

УДК 629.114.2

## СТАБІЛІЗАЦІЯ ПОПЕРЕЧНИХ КОЛИВАНЬ ТРАКТОРА ПРИ АВТОВОДІННІ З ГІДРОСТАБІЛІЗАТОРОМ

**А. М. Сіваков**, канд. техн. наук  
*Одеський державний аграрний університет*

*Приведені результати випробувань макетного зразка гідростабілізатора водіння на тракторі Т 150К механічним щупом. Одержане поліпшення точності авто водіння трактора з гідростабілізатором.*

**Ключові слова:** автоводіння трактора, копір, гідравлічний стабілізатор, досліді на оранці, якість.

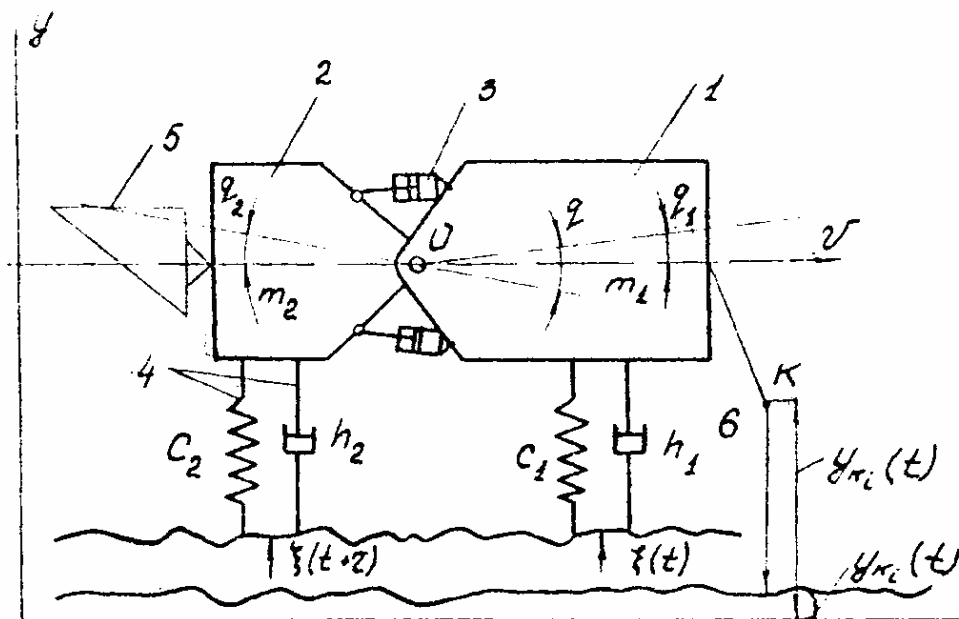
**Вступ.** Система водіння машинно-тракторних агрегатів є коливальною системою, яка знаходиться під дією випадкових обурень зі сторони технологічного процесу та керуючого алгоритму.

**Проблема.** Ручне керування агрегатом веде до втоми оператора та зниженню точності водіння.

**Мета досліджень.** Дослідити фактичні параметри водіння сільгоспагрегату з системою гідростабілізації водіння, що повинно полегшити оператору керування трактором та підвищує точність керування.

**Методика досліджень.** Вихідними координатами системи є зміщення копіюючої точки і відхилення борозни агрегату. Якість роботи характеризується зниженням дисперсій вихідних координат, які одержують за рахунок стабілізації нейтрального положення механічної системи. В статті наведені результати експериментальної перевірки працездатності систем автоводіння колісного трактора Т 150К в Одеському філіалі інституту НАПІ.

Результати можуть надавати зацікавленість для продовження робіт по автоматизація водіння тракторів на новому етапі. Автоводіння машинно-тракторних агрегатів при виконанні ними процесів є однією із сучасних задач тракторобудування. Автоматизована система водіння ІТА на базі колісного трактора є механічною коливальною системою, яка знаходиться під дією випадкових збурень із сторони виконуючих технологічного процесу та керуючого алгоритму. Керовані дії компенсують збурення, забезпечуючи водіння агрегату по заданій траєкторії і виконання робочого процесу з потрібними параметрами якості. Автоматизована система водіння колісного трактора з шарнірною рамою працює так. При відхиленні трактора від направляючої лінії (борозди попереднього проходу), щуп копіюючого пристрою, переміщуючись, виробляє сигнал розладу, який після перетворення подається на електромагніти електрогідравлічного перетворювача. Спрацьовують гідроциліндри і відбувається поворот трактора в потрібну сторону.

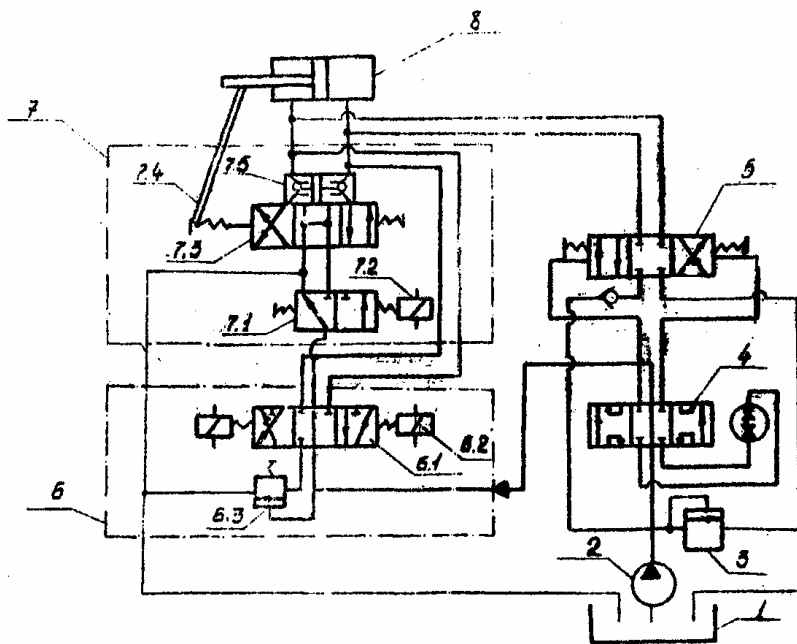


**Рис. 1.** Динамічна схема розрахунку поперечних коливань МТА при автоматизованому водінні.

На рис.1 показана динамічна схема для розрахунку поперечного коливання шарнірно-з'єднаного трактора з урахуванням пружності шин. На рисунку відображені шарнірно-з'єднані пів-рами 1, 2 з масами  $m_1$ ,  $m_2$  і пружньо-демпфіруючими підвісками 4, які характеризують поперечну жорсткість шин. Керований поворот пів-рам здійснюється гідроциліндрами 3. На навісці задньої пів-рами встановлено плуг 5. Копіюючий пристрій 6 забезпечує слідкування копіюючої точки  $K$  за заданої лінією (борозною попереднього проходу). Змушені коливання динамічної системи, що розглядається, відбуваються під дією зовнішніх збурень і керованих дією автоматизованої системи водіння. Зовнішні збурення від нерівностей мікрорельєфу, нерівномірності тягового опору робочих органів і т. п. розглядаються як випадкові процеси. Керуючий алгоритм, побудований на сигналі розладу між заданою траєкторією і копіюючою точкою і ведучою системою із випадковими параметрами також виробляють сигнал управління із випадковими характеристиками. Управляючий сигнал, який подається в елетрогідравлічну виконуючу систему повороту, відпрацьовується в вигляді кута повороту пів-рам  $q$ . Кут повороту пів-рам складається із суми курсових кутів передньої ( $q_1$ ) і задньої ( $q_2$ ) пів-рам трактора. Зміни кута повороту піврам в процесі змушених керованих коливань змінює координату копіюючої точки, а також координату слідоутворюючої точки останнього корпуса плугу. Вихідними координатами системи являються зміщення копіюючої точки трактора і відхилення борозни, яка залишається агрегатом. Якість роботи динамічної системи характеризується дисперсією вихідних координат. Якість автоматизованого водіння, яке забезпечується описаною вище схемою керування, не задовольняє вимогам. Для покращання якості водіння

застосовують різні корегуючі пристрої, які стабілізують положення керованої механічної системи трактора на полі. Розглянемо автоматизовану систему водіння колісного трактора з шарнірною рамою на основі найпростішого релейного електрогідравлічного перетворювача, але з додатковим пристроєм гідростабілізації піврам трактора в нейтральному положенні. Гідростабілізатор представляє із себе трьохпозиційний золотниковий розподільник, який приводиться в дію з'вязком з шарнірно-повертаючими піврамами трактора.

На рис.2 показана гідравлічна принципальна схема виконуючої системи повороту трактора Т 150К з гідростабілізатором.



**Рис. 2.** Гідравлічна схема управління поворотом трактора Т 150К при автоматизованому водінні з гідростабілізатором.

На рис. 2 позначені: 1 – бак гідросистеми, 2 – насос, 3 – клапан, 4 – насос-дозатор ручного рульового управління, 5 – підсилювач потоку, 6 – електрогідравлічний перетворювач АСВ, 6.1 – золотниковий розподільник, 6.2 – керуючі електромагніти, 6.3 – клапан, 7 – гідростабілізатор, 7.1 – клапан стабілізатора з електромагнітом 7.2, 7.3 – розподільник стабілізації, 7.4 – привід стабілізатора, 7.5 – клапан поворотній керований, 8 – виконуючі гідроциліндри повороту. Працює ця система так. При автоматичному управлінні сигнал повороту поступає на один з електромагнітів 6.2 електрогідравлічного перетворювача 6. В результаті цього золотник розподільнику 6.1 зміщується в одно із робочих положень і рідина підводиться в відповідні порожнини гідроциліндрів повороту 8. При цьому через розподільник 6 забезпечується злив із протилежних порожнин гідроциліндрів. При нейтральному положенні розподільника 6.1 і виключеному клапані 7.2 гідростабілізатора рідина виливається в зливну магістраль. Таким чином, вище описана робота системи

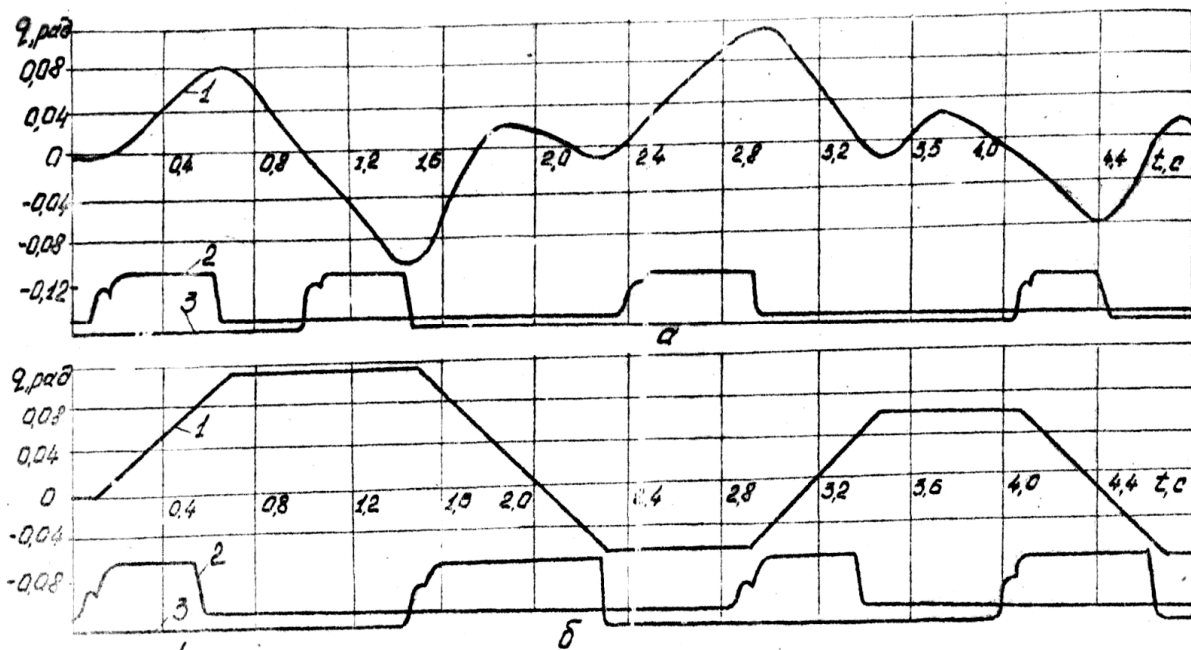
повороту без гідростабілізатора. Поворот трактору виконується тільки керованими сигналами, які формуються в відповідності з сигналом розладу копіювальної точки. При цій схемі управління в системі виникають короткочасні затримки, що веде до погіршення якості автоматизованого водіння на робочих режимах. Роздивимося роботу системи з гідростабілізатором. Він є активним малоінертним, забезпечує стабілізацію дії (тобто повернення керованих пів-рам трактора в нейтральне положення) безпосередньо в гідравлічній виконуючій системі зразу після виключення сигналу на керованих електромагнітах. При включенні електромагніту 7.2 (див. рис.2) клапан 7.1 підводить живлення розподільника 7.3 стабілізатора 7. Золотник розподільника 7.3 пов'язаний зі штоком виконуючого гідроциліндру таким чином, що знаходиться в нейтральному положенні при прямолінійному русі трактора. Це відповідає нульовому куту повороту шарнірної рами. Підвід тиску в порожнини циліндру в цьому положенні запобігається керованим зворотним клапаном 7.5 і рідина виливається в зливну магістраль. При повороті трактора по команді АСВ включається електромагніт 6.2 і робоча рідина подається в гідроциліндри повороту. Шток циліндра повертає пів-раму трактора, переміщуючи одночасно через привід 7.4 розподільник 7.3 стабілізатора, який готується до роботи. Живлення до гідростабілізатора в цей час не підводиться, тому що відключене розподільником 6.1. Після закінчення повороту керований сигнал відключається, розподільник 6.1 повертається в нейтральне положення, подаючи тиск на гідростабілізатор. Цей тиск відкриває керований клапан 7.5 і робоча рідина поступає в протилежні порожнини гідроциліндрів, забезпечуючи повернення пів-рам в нейтральне положення. Поворот в режимі стабілізації проходить до тих пір, поки пів-рами (а разом з ними і розподільник стабілізатора) не встановляться в нейтральному положенні. Тоді робоча рідина виливається, а клапан 7.5 закривається. Ця активна гідравлічна система стабілізації кута повороту пів-рам трактора дозволяє покращити динамічні характеристики АСВ і забезпечити якісне водіння МТА на робочих режимах.



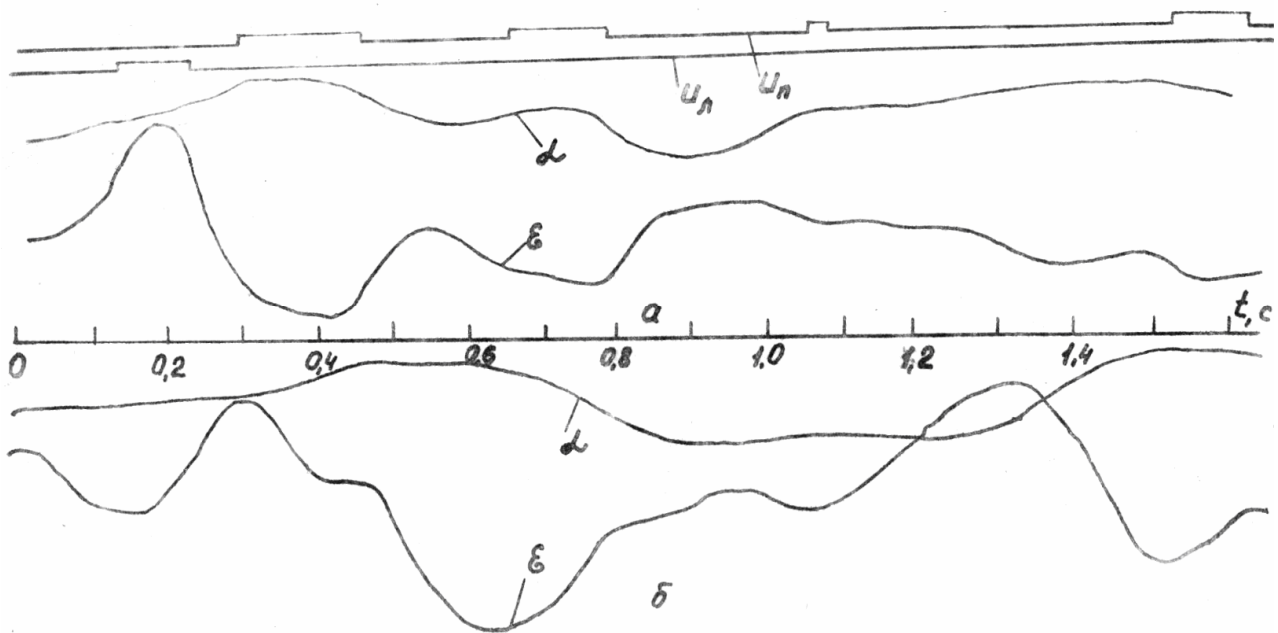
**Рис. 3.** Установка гідростабілізатора повороту на тракторі Т 150К.

Макетний зразок гідростабілізатора, встановлений на тракторі Т 150К, зображений на рис. 3. Тут показані: 1 – передня пів-рама, 2 – задня пів-рама, 3 – шарнір пів-рами, 4 – корпус гідростабілізатора, 5 – золотник стабілізатора, 6 – кулачковий привод стабілізатора, 7 – підводящий штуцер, 8 – зливний штуцер.

На рис. 4 показані реалізації керованих дій і вихідної реакції виконуючої системи повороту трактору Т 150К з гідростабілізатором та без нього. Випробовування проводились з макетним зразком гідростабілізатора при управлінні поворотом трактора (на місці, без руху) кнопками з переносного пульта. Струм електромагнітів і сигнал з реохордного датчика кута повороту пів-рам записувались з допомогою світло променевого осцилографа К-115. Кути повороту при тривалому включенні електромагнітів 0,4 с - 0,6 с знаходились в границях  $\pm 0.1$  рад (біля  $\pm 6^\circ$ ). Як видно з рис.4, а, б при однаковій кількості керованих дій (включень електромагнітів повороту) трактор з гідростабілізатором постійно знаходиться в режимі повороту, що дозволяє більш точно досліджувати задану траєкторію руху. Реалізація кута повороту системи з гідростабілізатором має плавний характер, без стабілізатора – вид кусочно-безперервної функції. На рис. 5 показана реалізація коливань кута повороту шарнірних пів-рам трактора Т 150К, одержані при лабораторно-польових випробовуваннях на оранці з гідростабілізатором і без нього. Напряму руху агрегату здійснюється автоматизованою системою водіння по борозні попереднього проходу. На цьому ж рисунку показані зміни сигналу розладу, які формуються цупом, що їде по борозні, і напруги керуючих електромагнітних поворотів. Точність автоматизованого водіння з гідростабілізатором, визначена по дисперсії борозни, покращується.



**Рис. 4.** Реалізація управляючих дій і реакцій системи повороту трактора Т 150К: а – гідростабілізатор; б – без гідростабілізатора; 1 – кут повороту; 2,3 – струм електромагнітів.



**Рис.5.** Реалізація кута повороту  $\alpha$  пів-рам і сигналу розладу  $\epsilon$  : а) гідростабілізатором; б) без гідростабілізатора.

Слід відмітити, що поряд з оцінкою точності автоматизованого водіння по дисперсії вихідної координати (утвореної МТА борозни), тут також можливе використання кількості викидів за фіксованим рівнем. Застосування цього критерію до випадкових коливань автоматизованої системи водіння машино-тракторних агрегатів в стаціонарних режимах дозволяє одержувати важливу інформацію про функціонування АСВ МТА. Цінність цього критерію полягає в тому, що він пов'язаний з показником часу. Середня кількість викидів вихідної координати в одиницю часу за фіксований рівень характеризує реакцію динамічної системи автоматизованого МТА на керований алгоритм і збурення з точки зору параметричної надійності процесу автоматизованого водіння. Експериментальна кількість викидів в одиницю часу може бути легко одержана обробкою реалізації вихідної координати. При аналоговому моделюванні одержання цього параметру також не викликає труднощів.

Таким чином, застосування критерію, побудованого на теорії викидів стаціонарних випадкових процесів, для оцінки роботи динамічної системи авто водіння МТА викликає теоретичний інтерес і дозволяє дати більш повну характеристику систем з точки зору їх параметричної надійності.

**Висновки.** Одержані при дослідженнях результати показали можливість покращання точності водіння агрегату з гідростабілізаторами. Роботи повинні бути продовжені з визначенням додаткових прискорень від стабілізації і їх впливу на оператора трактора.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кузьминов В. Г., Умеренко А. А. и др. Устройство для управления самоходной сельскохозяйственной машиной. Описание изобретения к авторскому свидетельству СССР. №677699 М. Кл А01В 69/04 опубликовано 05.08.1979.
2. Хеладзе А. М., Оманадзе А. В. Устройство для автоматического направления движения колесного трактора по рядкам растений. Авторское свидетельство №704499. М. Кл А 01 В 69/04 опубликовано 25.12.1979 г. Грузинский институт субтропического хозяйства.

## СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТРАКТОРА ПРИ АВТОВОЖДЕНИИ С ГИДРОСТАБИЛИЗАТОРОМ

А. Н. Сиваков

**Ключевые слова:** автовождение трактора, копир, гидравлический стабилизатор, эксперименты на пахоте, качество.

### Резюме

*Приведены результаты испытаний макетного образца гидростабилизатора вождения на тракторе Т150К. Получено улучшение точности автовождения трактора с гидростабилизатором.*

## STABILIZATION TRANSVERSAL VIBRATIONS OF TRACTOR AT AUTODRIVING WITH HYDROSTABILIZATOR

A. N. Sivakov

**Key words:** autodiving of tractor, kopir, hydraulic stabilizator experiments on ploughing, quality.

### Summary

*The results of tests of model standard of the hidrostabilizator driving are resulted on the tractor of T150K. The improvement of exactness of autodiving of tractor is got with hidrostabilizator.*