми та параметрів асиметричних агрегатів для сівби та міжрядного обробітку просапних культур на базі орно-просапного трактора [1, 7].

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи були викладені у доповідях на міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні проблеми землеробної механіки» присвяченої 106-й річниці з дня народження академіка П.М. Василенка (м. Мелітополь, 17...19 жовтня 2006 р.); міжнародній науково-технічній конференції ННЦ «ІМЕСГ» «Сучасні проблеми землеробної механіки (VIII конференція) та технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві (XV конференція)» (с.м.т. Глеваха, 17...18 жовтня 2007 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Технічний прогрес в АПК» (м. Харків, ХНТУСГ, 20...21 листопада 2007 р.); семінарі «Реалізація сучасних ресурсозберігаючих технологічних комплексів на базі трактора ХТЗ» (12 червня 2008 р. у Національному комплексі «Експоцентр України»); IX міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні проблеми землеробної механіки» присвяченої 108-й річниці з дня народження академіка П.М. Василенка (м. Львів, 17...18 жовтня 2008 р.); міжнародній науково-технічній конференції «Аграрна інженерія в умовах глобалізації. Техніка та технології інформаційного землеробства» до 110-річчя Національного аграрного університету (м. Київ, 3...7 листопада 2008 р.); X міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні проблеми землеробної механіки» присвяченої 109-й річниці з дня народження академіка П.М. Василенка (м. Дніпропетровськ, 17...18 жовтня 2009 р.); науково-технічних конференціях співробітників Таврійського державного агротехнологічного університету (м. Мелітополь, 2004...2009 р.).

Публікації. За результатами досліджень у фахових виданнях опубліковано 10 друкованих праць, серед яких один деклараційний патент України на корисну модель.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, 7 додатків та списку використаних джерел із 122 найменувань. Обсяг основного тексту становить 111 сторінок, містить 8 таблиць, 58 ілюстрацій. Загальний обсяг роботи становить 141 сторінку.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1 Стан питання та задачі досліджень

При роботі сільськогосподарських агрегатів стійкість і керованість розглядають як важливі експлуатаційні показники, які полягають у спроможності його ланок протидіяти впливу зовнішніх збурюючих сил. Вони (при розгляді їх у горизонтальній

площині) безпосередньо пов'язані з цілою низкою експлуатаційних показників, які визначають в остаточному підсумку якість, матеріальні витрати і трудомісткість виконання агротехнічних операцій.

Вирішенню фундаментальних проблем, пов'язаних зі стійкістю руху та керованістю колісних машин були присвячені роботи: Є.О. Чудакова, В.В. Гуськова, Я.Є. Фаробіна, М.А. Подригала та ін. Дослідження стійкості руху і керованості сільськогосподарських агрегатів з метою покращання динамічних характеристик проводили: П.М. Василенко, Л.В. Погорілий, В.В. Гуськов, А.Б. Лур'є, Г.М. Кутьков, Г.В. Веденяпин, П.М. Заїка, В.Т. Надикто, А.В. Рославцев та ін.

Вперше узагальнений аналіз параметрів начіпного посівного агрегату, які впливають на точність його руху, було зроблено Д.А. Чудаковим, подальший розвиток ці дослідження отримали в роботах Е.Ф. Дворцова, Х.А. Хачатряна, В.Г. Ярового, С.П. Пожидаєва, Г.В. Шкарівського та ін. Особливу увагу автори приділяли вибору критеріїв стійкості та керованості агрегатів, вивченню кінематичних параметрів, що визначають траєкторні показники, обґрунтуванню необхідної значини захисної зони рослин, експериментально визначено вплив швидкості руху, характеристик ходової системи й рульового керування на технологічні показники роботи посівних агрегатів.

Більш детально теоретичний аналіз процесу руху начіпних агрегатів зроблено в роботах Л.В. Гячева. У своїх працях він на основі аналізу диференційних рівнянь руху розробив загальні рекомендації з оптимізації параметрів агрегатів з точки зору керованості та стійкості руху.

В роботах В.Й. Жигана, І.В. Баєва доведено ефективність використання широкозахватних агрегатів, наведені рекомендації щодо кінематичних схем трьомашинних посівних агрегатів. А у працях С.П. Пожидаєва, Г.В. Шарівського теоретично та експериментально обґрунтовано ефективність використання посівних агрегатів на базі колісних тракторів тягового класу 3.

Однак слід відмітити, що у вказаних роботах не визначено вплив збурюючих сил на формування траєкторії руху посівного агрегату. Натомість, у деяких роботах підкреслено, що розворотний момент від сільськогосподарських знарядь суттєво впливає на формування траєкторії такого агрегату, особливо широкозахватного.

Математичні моделі руху посівних агрегатів розглядали Д.А. Чудаков, В.І. Пастухов, І.В. Баєв, В.Й. Жиган, С.П. Пожидаєв, Г.В. Шкарівський та ін.

Розробкою математичних моделей посівних агрегатів на базі орно-просапного трактора займалися В.Т. Надикто і В.З. Мухамедшин. Вони вперше довели можливість використання асиметричного агрегування робочих знарядь на посіві та міжрядному обробітку просапних культур. Головною метою цих досліджень було встановлення можливості асиметричного агрегування агрегатів на посіві і міжрядному обробітку просапних культур, які вирощуються з міжряддям 70 см. До того ж, з метою спрощення математичної моделі при виборі напрямку дії бокових сил, напрямки кутів відведення переднього (δ_a) і заднього (δ_b) мостів трактора, а також опорних коліс сівалки (δ_m) не враховувалися.

Крім того, питання впливу схеми налаштування (прямий чи реверсивний рух) орно-просапного трактору у складі таких агрегатів, а також їх керованості на прямолінійність рядків просапних культур не досліджена.

Розділ 2 Теоретичне обґрунтування конструктивної схеми та параметрів посівного агрегату на базі орно-просапного трактора

Функціонування посівного МТА можна розглядати як реакцію на входні: керуючий та збурюючі впливи. У якості керуючого впливу приймаємо кут повороту

Рис.1. Схема сил, які діють на посівний МТА у горизонтальній площині при прямому русі трактора

Під час відносного руху центр мас енергетичного засобу переміщується вздовж осі OX , внаслідок чого змінюється значина координати $X_{S_T} = OS_T$.

Таким чином, даний МТА по відношенню до площини XOY має два ступеня вільності. Їм відповідають дві узагальнені координати – кут (φ) та зміна координата центру мас енергетичного засобу X_{S_T} .

До зовнішніх сил, що діють на МТА при прямому (рис.1) і реверсивному (рис.2) русі, відносяться: дотичні сили передніх (P_{K_a}) і задніх (P_{K_b}) коліс та сили опору коченню (P_{f_a} і P_{f_b}), які прикладені в точках A і B та утворюють з напрямком руху МТА кути відведення (δ_a , δ_b і δ_m); бокові сили (P_{K_a} , P_{K_b} і P_{K_m}) прикладені в точках A , B і M відповідно; сила опору маркеру (R_m), направлена паралельно осі симетрії енергетичного засобу і прикладена на відстані (Δ_m); сила опору сівалки ($P_{кр}$), прикладена в точці M , яка розташована на відстані (Δ) від повздовжньої осі енергетичного засобу та відхилена від напрямку переміщення рушіїв на кут відведення (δ_m).

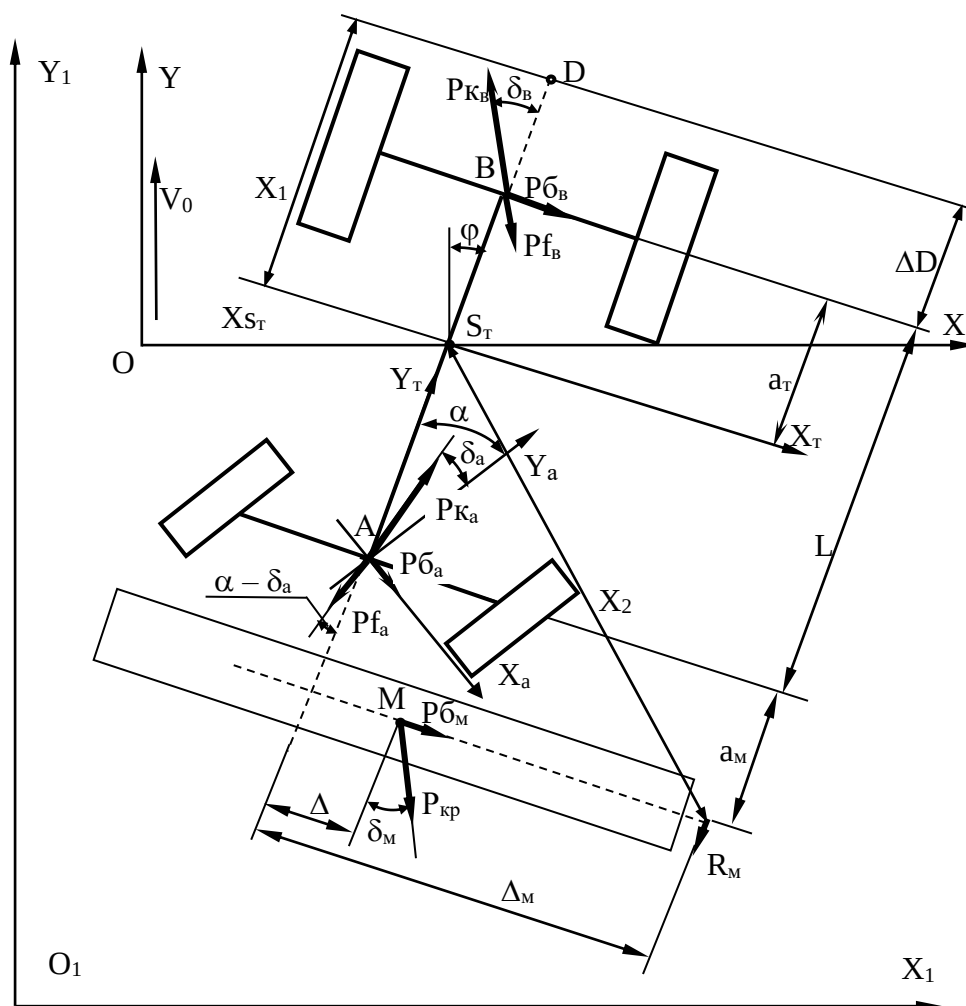


Рис.2. Схема сил, які діють на посівний МТА у горизонтальній площині при реверсивному русі трактора

В диференційній формі загальну математичну модель просапного агрегату представляють системи рівнянь при прямому і реверсивному русі трактору:

$$\begin{cases} A_{11} \cdot \ddot{X}_{ST} + A_{12} \cdot \dot{X}_{ST} + A_{13} \cdot \ddot{\varphi} + A_{14} \cdot \dot{\varphi} = f_{11} \cdot \alpha; \\ A_{21} \cdot \ddot{\varphi} + A_{22} \cdot \dot{\varphi} + A_{23} \cdot \varphi + A_{24} \cdot \dot{X}_{ST} = f_{21} \cdot \alpha + f_{22} + f_{23}. \end{cases} \quad (1)$$

де $A_{11} = M_T$;

$$A_{12} = (k_A + k_B + k_M - R_M) / V_0 ;$$

$$A_{13} = \begin{cases} \left[(Pf_A - P\kappa_A + k_A) \cdot (L - a_T) + (P\kappa_B - Pf_B - k_B) \cdot a_T - (P_{\kappa p} + k_M) \cdot \sqrt{\Delta^2 + (a_T + a_M)^2} \right] / V_0 - \text{прямий рух;} \\ \left[-(Pf_A - P\kappa_A + k_A) \cdot (L - a_T) + (Pf_B - P\kappa_B + k_B) \cdot a_T - (P_{\kappa p} + k_M) \cdot \sqrt{\Delta^2 + (L - a_T + a_M)^2} \right] / V_0 - \text{реверсивний рух;} \end{cases}$$

$$A_{14} = R_M - k_A - k_B - k_M ;$$

$$f_{11} = k_A ;$$

$$A_{21} = Js_T ;$$

$$A_{22} = \begin{cases} \left[(Pf_A - P\kappa_A + k_A) \cdot (L - a_T)^2 + (Pf_B - P\kappa_B + k_B) \cdot a_T^2 + \right. \\ \left. + (k_M + P_{\kappa p}) \cdot (a_T + a_M) \cdot \sqrt{\Delta^2 + (a_T + a_M)^2} \right] / V_0 - \text{прямий рух;} \\ \left[(Pf_A - P\kappa_A + k_A) \cdot (L - a_T)^2 + (Pf_B - P\kappa_B + k_B) \cdot a_T^2 + \right. \\ \left. + (k_M + P_{\kappa p}) \cdot (L - a_T + a_M) \cdot \sqrt{\Delta^2 + (L - a_T + a_M)^2} \right] / V_0 - \text{реверсивний рух;} \end{cases}$$

$$A_{23} = \begin{cases} (P\kappa_A - Pf_A - k_A) \cdot (L - a_T) + (Pf_B - P\kappa_B + k_B) \cdot a_T + (k_M + P_{\kappa p}) \cdot (a_T + a_M) - \text{прямий рух;} \\ -(Pf_A - P\kappa_A + k_A) \cdot (L - a_T) - (P\kappa_B - Pf_B - k_B) \cdot a_T - (k_M + P_{\kappa p}) \cdot (L - a_T + a_M) - \text{реверсивний рух;} \end{cases}$$

$$A_{24} = -A_{23} / V_0 ;$$

$$f_{21} = \begin{cases} k_A \cdot (L - a_T) - \text{прямий рух;} \\ -k_A \cdot (L - a_T) - \text{реверсивний рух;} \end{cases}$$

$$f_{22} = P_{\kappa p} \cdot \Delta ;$$

$$f_{23} = R_M \cdot \Delta_M .$$

Тут k_A, k_B, k_M – коефіцієнти опору відведення коліс трактора і опорних коліс сівалки;

M_T, Js_T – маса та момент інерції МТА;

L, a_T, a_M – конструктивні параметри (див. рис. 1).

Для спрощення рішення системи диференціальних рівнянь (1) застосовували операційний метод. Він дозволяє перейти від диференціальних рівнянь до алгебраїчних шляхом формальної операції над символом $p \rightarrow d/dt$, де t – незалежна змінна. Після перетворень математична модель дослідного МТА в операторній формі запису має наступний вид:

$$\begin{cases} K_{11} \cdot Xs_T(p) + K_{12} \cdot \varphi(p) = F_{11} \cdot \alpha(p) + F_{12} \cdot 1(p) + F_{13} \cdot 1(p); \\ K_{21} \cdot Xs_T(p) + K_{22} \cdot \varphi(p) = F_{21} \cdot \alpha(p) + F_{22} \cdot 1(p) + F_{23} \cdot 1(p). \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{де } K_{11} = A_{11} \cdot p^2 + A_{12} \cdot p ;$$

$$K_{21} = A_{24} \cdot p ;$$

$$K_{12} = A_{13} \cdot p + A_{14} ;$$

$$K_{22} = A_{21} \cdot p^2 + A_{22} \cdot p + A_{23} ;$$

$$F_{11} = f_{11} ;$$

$$F_{21} = f_{21} ;$$

$$F_{12} = 0 ;$$

$$F_{22} = f_{22} ;$$

$$F_{13} = 0 ;$$

$$F_{23} = f_{23} ;$$

$1(p)$ – одинична ступінчаста зміна вхідного параметру.

Перевірку отриманої математичної моделі проводили шляхом порівняння теоретичних та експериментальних амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) коливань курсового кута трактора (вихідної величини (φ)) при відпрацюванні просапним агрегатом вхідного керуючого впливу – кута повороту керованих коліс трактору (α).

Для визначення експериментальної амплітудної частотної характеристики (АЧХ) в польових умовах досліджували МТА у складі орно-просапного трактора ХТЗ-120 та начіпної сівалки СПЧ-12, який працював на сівбі соняшнику. Теоретичну АЧХ для

цього ж просапного агрегату розраховували на ЕОМ, використовуючи передаточну функцію $W_1(p)$, отриману з математичної моделі (2):

$$W_1(p) = \frac{A_{11} \cdot f_{21} \cdot p + A_{12} \cdot f_{21} - A_{24} \cdot f_{11}}{A_{11} \cdot A_{21} \cdot p^2 + (A_{11} \cdot A_{22} + A_{12} \cdot A_{21}) \cdot p + A_{11} \cdot A_{23} + A_{12} \cdot A_{22} - A_{24} \cdot A_{13}}. \quad (3)$$

Після співставлення теоретичної та експериментальної АЧХ встановлено, що

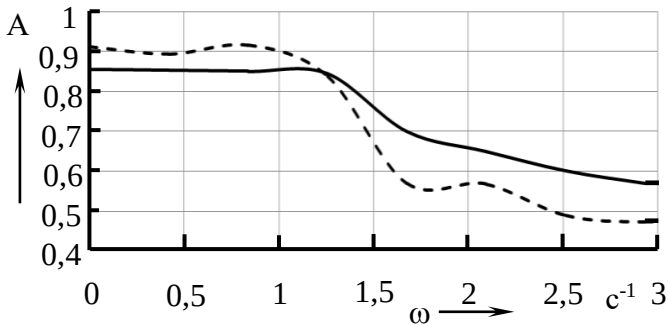


Рис. 3. Теоретична (—) та експериментальна (---) АЧХ відпрацювання посівним МТА кута повороту керованих коліс трактора

різниця між теоретичними й практичними значеннями функції не перевищує 20% (рис. 3). Отриманий збіг експериментальних та теоретичних даних вказує на адекватність розробленої математичної моделі, що дає право використовувати її для подальших теоретичних досліджень з метою обґрунтування схеми та параметрів асиметричного просапного агрегату на базі орно-просапного трактора.

Аналіз отриманих амплітудних (АЧХ) і фазових (ФЧХ) частотних характеристик при розгляді симетричного і асиметричного посівного агрегату на базі орно-просапного трактора показав, що різниця між їх аналогічними значеннями мала. Тому при подальшому математичному моделюванні будемо розглядати асиметричні посівні МТА.

Аналіз АЧХ і АФХ впливу ширини захвату сівалки в залежності від схеми налаштування (прямий чи реверсивний рух) показав, що характер їх зміни для обох варіантів налаштування агрегату схожий (рис. 4). При прямому русі трактора і робочій швидкості 12 км/год зі збільшенням ширини захвату від 4,2 м до 8,4 м (6- і 12-рядні МТА відповідно) керованість асиметричного посівного МТА погіршується в зоні робочих частот на 8,7%. При порівнянні АЧХ 6- і 8-рядного та 8- і 12-рядного МТА маємо погіршення керованості на 3,5% і 5,3% відповідно, тоді як при реверсивному налаштуванні трактора лише 2,1%; 0,6% і 1,4%. В зоні робочих частот саме при прямому русі агрегату маємо кращі показники керованості (84%, 88% і 91% для 12-ти, 8-ми і 6-рядних сівалок) у порівнянні з реверсивною схемою налаштування МТА (62%, 62,7% і 63% відповідно).

Тому використання реверсивного налаштування трактора на сівбі й міжрядному обробітку просапних культур з міжряддям 70 см є недоцільним.

Цей висновок підтверджує і аналіз ФЧХ курсового кута трактору при відпрацюванні асиметричними посівними агрегатами вхідного керуючого впливу – кута повороту керованих коліс. Так, при русі як прямим, так і реверсивним ходом зі зміною ширини захвату і робочої швидкості їх значення змінюється мало. Але при цьому фазовий зсув (рис. 4) при реверсивному налаштуванні значно більший, ніж при прямому русі трактора. Так в зоні робочих частот він змінюється від 52с до 180с та від 1с до 5с відповідно. Це ще раз підкреслює недоцільність використання режиму реверсивного налаштування трактора при роботі з просапними сівалками.

Аналогічно поводить себе посівний МТА і на швидкості 8 км/год (2,22 м/с). Так порівняно з 12 км/год маємо погіршення відпрацювання керуючого впливу на 22,9% при прямому русі і на 19,8% – при реверсивному налаштуванні трактора. Як бачимо, зі збільшенням швидкості керованість асиметричного посівного МТА покращується.

Як було розглянуто вище, бажаним для орно-просапного трактора є сільсько-господарські знаряддя з рядністю не менше 12. Тому розглянемо як змінюються

показники керованості при зміні робочої швидкості саме 12-рядного асиметричного посівного агрегату на базі орно-просапного трактора (рис. 5).

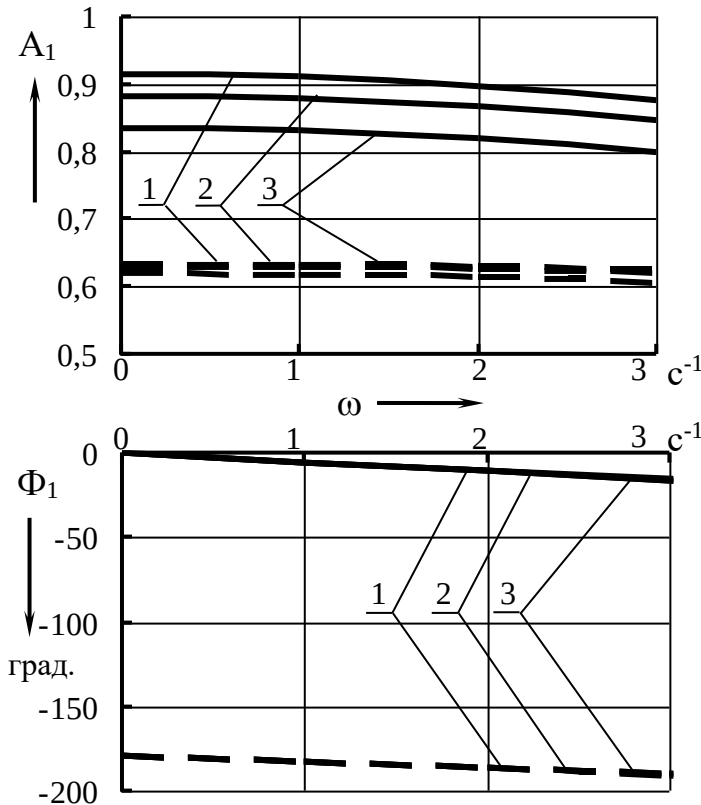


Рис. 4. АЧХ (A_1) та ФЧХ (Φ_1) курсового кута трактора (ϕ) при відпрацюванні асиметричними просапними агрегатами вхідного керуючого впливу – кута повороту керованих коліс (α) при русі прямим ходом (—) і реверсом (---) зі швидкістю 12 км/год: 1 – 6-рядного; 2 – 8-рядного; 3 – 12-рядного МТА

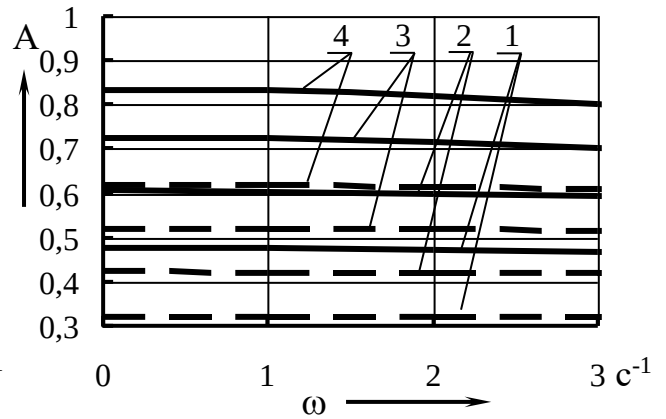


Рис. 5. АЧХ (A) курсового кута трактора (ϕ) при відпрацюванні 12-рядним асиметричним просапним агрегатом вхідного керуючого впливу – кута повороту керованих коліс (α) при прямому (—) і реверсивному (---) русі зі швидкістю: 1 – 6 км/год; 2 – 8 км/год; 3 – 10 км/год; 4 – 12 км/год.

Аналіз отриманих залежностей показав (рис. 5), що як при прямому так і при реверсивному русі трактору зі збільшенням його швидкості керованість МТА покращувалась. Характер зміни залежностей при різних схемах відрізнявся різною інтенсивністю відпрацювання керованого впливу. Причому при прямому русі вона була більша, ніж при реверсивному. В нашому випадку це є бажаним і ще раз підтверджує нецільність використання реверсивної схеми налаштування орно-просапного трактору при вирощуванні просапних культур. Фазовий зсув не залежно від швидкості руху для обох схем залишався постійним і при виході з робочих частот збільшувався, що є бажаним.

Аналіз впливу виносу точки візування на керованість асиметричного посівного агрегату на базі орно-просапного трактору показав (рис.6), що при прямому русі АЧХ наближається до бажаної, а при реверсивному маємо значне перерегулювання системи.

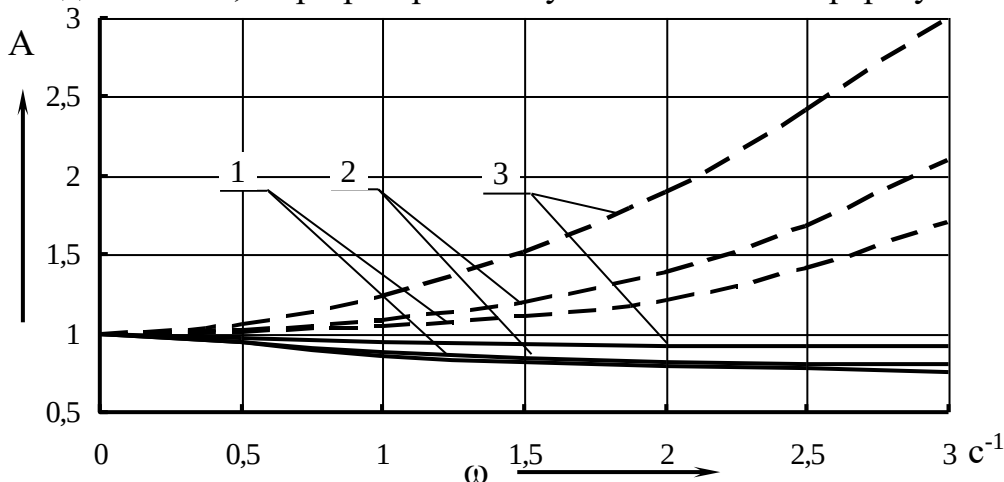


Рис. 6. АЧХ (А) зміщення маркеру при виносі точки візування ($\Delta D = 1,0$ м) при прямому (—) і реверсивному (---) русі зі швидкістю 12 км/год: 1 – 6-рядного; 2 – 8-рядного; 3 – 12-рядного МТА

Але, як при прямому, так і при реверсивному русі зі зменшенням рядності сівалки, значення амплітуди зменшується. Враховуючи різний характер отриманих характеристик, можна зробити висновок, що зі збільшенням рядності асиметричного посівного агрегату при реверсивному налаштуванні орно-просапного трактору відпрацювання керованого сигналу покращуються, але такі лишається гіршою ніж при прямому русі такого агрегату. Тому при прямому налаштуванні асиметричного посівного агрегату на базі орно-просапного трактору використання візирів є недоцільним на відміну від реверсивного.

Збільшення рядності (рис. 7) призводить до збільшення амплітуди відпрацювання збурюючого впливу у вигляді зміщення просапної сівалки на 0,35 м. Причому, в діапазоні швидкостей 6...12 км/год амплітуда курсового кута збільшується на 58% для 12-рядного, 65% – для 8-рядного і на 71% – для 6-рядного МТА при прямій та на 70%, 76% і 81% для реверсивної схеми агрегування відповідно. Навіть у гіршому варіанті вплив швидкості руху і рядності є незначним: максимальне значення амплітуди відпрацювання збурюючого впливу не перевищує 0,01 при бажаному значенні 0.

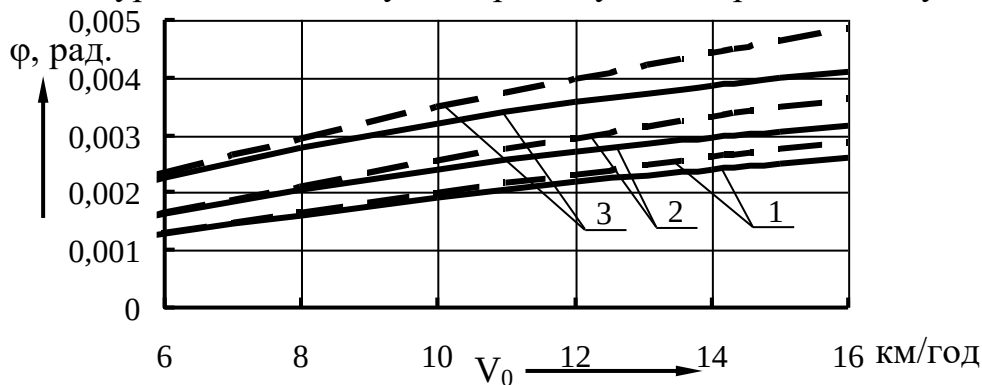


Рис. 7. Вплив швидкості руху асиметричного посівного МТА на зміну курсового кута трактору при різних схемах його налаштування: пряма (—) і реверсивна (---) – з рядністю: 1 – 6 секцій; 2 – 8 секцій; 3 – 12 секцій.

Аналіз впливу асиметричного приєднання просапної сівалки в залежності від схеми налаштування енергетичного засобу при різних швидкостях його руху (V_0) показав (рис. 8), що схема налаштування енергетичного засобу на прямий чи реверсивний рух майже не впливає на курсову стійкість асиметричного посівного агрегату, тому що інтенсивність амплітуди майже не змінюється як при швидкості 8 км/год так і при 12 км/год. Натомість, сама швидкість значно впливає на коливання амплітуди при збільшенні асиметрії. Але, враховуючи малі значення відхилення (максимальне значення 0,044 не перевищує 0,05 при бажаному значенні 0), можна зробити висновок про незначний вплив асиметричного агрегування просапної сівалки на зміну курсового кута асиметричного посівного агрегату.

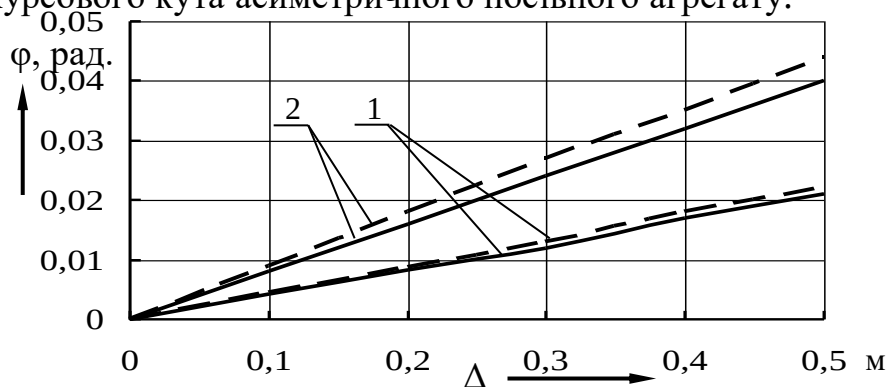


Рис. 8. Вплив асиметричного приєднання 12-рядного просапної сівалки на зміну курсового кута при різних схемах налаштування енергетичного засобу: прямій (—) та реверсивній (— —) зі швидкістю: 1 – 8 км/год; 2 – 12 км/год.

Розділ 3 Методика експериментальних досліджень

В якості об'єкта досліджень було прийнято процес функціонування динамічної системи у складі орно-просапного трактора і просапної сівалки та культиватора. Технологічна частина посівного МТА включала 12-рядну сівалку під умовною маркою СПЧ-12 (рис. 9), а при проведенні міжрядного обробітку – просапний культиватор КРН-8,4 (рис. 10).



Рис.9. Трактор ХТЗ-120 в агрегаті з СПЧ-12



Рис.10. Трактор ХТЗ-120 в агрегаті з культиватором КРН-8,4

З урахуванням конструктивних особливостей досліджуваного просапного агрегату було розроблено комплект вимірювально-реєструючої апаратури (рис. 11), який дозволив фіксувати досліджувані параметри. У процесі експерименту проводився безперервний синхронний запис на плівку осцилографу значень курсового кута φ (за допомогою гіронапівкомпасу ГПК-52), та кута повороту керованих (передніх) коліс α (застосовували реохордний датчик СП-3А).

Погодинні витрати палива визначали мірним бачком, обладнаним секундоміром, час проходження МТА залікової ділянки на заданих передачах фіксували секундоміром. Після кожного проходу агрегату проводили заміри відхилення траєкторії сліду крайньої посівної секції від прямої лінії (не менше 200 замірів з інтервалом 1 м).

При визначенні конструктивних параметрів трактор ХТЗ-120 був обладнаний штатними шинами 16,9R38.

Процес агрегування сівалки включав встановлення додаткового корегуючого зчіпного пристрою та наступне приєднання сівалки СПЧ-12.

Під час досліджень в п'ятикратній повторності секундоміром фіксували час виконання двома механізаторами кожної з операцій переобладнання трактору та агрегування сівалки.

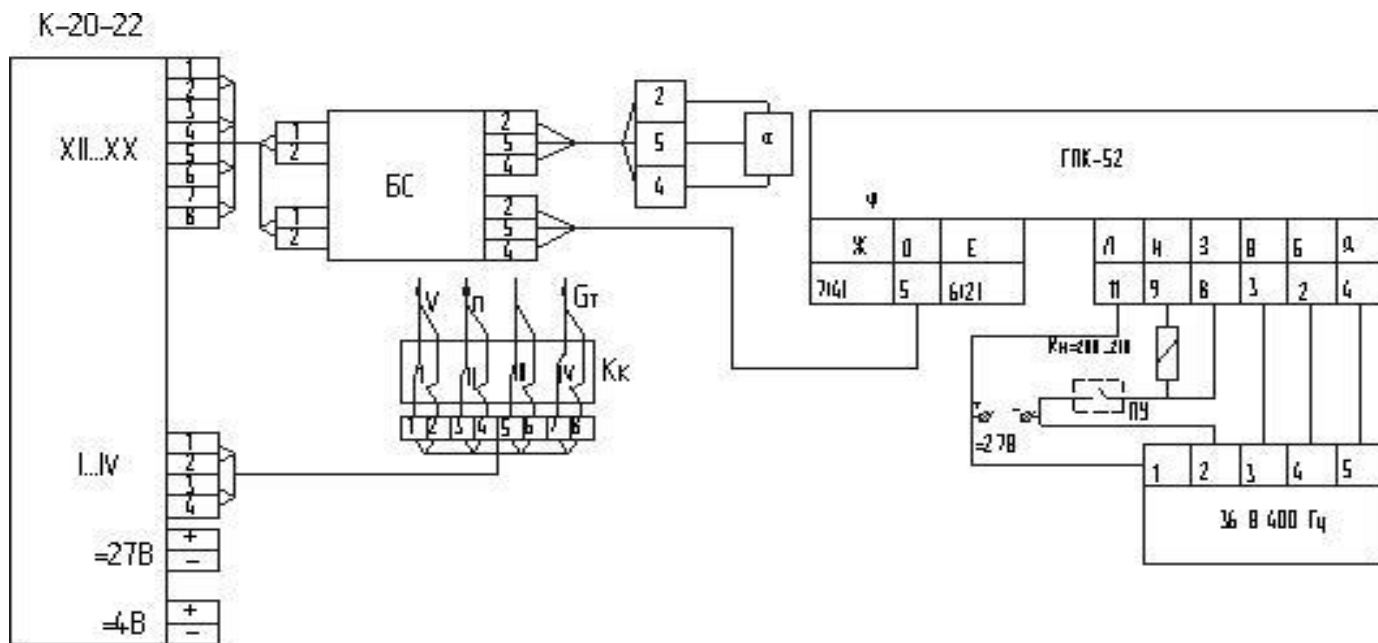


Рис. 11. Комплект вимірювально-реєструючої апаратури

Під час проведення лабораторно-польових досліджень аналізували три схеми посівного агрегату: асиметричне агрегування зі зміщенням праворуч за ходом руху агрегату з маркером (праворуч); асиметричне агрегування зі зміщенням праворуч за ходом руху агрегату без маркера; симетричне агрегування без маркера.

Хід сошників було відрегульовано на глибину 7 см. Перший прохід було виконано по вішках. В подальшому кожен із досліджуваних агрегатів рухався на заліковій ділянці довжиною 250 м.

Під час проведення експлуатаційно-технологічних випробувань порівнювали два агрегати для сівби і міжрядного обробітку. Перший (базовий) включав універсально-просапний трактор МТЗ-82, другий – орно-просапний трактор ХТЗ-120 з колією 2100 мм та корегуючим брусом. Технологічна частина першого посівного агрегату була представлена сівалкою СУПН-8, а просапного – культиватором КРН-5,6, другого – СПЧ-12 і КРН-8,4 відповідно. За всіма агрегатами впродовж двох контрольних змін вели хронометражні спостереження.

Розділ 4 Результати експериментальних досліджень агрегатів для сівби і міжрядного обробітку просапних культур на базі орно-просапного трактора ХТЗ-120

Після статистичної обробки експериментальних даних були визначені спектральні щільності (рис. 12 і 13) кута повороту керованих коліс (α) та курсового кута (φ) для різних варіантів агрегування сівалки СПЧ-12 з трактором ХТЗ-120. Як бачимо, коливання обох параметрів носять низькочастотний характер. Основний спектр дисперсій кута повороту керованих коліс (α) припадає на частоти $0 \dots 4 \text{ с}^{-1}$ ($0 \dots 0,64 \text{ Гц}$), а спектр дисперсій курсового кута (φ) знаходиться ще у вужчому діапазоні частот: $0 \dots 2,25 \text{ с}^{-1}$ ($0 \dots 0,36 \text{ Гц}$). Більш вузький діапазон коливань курсового кута агрегату обумовлюється проявом його інерційних властивостей. Порівняльний аналіз дисперсій кутів α і φ за F- критерієм Фішера показує, що на статистичному рівні

значущості 0,01 нуль-гіпотеза про рівність вказаних статистичних оцінок не відхиляється. Такий характер зміни дисперсій коливань оцінювальних параметрів вказує на індиферентність агрегату щодо схеми його налаштування.

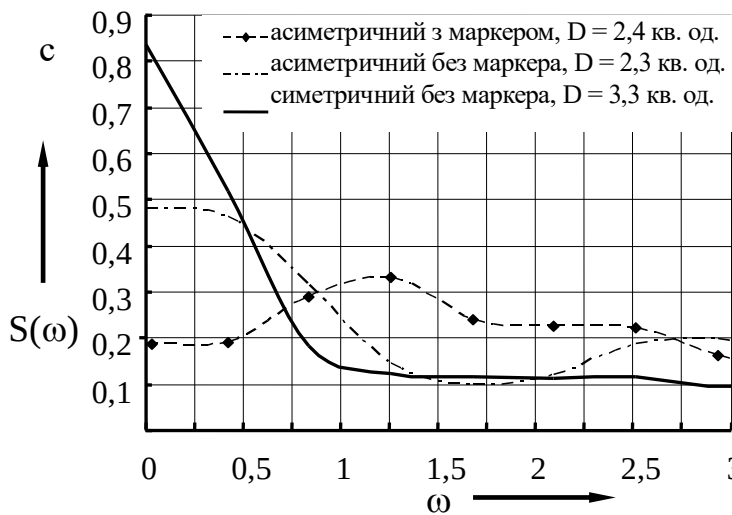


Рис. 12. Нормовані спектральні щільності коливань кута повороту керованих коліс (α)

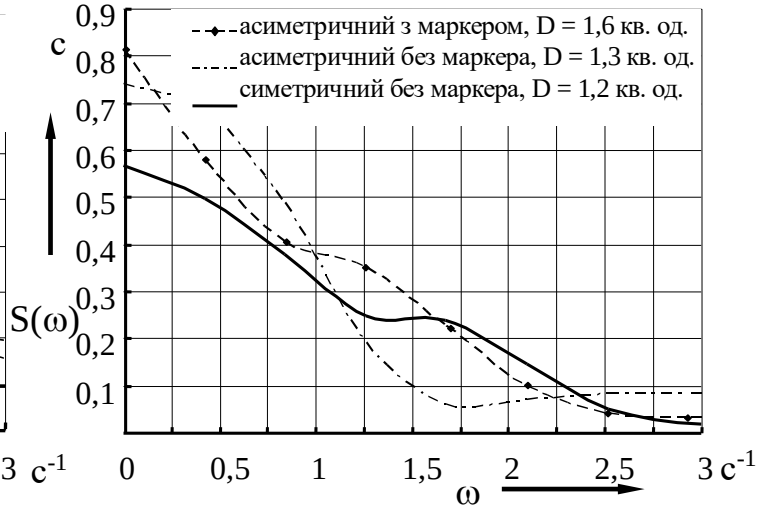


Рис. 13. Нормовані спектральні щільності коливань курсового кута (φ)

Додатково про це свідчить і характер протікання взаємних кореляційних функцій, які відображають ступінь реагування трактора (кут φ) на керуючий вплив (кут α). З їх аналізу бачимо (рис. 14), що асиметричне приєднання технологічної частини не тільки без маркера, а навіть із ним, характеризується практично такою ж поведінкою взаємної кореляційної функції, як і у випадку виключно симетричної схеми МТА.

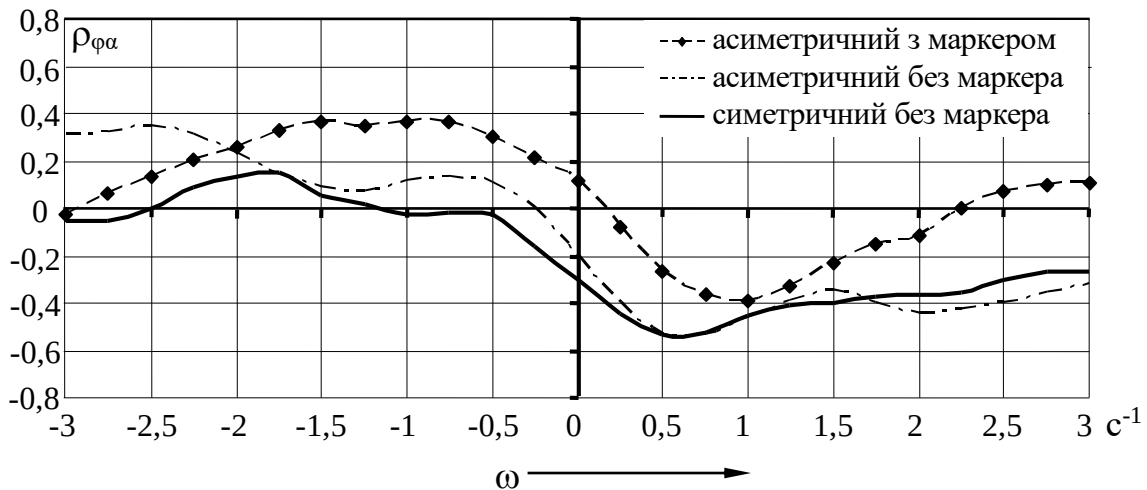


Рис. 14. Нормована взаємна кореляційна функція кута повороту керованих коліс α та курсового кута φ

У порівнянні з кутами α і φ , дисперсії коливань прямолінійності траєкторії руху крайньої посівної секції МТА зосереджені у ще вузькому діапазоні частот: $0 \dots 0,4 \text{ м}^{-1}$ (рис. 15). При швидкості руху агрегату $2,4 \text{ м/с}$ це становить $0 \dots 0,96 \text{ с}^{-1}$ ($0 \dots 0,15 \text{ Гц}$). При цьому слід зазначити, що нуль-гіпотеза про рівність дисперсій для асиметричного МТА з маркером та без нього навіть на статистичному рівні значущості 0,01 не відхиляється. Водночас, дисперсія коливань траєкторії сліду посівної секції виключно симетричного агрегату статистично більша за інші. Такий результат можна пояснити тим, що при повному симетричному агрегуванні технологічної частини МТА тяговий опір діє в площині, яка проходить через повздовжню вісь симетрії трактора.

На відміну від асиметричного агрегату, в цьому випадку практично відсутній той збурюючий фактор, який в деякій мірі здатний стабілізувати характер руху енергетичного засобу.

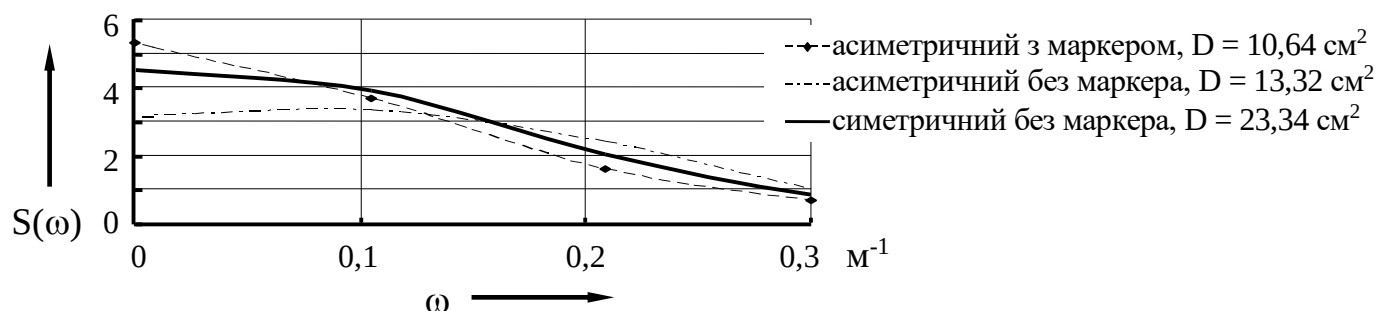


Рис. 15. Нормовані спектральні щільності коливань прямолінійності рядку

Якісні показники роботи просапного МТА суттєво залежать від прямолінійності рядків оброблюваної культури. Надмірна викривленість останніх може взагалі зробити неможливим їх механізований обробіток із заданою якістю. Звідси випливає, що динаміка руху посівних МТА має бути такою, щоб забезпечити прийнятну непрямолінійність сходів. Розрахунками встановлено, що дисперсія (D) коливань рядка просапної культури згідно закону $y = 0,05 \cdot \sin[(\pi/50) \cdot x]$ становить $12,50 \text{ см}^2$ (рис.16). Частота зрізу ($\omega_{\text{зр.}}$) нормованої спектральної щільності дорівнює при цьому $0,25 \text{ м}^{-1}$. Звідси отримуємо комплексний частотно-дисперсійний показник прийнятної непрямолінійності рядків просапних ку

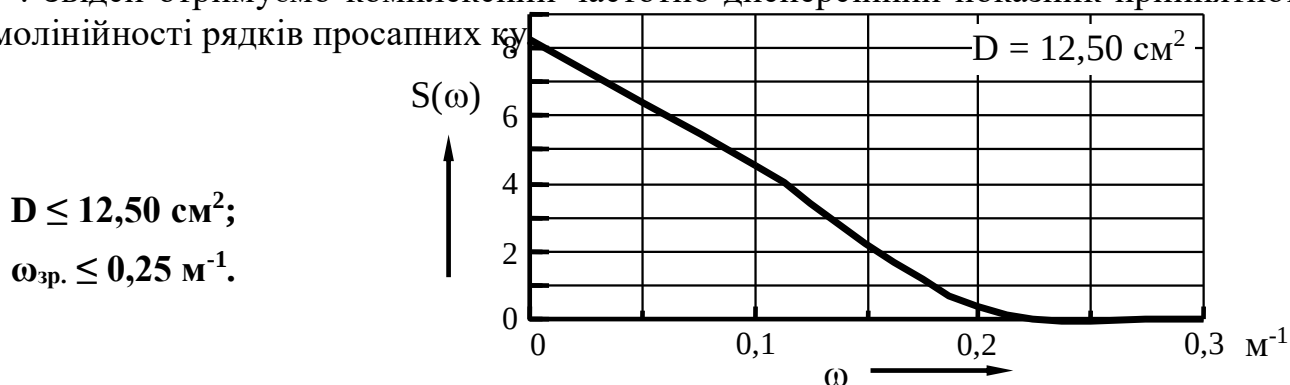


Рис. 16. Частотно-дисперсійний показник допустимої непрямолінійності рядків просапної культури

Методика практичного застосування нового частотно-дисперсійного показника наступна. Вважаючи, що коливання траєкторій сходів просапних культур є стаціонарним і ергодичним процесом (що при нормальній культурі землеробства як правило відповідає дійсності), на полі вибирають один рядок, довжиною не менше 100 м. Паралельно його осі прокладають пряму базову лінію і з кроком 0,5 м заміряють відхилення від неї рослин просапної культури. Із отриманого масиву даних розраховують дійсні дисперсію (D_y) і частоту зрізу нормованої спектральної щільності ($\omega_{\text{зр.}}$). Непрямолінійність рядків просапної культури вважають прийнятною, коли виконуються дві наступні умови: **$D_y \leq 12,50 \text{ см}^2$; $\omega_{\text{зр.}} \leq 0,25 \text{ м}^{-1}$.**

Відповідно до розробленого критерію, непрямолінійність рядків просапної культури при роботі асиметричного посівного МТА можна вважати допустимою за дисперсією, але незадовільною за частотними показниками.

Експлуатаційно-технологічні показники просапних МТА на базі орно-просапного трактору визначали при сівбі та першому і другому міжрядних обробітках

соняшнику (табл. 1). Тривалість сівби асиметричним МТА на полі площею 90 га становила 2 дні. А за десять годин роботи на другому міжрядному обробітку таким МТА оброблювали поле площею не менше 58 га. Під час міжрядного обробітку пошкодження культурних рослин не перевищувало 1%.

Експлуатаційно-технологічні показники роботи просапних МТА

Показник	Значення		
	сівба	1 обробіток	2 обробіток
Склад МТА:			
– енергетичний засіб	ХТЗ – 120	ХТЗ – 120	ХТЗ – 120
– сільськогосподарська машина	СПЧ – 12	КРН-8,4	КРН-8,4
Умови праці:			
– вологість ґрунту в шарі 0...15 см, %	16,8	17,8	18,8
– щільність агрофону у шарі 0...15 см, г/см ³	1,20	1,21	1,24
– забур'яненість поля, г/м ²	1,40	9,20	18,50
Режим роботи агрегату:			
– робоча швидкість руху, км/год	8,6	6,8	8,6
– ширина захвату, м	8,4	8,4	8,4
– глибина ходу сошників, см	6...8	–	–
– ширина односторонньої захисної зони, см	–	16,0	16,0
– глибина обробітку ґрунту, см	–	6,0	7,0
Продуктивність за 1 год. основної роботи, га/год.	7,2	5,0	5,7
Продуктивність за 1 год. змінного часу, га/год.	4,6	4,4	5,0
Витрати палива, кг/га	1,7	1,7	1,9
Коефіцієнт використання:			
– змінного часу	0,64	0,88	0,88
– робочих ходів	0,94	0,96	0,96
Коефіцієнт надійності технологічного процесу	0,99	0,99	0,99
Агротехнічні показники:			
– стандарт відхилення траєкторії рядків, ±см	1,5		
– кількість насіння на 1 пог. метр, шт.	3,4		
– середня відстань між насінням, см	33,2		
ширина стикових міжрядь, см		72,3±1,2	72,5±1,3
ширина захисної зони:			
– середнє значення, см		15,8 ± 0,4	15,4±0,4
– стандарт, ± см		2,4	2,4
– коефіцієнт варіації, %		15,2	15,6
глибина обробітку:			
– середнє значення, см		5,8±1,4	6,6±0,9
– стандарт, ± см		1,5	1,1
– коефіцієнт варіації, %		25,9	16,7
підрізання бур'янів, %		98,0	92,0

Розділ 5 Техніко-економічна ефективність використання посівного агрегату на базі орно-просапного трактора

Аналіз отриманих даних показав, що використання асиметричного просапного агрегату на базі орно-просапного трактору ХТЗ-120 дозволяє зменшити витрати праці на переобладнання (встановлення бруса замість чотирьох проставок) у 22 рази, а питомі капіталовкладення – в 5 разів.

При експлуатації 12-рядного агрегату на базі орно-просапного трактору підвищити продуктивність на 30% і отримати за рахунок цього підвищення кількості продукції не менше 0,2 ц/га.

Зменшення витрат праці на підготовку агрегату до роботи на 60% значно підвищує гнучкість енергетичного засобу (час підготовки трактору при переході від однієї технологічної операції до іншої).

Використання асиметричних просапних МТА на базі орно-просапного трактора ХТЗ-120 на посіві та міжрядному обробітку просапних культур з міжряддям 70 см дозволить отримати за рік економію у розмірі 700,92 грн. на агрегат (з урахуванням сівби й двох міжрядних обробітків) тільки за рахунок зменшення трудомісткості переобладнання енергетичного засобу. З урахуванням зональної завантаженості просапного МТА на кожному гектарі оброблюваної площі отримуємо економію 5 грн./га.

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове рішення наукової задачі підвищення ефективності використання орно-просапного трактора шляхом обґрунтування схеми та параметрів його агрегування з просапними знаряддями. За результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Проблема агрегування орно-просапного трактора з серійними просапними сівалками і культиваторами може бути вирішена шляхом їх поперечного зміщення відносно поздовжньої осі симетрії енергетичного засобу на величину, яка дорівнює половині міжряддя культури, що вирощується.
2. Зміщення сівалки відносно орно-просапного трактора у поперечному напрямку на половину міжряддя (0,35 м) мало впливає як на керованість, так і на стійкість руху асиметричного посівного МТА. При відпрацюванні корисного сигналу (кута повороту керованих коліс трактора) АЧХ і ФЧХ для симетричного і асиметричного агрегатів в робочому діапазоні частот ($\omega = 0 \dots 3 \text{ с}^{-1}$) практично не відрізняються ні в якісному, ні в кількісному виразі. Амплітуда коливань курсового кута енергетичного засобу навіть при русі асиметричного МТА зі швидкістю 12 км/год не перевищує 0,02 рад.
3. Керованість асиметричного посівного МТА при русі орно-просапного трактора прямим ходом зі швидкістю 6...12 км/год краща, ніж при реверсивному його налаштуванні. Так, в робочому діапазоні частот коливань корисного сигналу (кута повороту керованих коліс трактора) коефіцієнт його підсилення в першому варіанті на 33...44% більший, ніж у другому. Запізнення реакції агрегату на керуючий вплив при цьому зменшується.
4. Ширина захвату асиметричного посівного агрегату впливає лише на коефіцієнт підсилення асиметричною динамічною системою коливань керуючого впливу. Так, зі збільшенням цього конструктивного параметру вдвічі (від 4,2 м до 8,4 м) значення АЧХ небажано зменшуються на 8...10% для агрегату при прямому ході трактора, і на 4...6% – при реверсивному. Точність відпрацювання корисного сигналу посівними агрегатами обох систем при цьому практично не змінюється.
5. Для забезпечення більшої точності та швидкості відпрацювання динамічною системою у вигляді асиметричного посівного МТА на основі орно-просапного трактора, налаштованого як прямим ходом, так і реверсивним ходом, інтен-

сивність впливу на органи його керування повинна бути якомога меншою, а швидкість руху агрегату – якомога більшою.

6. Характер зміни нормованих взаємних кореляційних функцій кутів повороту керованих коліс трактора (α) та його рами (курсний кут (ϕ)) свідчить про індіферентність дослідного агрегату щодо схеми приєднання просапної сівалки. Як при симетричному агрегуванні, так і при співпаданні напрямку її поперечного зміщення з виносом маркеру різниця між вказаними функціями в усьому діапазоні частот коливань вхідного (α) і вихідного (ϕ) параметрів є малою.
7. У порівнянні з відомими, розроблений новий показник оцінки криволінійності траєкторій рядків просапних культур є більш інформативним. При незначній трудомісткості визначення він дозволяє отримати дані як відносно енергії (дисперсії), так і частот зрізу коливального процесу. Згідно з розробленим показником криволінійність рядків просапних культур є агротехнічно допустимою, коли дисперсія коливань амплітуди їх траєкторій не перевищує $12,5 \text{ см}^2$, а частота зрізу спектральної щільності не більша за $0,25 \text{ м}^{-1}$.
8. При встановлених 70 см дійсна середня значина стикових міжрядь просапної культури (соняшнику) становила 73 см при асиметричному і 69 см – при симетричному агрегуванні сівалки. Нуль-гіпотеза про відсутність суттєвої різниці між стандартами даного параметру ($\pm 2,4$ і $\pm 2,8$ см відповідно) не відхиляється на статистичному рівні значущості 0,01.
9. Експериментально встановлено, що ймовірність збереження агротехнологічного допуску на відхилення ширини захисної зони (3 см) під час міжрядного обробітку ґрунту посівів просапної культури асиметричним МТА становить не менше 77%. Можлива частота виходу за межі допуску дорівнює $0,029 \text{ м}^{-1}$, тобто 1 викид на кожні 34 м робочого шляху. В кінцевому рахунку це забезпечило проведення вказаної технологічної операції з продуктивністю 5 га/год. і пошкодженням культурних рослин менше 1%.
10. Впровадження асиметричних агрегатів для посіву у міжрядного обробітку на основі орно-просапного трактора, налагодженого у відповідності до розроблених практичних рекомендацій, дозволяє на кожному гектарі вирощувальної культури зекономити не менше 5 грн.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Чорна Т.С. Вплив схеми агрегування просапного МТА на базі трактора ХТЗ-120 на траєкторні показники його роботи / Т.С. Чорна // Праці ТДАТА. – Вип. 35. – Мелітополь: ТДАТА. – 2006. – С. 133 – 138.
2. Чорна Т.С. Частотно-дисперсійний показник оцінки непрямолінійності рядків просапних культур / Т.С. Чорна, В.Т. Надикто, А.І. Панченко // Праці ТДАТА. – Вип. 7, т.1 – Мелітополь: ТДАТА. – 2007. – С. 240 – 243.
3. Чорна Т.С. Використання комп'ютерної техніки у навчальному процесі / Т.С. Чорна, В.Т. Надикто // Наука і методика. – К. – №11. – 2007. – С. 43-46.
4. Чорна Т.С. Зчіпний пристрій енергетичного засобу / Т.С. Чорна // Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип. 8, т.1 – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С. 144 – 147.

5. Чорна Т.С. Математична модель асиметричного просапного агрегату / Т.С. Чорна // Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет – Вип. 8, т.2 – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С. 136 – 146.
6. Чорна Т.С. Використання частотно-дисперсійного показника оцінки непрямолінійності рядків просапних культур / Т.С. Чорна // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2008.– №12(2). – С. 108 – 113.
7. Чорна Т.С. Підвищення ефективності використання просапного агрегату на базі орно-просапного трактору / Т.С. Чорна // Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип. 8, т.9. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2008. – С. 125 – 128.
8. Чорна Т.С. Частотно-дисперсійний показник оцінки непрямолінійності рядків просапних культур / Т.С. Чорна, В.Т.Надикто // Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип. 9, т.2. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2009. – С. 49 – 55.
9. Черная Т.С. Частотно-дисперсионный показатель оценки непрямолинейности рядов пропашных культур / В.Т. Надикто, О.П. Назарова, Т.С. Черная // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – М. – 2009. – № 8. – С. 15 – 17.
10. Чорна Т.С. Аналіз динаміки горизонтальних коливань асиметричних просапних агрегатів / Т.С. Чорна // Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип. 9, т.4. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2009. – С. 139 – 145.
11. Пат. 11955 Україна, МПК⁷ Україна, А01В59/04. Зчіпний пристрій енергетичного засобу / Чорна Т.С., Надикто В.Т., Кюрчев В.М. (Україна). – №200507003; Заявл. 15.07.2005.; Опубл. 16.01.2006; Бюл.№1. – 2 с.

АНОТАЦІЯ

Чорна Т.С. Обґрунтування схеми та параметрів посівного агрегату на базі орно-просапного трактора. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Таврійський державний агротехнічний університет, Мелітополь, 2010.

Дисертацію присвячено питанню підвищення ефективності використання орно-просапного трактора шляхом обґрунтування схеми та параметрів його агрегування з просапними знаряддями.

Для рішення поставлених теоретичних і експериментальних задач досліджень розроблено частотно-дисперсійний критерій оцінки непрямолінійності рядків просапних культур і методику його використання; теоретично оцінено вплив схеми та параметрів на динаміку руху асиметричного посівного агрегату на базі орно-просапного трактора у горизонтальній площині; експериментально визначено траєкторні, експлуатаційно-технологічні та якісні показники його роботи.

Встановлено, що експлуатація асиметричного посівного МТА дає змогу отримати на кожному гектарі оброблюваної площі економічний ефект не менше 5,0 грн.

Ключові слова: асиметричний посівний МТА, сівба, міжрядний обробіток, прямолінійність рядку, агрегування, динамічна система.

АННОТАЦИЯ

Т.С. Черная Обоснование схемы и параметров посевного агрегата на базе пахотно-пропашного трактора. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – машины и методы механизации сельскохозяйственного производства. Таврический государственный агротехнологический университет. – Мелитополь, 2010.

На Украине почти 34% общего объема растениеводства обеспечивают пропашные культуры, среди которых основное место занимают кукуруза и подсолнечник. На их долю приходится около 25% посевных площадей, которые в основном сосредоточены на юге Украины. Спрос на эти культуры стабильно высокий. Поэтому многие аграрии не только увеличивают площади под данными культурами, но и пересматривают технологические основы их выращивания в направлении уменьшения себестоимости продукции путем повышения производительности и уменьшения затрат.

Так повышения производительности работы посевных агрегатов можно достичь путем увеличения их ширины захвата, а уменьшение затрат – уменьшение марочного состава парка машин. Лучше всего для использования на протяжении $\frac{3}{4}$ года подходит пахотно-пропашной трактор семейства ХТЗ-120/160. На посеве высокостебельных пропашных культур (таких как подсолнечник и кукуруза) с такими тракторами можно использовать 12-рядную сеялку (СУПН-12, «Optima» и др.), а на междурядной обработке – культиватор с шириной захвата 8,4 м (КРН-8,4 и др.).

В основу диссертационной работы положена гипотеза о том, что повышение эксплуатационной эффективности пахотно-пропашного трактора без изменения параметров его ходовой системы можно обеспечить путем поперечного смещения агрегатированной сеялки для посева пропашных культур на половину величины междурядья выращиваемой культуры.

Научная гипотеза подтверждена результатами теоретических и экспериментальных исследований тракторных (в горизонтальной плоскости) и эксплуатационно-технологических показателей агрегатов для посева и междурядной обработки пропашных культур с междурядьем 70 см на базепажотно-пропашного трактора.

Как известно, при выращивании пропашных культур с междурядьем 70 см, колея энергетического средства должна быть 1400 мм или 2800 мм. Но пахотно-пропашные трактора семейства ХТЗ-120/160 имеют колею 2100 мм. Поэтому их использование в составе агрегатов для посева и междурядной обработки на выращивании пропашных культур с междурядьем 70 см практически достигается за счет ассиметричного агрегатирования сеялки и культиватора.

Была разработана математическая динамическая функционирования ассиметричного посевного МТА в горизонтальной плоскости, в которой уточнены направления действия на агрегат внешних сил при наличии углов увода шин колес трактора и агрегатированной сеялки. На ее основе составлены передаточные функции отработки управляющего (угла поворота управляемых колес трактора) и возмущающие (разворачивающий момент, который создают смещение сеялки и вынос маркера) сигналов.

Теоретически установлено, что смещение сеялки относительно пахотно-пропашного трактора в поперечном направлении на половину междурядья (0,35 м) мало влияет как на управляемость, так и на устойчивость движения ассиметричного посевного МТА. При отработке полезного сигнала (угла поворота управляемых колес

трактора) амплитудные (АЧХ) и фазовые (ФЧХ) частотные характеристики для симметричного и ассиметричного агрегатов в рабочем диапазоне частот ($\omega = 0...3 \text{ с}^{-1}$) практически не отличаются ни в качественном, ни в количественном выражении. Амплитуда колебаний курсового угла энергетического средства даже при движении ассиметричного МТА со скоростью 12 км/ч не превышает 0,02 рад.

Управляемость ассиметричного посевного МТА при движении пахотно-пропашного трактора прямым ходом со скоростью 6...12 км/ч лучше, чем при реверсивной его наладке. Так в рабочем диапазоне частот полезного сигнала (угла поворота управляемых колес трактора) коэффициент его усиления в первом варианте на 33...44% больше, чем во втором. Запаздывание реакции агрегата на управляющее воздействие при этом уменьшается.

Анализ влияния ширины захвата ассиметричного посевного агрегата показал, что она влияет только на коэффициент усиления ассиметричной динамической системой колебаний управляющего воздействия. Так с увеличением этого конструктивного параметра вдвое (от 4,2 м до 8,4 м) значение АЧХ нежелательно уменьшается на 8...10% для агрегата при прямой схеме настройки трактора и на 4...6% – при реверсивной. Точность отработки полезного сигнала посевными агрегатами обеих систем при этом практически не изменяется.

Разработан новый частотно-дисперсионный показатель, который позволяет более объективно оценить криволинейность траекторий рядков пропашной культуры, посеянных как симметричным, так и ассиметричным агрегатами. По сравнению с известными, разработанный новый показатель более информативный. При незначительной трудоемкости определения он позволяет получать данные как относительно энергии (дисперсии), так и частот среза колебательного процесса. Согласно новому критерию криволинейность рядков пропашных культур агротехнически допустима, когда дисперсия колебаний амплитуды их траекторий не превышает $12,5 \text{ см}^2$, а частота среза спектральной плотности не более $0,25 \text{ м}^{-1}$.

Использование ассиметричных агрегатов на посеве и междурядной обработке посевов пропашных культур, выращиваемых с междурядьем 70 см, налаженного в соответствии с разработанными практическими рекомендациями, позволяет на каждом гектаре возделываемой культуры сэкономить не меньше 5 грн.

Ключевые слова: ассиметричный пропашной агрегат, посев, междурядная обработка, непрямолинейность ряда, агрегатирование.

SUMMARY

Chorna T.S. Explanation of the chart and parameters of cultivated aggregate on the base of arable-cultivated to the tractor. – Manuscript.

The dissertation papers for obtaining the academic degree of Doctor of Science, study area 05.05.11 – machines and facilities for mechanization of agricultural production. – Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, 2010.

The dissertation is devoted to theoretical and experimental research on the technological process operation of the cultivated aggregate on arable-cultivated one to the tractor. These dissertation papers contain analysis of development trends of cultivated aggregates on the base of the wheel power facilities. The methods of evaluation of firmness and dirigibility of working motion of these aggregates are also considered.

The solution of the defined tasks was conducted by the quality and quantity analysis of the operation of sowing and cultivated aggregates on the base of arable-cultivated to the tractor.

Theoretical and experimental research became a basis for explaining rational charts, structural parameters and operation mode of the cultivated aggregate and for developing recommendations on the effective using of arable-cultivated to the tractor for growing of cultivated cultures with the space between rows of 70 sm.

The asymmetric aggregating of the cultivated aggregates renders possible to decrease labor input for preliminary starting procedures that increases versatility of the arable-cultivated of the tractor and its annual economic effect with respect to the zonal capacity of cultivated aggregate accounts for 5,0 grivna/ha.

Keywords: the asymmetric cultivated aggregate, sowing, inter-row tillage, unevenness to the row, aggregating, dynamic system.

Підписано до друку 27 вересня 2010р. Зам. № 52
Формат 60×90/16. Друк офсетний. Обсяг 0,9 ум. друк. арк. Тираж 100 прим.

Надруковано в типографії Таврійського державного
агротехнологічного університету
Адреса: 72312, Запорізька обл., м. Мелітополь,
пр.-т. Б. Хмельницького, 18

Φ