

УДК 629.114.2.075

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБУРЮЮЧИХ ВПЛИВІВ НА РУХ МОБІЛЬНИХ МАШИН

Петров А.В., аспірант\*,

Довгаль В.В., аспірант\*

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

тел. 8(0619) 42-57-97

**Анотація** – у роботі проведено вимірювання та статистичний аналіз збурюючих факторів, що від’ємно впливають на стійкість спрямованого руху працюючого машино – тракторного агрегату (МТА). Знайдені статистичні та спектральні оцінки випадкових коливань кутів уводу керованих коліс МТА.

**Ключові слова** – спектральна характеристика, збурюючі впливи, випадкові кути уводу.

**Аналіз досліджень та публікацій.** У процесі дослідження керованості МТА особливе місце займає аналіз випадкових впливів сторонніх сил, які, за визначенням, мають природне походження[1,4]. Працюючий МТА знаходиться в полі дії факторів, що відхиляють його від заданого руху, що викликає необхідність постійного корегування його руху і знижує стійкість спрямованого руху. До факторів що збурюють можна віднести:

- коливання величини і напрямку гакowego зусилля;
- невідповідність подовжних тягових сил на правих і лівих колесах;
- сили інерції остову трактора, викликані нерівною опорною поверхнею.

Дія цих факторів полягає в непередбачуваних коливаннях бічних сил на осях МТА. Це в свою чергу викликає пропорційний увод еластичних шин машини.

**Формулювання цілей статті.** Визначити статистичні та спектральні оцінки випадкового процесу коливань бічних сил на передній вісі трактора Т-25 під час виконання міжрядної обробки. Результати дослідження надалі можливо використати в процесі інтерактивного моделювання керованого руху МТА.

**Основна частина.** Для вимірювання навантажень на передню вісь трактора Т-25 було встановлено тензометричний палець, який дозволяв вимірювати такі види силового навантаження:

$R_y$ - сумарна бокова реакція шин керованих коліс;

$R_z$ - сумарне вертикальне навантаження на передню вісь трактора;

$M_z$ - момент сил, діючий на передню вісь в горизонтальній площині;

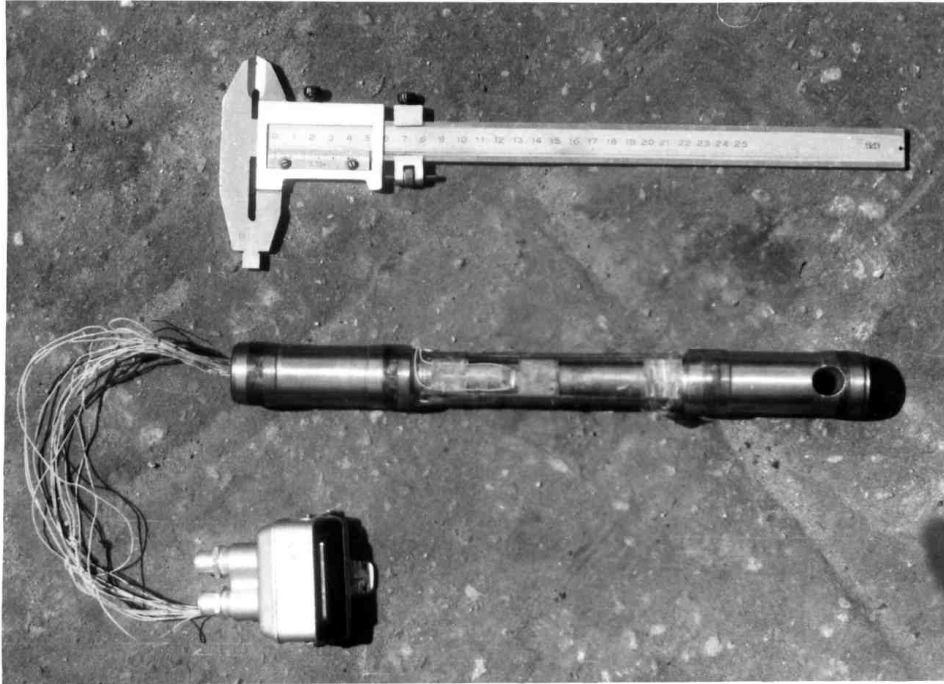


Рис. 1. Тензометричний палець для приєднання передньої вісі трактора Т-25.

Для отриманих у результаті експерименту даних були обчислені моменти й визначені числові характеристики за допомогою формул математичної статистики [2]

Для вибірки об'єму  $N$  (одномірний масив  $x_i$ ) отримані:

- початкові моменти  $k$  - го порядку ( $k = 1 \div 4$ )

$$m_k(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^k$$

- середнє значення абсолютних величин вибірки, (а також розмах вибірки)

$$m_1(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i|$$

- центральні моменти  $k$  - го порядку ( $k = 1 \div 4$ )

$$M_2 = m_2 - m_1^2$$

$$M_3 = m_3 - 3m_1m_2 + 2m_1^3$$

$$M_4 = m_4 - 4m_1m_3 + 6m_1^2m_2 - 3m_1^4$$

- середнє значення

$$\bar{x} = m_1(x)$$

- дисперсія

$$D = M_2$$

- виправлена дисперсія

$$D_o = \frac{N}{N-1} \cdot M_2$$

- стандартне відхилення

$$\sigma_0 = \sqrt{D_o}$$

- асиметрія

$$A_s = \frac{M_3}{\sigma^3}$$

- ексцес

$$E = \frac{M_4}{\sigma^4} - 3$$

Визначення на відповідності нормальному закону розподілення було знайдено шляхом порівняння значень коефіцієнтів асиметрії й ексцесу, стандартних відхилень на підставі формул:

$$U_3 = \sqrt{\frac{6(N-1)}{(N+1)(N+3)}}$$

$$U_4 = \sqrt{\frac{24(N-2)(N-3)N}{(N-1)^2(N+3)(N+5)}}$$

При

$-|A_s| \leq 2 \cdot U_3$ ,  $|E| \leq 2U_4$  - розподіл досить близький до нормального (правило трьох сигм);

$-2U_3 < |A_s| \leq 3 \cdot U_3$ ,  $2U_4 < |E| \leq 3U_4$  - розподіл близький до нормального по скошеності та гостровершинності;

інакше - не підкоряється нормальному закону розподілу.

Проводились розрахунки в пакеті Mathcad для масиву випадкової величини (1024 значень) та перевірка на нормальний закон розподілу.

Також були розроблені графічні програми для побудови гістограми масиву, що досліджувався, а також програма

спектрального аналізу з використанням процедури швидкого перетворення Фур'є.

Коливання бічної сили відтворюють процес виникнення уводу еластичних шин колісного трактора.

Характеристикою бокового уводу шин є коефіцієнт опору боковому уводу шин[3]:

$$K_y = P_y / \delta,$$

де  $P_y$ - бічна сила,

$\delta$ - кут уводу,

З урахуванням цього аналіз процесу збурень проводився з перерахунком на кути уводу передньої вісі.

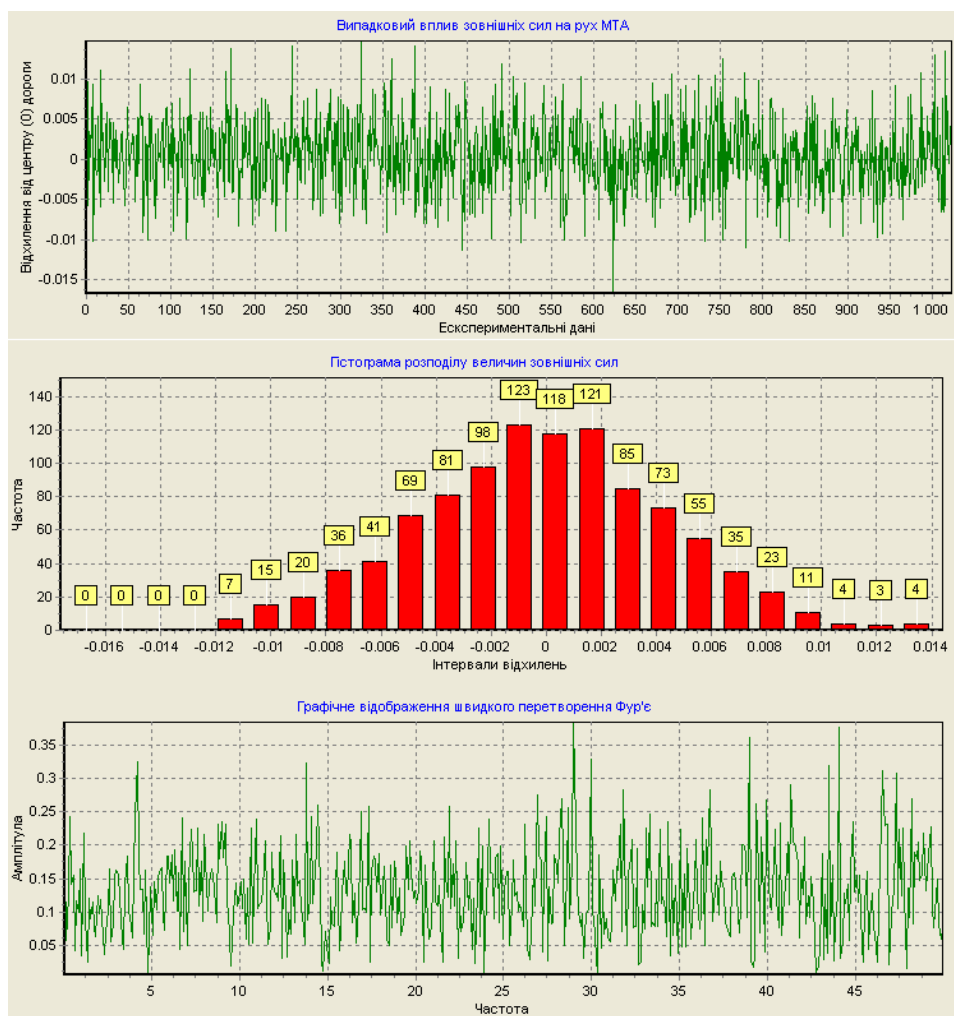


Рис. 2. Масив випадкових коливань бічної сили передньої вісі  $P_y$ , гістограма розподілу та спектральна характеристика.

### **Висновки:**

Оцінки збурюючих впливів проведені під час польових іспитів технологічних МТА [1] показали наступне:

- випадкові коливання величини кутів уводу коліс розподілені за нормальним законом;
- амплітуда коливань бічної сили в перерахунку на кути уводу керованих коліс досягає 1-2°
- спектральна характеристика носить рівномірний характер до частот 50 Гц;
- актуальна розробка приладу для компенсації збурень під час їх виникнення;

#### Література

1. *Петров В.А.* Улучшение управляемости с/х МТА: Дис. Канд. Техн. Наук / В.А. Петров.- Москва, 1989. – 178 с.
2. *Опря А.Т.* Матиматична статистика / А.Т. Опря. К.: Урожай, 1994 с. – 208 с.
3. *Яровой А.Ч.* Исследование бокового увода тракторных шин и его влияние на некоторые показатели криволинейного движения агрегата: дис. канд. техн. наук: / А.Ч. Яровой. – Харьков: [б.в.], 1970. – 172с.
4. *Гельфенбейн С.П.* Терранавигация / С.П. Гельфенбейн. – М.: Колос, 1981. – 207 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВЛИЯНИЙ НА ДВИЖЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

Петров А.В., Довгаль В.В.

**Аннотация** - в работе проведено измерение и статистический анализ возмущающих факторов, что отрицательно влияют на стойкость направленного движения работающего машино - тракторного агрегата (МТА). Найденные статистические и спектральные оценки случайных колебаний углов ввода управляемых колес МТА.

### RESEARCH OF REVOLTING INFLUENCES ON MOTION OF MOBILE MACHINES

A. Petrov, V. Dovgal

#### *Summary*

Measuring and statistical analysis of revolting factors is conducted in a robot, that negatively influence on firmness of the directed motion of working mashyno - tractor aggregate (MTA). Found statistical and spectral estimations of casual vibrations of corners of input of the guided wheels of MTA.