

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ КОЛИВАНЬ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ РУСІ МАШИНИ ПО РЕАЛЬНИХ ГРУНТОВО-ДОРОЖНІХ ФОНАХ

Лук'яненко В.М., к.т.н., доц., Жиліна О.О., ст. вик.,
Кісь В.М., к.т.н., Чернова О.О., студ.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Стаття присвячена опису характеристик дії на трактори і інші самохідні сільськогосподарські машини ґрунтового-дорожніх фонів

Постановка проблеми. Основним джерелом низькочастотної вібрації трактора є нерівності дороги і, в меншій мірі, сили робочих опорів. Всі джерела збурень носять імовірнісний характер. Нерівності агро-дорожніх фонів не мають строгих геометричних параметрів, навіть ті, які утворилися в результаті взаємодії з робочими органами сільгоспзнарядь, що рівновіддалені одне від одного.

Тому для опису характеристик дії на трактори і інші самохідні сільськогосподарські машини ґрунтового-дорожніх фонів застосовуються методи теорії випадкових функцій.

При дослідженнях тракторів в реальних умовах випадкові процеси коливань діляться на ділянки сталого і несталого режиму. До останнього відносяться періоди розгону, гальмування, екстреної зупинки, переходу з одного режиму на інший.

У роботі розглядається лише рух в сталому режимі, на який припадає більша частина часу використання трактора.

Аналіз останніх досліджень показав, що коливання трактора і окремих його елементів описуються стаціонарними випадковими процесами, що мають наступні властивості [1].

Мета. Метою є встановлення положень щодо реєстрації параметрів ґрунтового-дорожніх фонів в місцях випробувань.

Результати досліджень.

1. Математичне очікування стаціонарного випадкового процесу є величиною постійною:

$$M_x(t) = M_x = \text{const} \quad (1)$$

Крім того можна завжди перейти від випадкової функції $x(t)$ до центрованої випадкової функції $\dot{x}(t)$, для якої M_x тотожно дорівнює нулю і, отже, задовольняє умові (1).

2. Постійність дисперсії:

$$D_x(t) = D_x = \text{const} \quad (2)$$

3. Величина кореляційної функції залежить лише від відстані між двома

перетинами процесу і не пов'язана з тим, в якому місці процесу ці перетини розташовані, тобто

$$k_x(t, t + \tau) = k_x(\tau) \quad (3)$$

У роботі [2], показано, що для тракторних агрегатів, що проходять випробування в умовах реальної експлуатації, можна з достатньою точністю вважати перетини випадкового процесу коливань розподіленими по нормальному закону.

Крім того, прийнято допущення про ергодичність випадкового процесу, що описує коливання трактора.

Параметри коливань трактора оцінюються розрахунком статистичних характеристик випадкових процесів прискорень, визначуваних по наступних залежностях:

1. Оцінка математичного очікування

$$\tilde{M}_{x_3} = M(x)_3 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{T/2}^{T/2} x(t) dt \approx \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt \approx \sum_1^n x_i = 0, \quad (4)$$

де: T - довжина реалізації, с.

2. Оцінка кореляційної функції:

$$\begin{aligned} \tilde{k}_{x_3}(\tau) &= M[\dot{x}(t)\dot{x}(t + \tau)] \approx \frac{1}{T - \tau} \int_0^{T - \tau} \dot{x}(t)x(t + \tau) dt \approx \\ &\approx \frac{1}{T - \tau} \sum \dot{x}(t)\dot{x}(t + \tau) \end{aligned} \quad (5)$$

3. Оцінка дисперсії:

$$D_{x_3} = M[x(t)]^2 = \frac{1}{T} \int_0^T [\dot{x}(t)]^2 dt \quad (6)$$

Основні положення, що характеризують взаємодію мобільних машин з ґрунтово-дорожніми фонами, формулюються на підставі роботи [3].

Профіль дороги - перетин рельєфу у напрямі руху трактора. Перетин поверхні конкретної ділянки дороги або поля є реалізацією профілю, а сукупність таких реалізацій являє собою профіль дороги як випадковий процес.

Профіль дороги залежить від вибору перетину, тому його проводять по колії руху. Профіль дороги, виражений у функції не відстані, а часу, називається збуренням [3].

Термін "збурення" відноситься до конкретної розрахункової схеми машини. Тому питання про те, що приймається як збурення залежить від завдання дослідження. Так, при дослідженні вертикальних коливань використовується плоска модель, в якій якості збурення $q(t)$ можна використовувати або профіль дороги по одній колії, або напівсуму профілів по лівій і правій коліях [3].

Профіль дороги ділиться на три складові - макропрофіль, мікропрофіль і шорсткості [3].

Макропрофіль, що складається лише з довгих плавних нерівностей (довжина хвилі 100 м і більше), практично не викликає коливань трактора на

підвісці, але помітно впливає на динаміку машини, режим роботи двигуна і трансмісії.

Мікропрофіль, складається з нерівностей (довжина хвилі від 10 см до 100 м), що викликають коливання машини на підвісці, але не містить тривалих спусків і підйомів, що змінюють режим роботи двигуна.

Шорсткості (довжина хвилі менше 10 см) згладжуються шинами і не викликають відчутних коливань машини, але впливають на роботу шин.

Використання в якості збурення мікропрофілю замість профілю має наступні переваги [3]:

1. Мікропрофіль не містить повільно змінної складової, і його можна вважати стаціонарним випадковим процесом з показником регулярності, що швидко убиває.

2. У мікропрофілю обмежена амплітуда: її максимальні значення не перевищують 1 м.

На основі частотного складу мікропрофілю $q(l)$ можна його визначити як лінійне перетворення на профілі $h(l)$, що виконується фільтром з прямокутною передавальною характеристикою [3]:

$$q(l) = H_q \cdot h(l), \quad (7)$$

$$H_q(j\lambda) = \begin{cases} 0 & \text{при } |\lambda| < \lambda_H; \\ 1 & \text{при } \lambda_H < |\lambda| < \lambda_B; \\ 0 & \text{при } \lambda_B < |\lambda|; \end{cases}$$

тобто фільтр пропускає без перетворень лише смугу дорожніх частот:

$$\lambda_H < |\lambda| < \lambda_B,$$

при цьому

$$\lambda_H = \frac{2\pi}{L_{\max}}; \lambda_B = \frac{2\pi}{L_{\min}}; \quad (8)$$

де: L_{\max} і L_{\min} - максимальна і мінімальна довжина хвиль, що входять в мікропрофіль, визначуваних з профілограм.

Тому при замірах ґрунтово-дорожніх фонів визначалися параметри мікропрофілю, як чинника, що робить найбільший вплив на рівень низькочастотної вібрації.

По рекомендаціях [4, 5] вимірам піддавалися ділянки ґрунтових доріг завдовжки 205 - 210 м з кроком виміру 0,02 м, стерня зернових культур - уздовж борозен - 105 - 110 м через 0,01 м. Мірні ділянки вибиралися без явних вибоїн, западин, бугрів, з ухилом по всій довжині не більше 2°. При вимірах використовувався нівелір Н-ЗК.

Мікропрофіль агрофона і дороги вимірювався після проходу трактора без знаряддя, причепа по ділянці випробувань, на регламентованій швидкості, по правій і лівій колії.

Схема розміщення нівеліра і розмітки вимірюваної ділянки приведені на рисунку 1.

Нівелір встановлювався посередині вимірюваної ділянки (рисунок 1) і на

такій відстані від колії, аби з однієї установки (бази) можна було зробити зйомки правої і лівої колії по всій її довжині. Основна мета визначення характеристик мікропрофілю - приведення результатів вимірів низькочастотної вібрації, отриманих при випробуваннях, до типових умов по залежності:

$$\tilde{\sigma}_{z_i}^* = \tilde{\sigma}_{z_i} \cdot \frac{\tilde{\sigma}_{q_i}^*}{\tilde{\sigma}_{q_i}} \quad (9)$$

де: $\tilde{\sigma}_{z_i}$ - оцінка середньоквадратичного значення прискорення, приведена до типового фону в i -му діапазоні частот, m/c^2 ;

$\tilde{\sigma}_{q_i}^*$ - оцінка середньоквадратичного значення функції висоти нерівностей типового агрофона або дороги в i -ому діапазоні частот, см;

$\tilde{\sigma}_{q_i}$ - оцінка середньоквадратичного значення функцій висоти нерівностей агрофона або дороги, на яких проводились випробування, в i -му діапазоні частот, см.

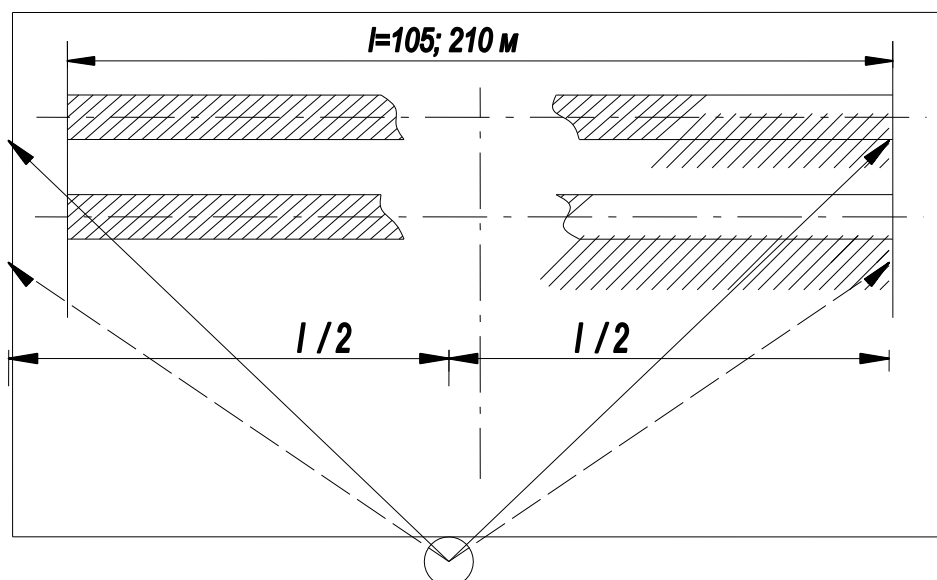


Рис. 1 - Схема установки нівеліра

Висновки. Вихідним матеріалом для розрахунку служать дискретні вибірки Z_i і Z_{i_2} ($i = 1, 2 \dots N_z$) рівновіддалених ординат, відлічених від базової лінії (оптичної осі нівеліра), знятих по правій і лівій колії трактора з кроком Δl .

Список використаних джерел:

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей [Текст] / Е.С. Вентцель. - М: Наука, 1969. - 576 с.
2. Нахтигаль М.Г. Исследование поддресоривания сиденья колесного трактора при случайных возмущениях [Текст] / М.Г. Нахтигаль// Автореф. ...дисс. ... канд.техн.наук. - Воронеж, 1970. - 18 с.
3. Хачатуров А.А. Динамика системы. Дорога. Шина. Автомобиль. Водитель. [Текст] / А.А. Хачатуров, В.Л. Афанасьев, В.С. Васильев и др. Под ред. Хачатурова А.А. - М.: Машиностроение, 1976. - 535 с.

4. Межотраслевая методика испытаний тракторов по оценке уровня низкочастотных колебаний на рабочем месте тракториста [Текст]. - М.: ГОНТИ НАТИ, 1980. - 27 с.
5. ГОСТ 12.2.002-91. ССБТ. Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности [Текст]. - Взамен ГОСТ 12.2.002-81. Введ. 01.07.92. - 60 с.

Аннотация

ХАРАКТЕРИСТИКА СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ КОЛЕБАНИЙ, КОТОРЫЕ ВОЗНИКАЮТ ПРИ ДВИЖЕНИИ МАШИНЫ ПО РЕАЛЬНЫМ ГРУНТОВО-ДОРОЖНЫМ ФОНАМ

Лукьяненко В.М., Жилина Е.А., Кись В.Н., Чернова Е.А.

Статья посвящена описанию характеристик действия на трактора и другие самоходные сельскохозяйственные машины грунтово-дорожных фонов

Abstract

DESCRIPTION OF CASUAL PROCESSES OF VIBRATIONS, THAT ARISE UP AT MOTION OF MACHINE ON THE REAL SOIL - ROAD BACKGROUNDS

V. Lukyanenko, E. Zhilina, V. Kys, E. Chernova

The article is sanctified to description of operating descriptions on tractors and other self-propelled agricultural machines of soil - road backgrounds