

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ



ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
міжнародної науково-практичної онлайн конференції
«Сучасні проблеми та перспективи розвитку
машинобудування України»,
присвяченої 20-й річниці з дня створення
факультету конструювання та дизайну
Національного університету біоресурсів і
природокористування України

23-24 вересня 2021 року

м. Київ

ДО ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ БАГАТОЛАНКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

Лебедев А.Т., д.т.н., проф.

Петров Р.М., аспір.

Колеснік Ю.І., аспір.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Козлов Ю.Ю., інж. I категорії

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, м. Харків

E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Діагностування багатоланкових робочих органів в основному, зводять до визначення параметрів розподілу (середнє значення \bar{L} і середньоквадратичне відхилення σ_L) розмірів окремих ланок, що впливають на якість виконання технологічного процесу [1].

З метою скорочення часу при визначенні \bar{L} і σ_L розроблено пристрій, що дозволяє замінити число ланок α_1 і α_2 діагностований параметр яких L вийшов за деякі рівні L_1 і L_2 .

Виходячи з нормального закону розподілу параметрів ланок, отримані співвідношення для визначення \bar{L} і σ_L :

$$\bar{L} = \frac{L_1 \arg \Phi \left(\frac{N - \alpha_2}{N} \right) - L_2 \arg \Phi \left(\frac{N - \alpha_1}{N} \right)}{\arg \Phi \left(\frac{N - \alpha_2}{N} \right) - \arg \Phi \left(\frac{N - \alpha_1}{N} \right)}; \quad (1)$$

$$\sigma_L = \frac{L_2 - L_1}{\arg \Phi \left(\frac{N - \alpha_2}{N} \right) - \arg \Phi \left(\frac{N - \alpha_1}{N} \right)}, \quad (2)$$

де $\arg \Phi \left(\frac{N - \alpha_2}{N} \right)$ і $\arg \Phi \left(\frac{N - \alpha_1}{N} \right)$ - зворотні функції Лапласа;

N -загальна кількість ланок.

Заміряні величини α_1 і α_2 фіксуються за допомогою 2-х лічильників пристрою. Визначимо значення рівнів L_1 і L_2 з умови мінімальної похибки непрямих вимірювань.

Величини \bar{L} і σ_L у виразах (1), (2) являють собою функції від двох змінних α_1 і α_2 . Похибка непрямих вимірювань в даному випадку буде:

$$\Delta \bar{L}^2 = \left[\left(\frac{\partial \bar{L}}{\partial \alpha_2} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{L}}{\partial \alpha_1} \right)^2 \right] \Delta \alpha^2; \quad (3)$$

$$\Delta \sigma_L^2 = \left[\left(\frac{\partial \sigma_L}{\partial \alpha_2} \right)^2 + \left(\frac{\partial \sigma_L}{\partial \alpha_1} \right)^2 \right] \Delta \alpha^2,$$

де прийнято $\Delta \alpha_1 = \Delta \alpha_2 = \Delta \alpha$ - похибка у визначенні α_1 і α_2 ; $\frac{\partial \bar{L}}{\partial \alpha_1}$, $\frac{\partial \bar{L}}{\partial \alpha_2}$, $\frac{\partial \sigma_L}{\partial \alpha_1}$, $\frac{\partial \sigma_L}{\partial \alpha_2}$ - частинні похідні по змінним α_1 і α_2 .

Після підстановки виразів (1) і (2) в рівняння (3) і перетворень похибки середньої величини і середнє відхилення в частках $\Delta \alpha$ чутливість до помилок діагностування матиме вигляд:

$$\frac{\Delta \bar{L}}{\Delta \alpha} = \frac{\sigma_L^2 \sqrt{\pi}}{N(L_2 - L_1)} \sqrt{\left(\frac{L_1 - \bar{L}}{\sigma_L} \right)^2 e^{\left(\frac{L_2 - \bar{L}}{\sigma_L} \right)^2} + \left(\frac{L_3 - \bar{L}}{\sigma_L} \right)^2 e^{\left(\frac{L_4 - \bar{L}}{\sigma_L} \right)^2}}; \quad (4)$$

$$\frac{\Delta \sigma_L}{\Delta \alpha} = \frac{\sigma_L^2 \sqrt{\pi}}{N(L_2 - L_1)} \sqrt{e^{\left(\frac{L_2 - \bar{L}}{\sigma_L} \right)^2} + e^{\left(\frac{L_4 - \bar{L}}{\sigma_L} \right)^2}}. \quad (5)$$

Проведемо аналіз похибки за виразами (4) і (5) на прикладі підбирального апарату бурякозбирального комбайна КСТ-3А. в цьому випадку під L будемо розуміти величину розкриття лап підбиральника [1]. За допомогою штангенциркуля, були визначені значення розкриття L окремих лап, що виходять в конкретний підбиральний ланцюг, з подальшою розбивкою на інтервали через 5 мм. Визначення α_1 і α_2 здійснювалося при зміні L_1 в межах від 130 до 200 мм і $(L_2 - L_1)$ в межах 0 - 60 мм з кроком 5 мм. Після цього були визначені відносні похибки непрямих вимірювань в залежності від L_1 при різних $(L_2 - L_1)$ для 5 ланцюгів з параметрами $\bar{L} = 167$ мм, $\sigma_L = 9,6$ мм, $L = 170$ мм, $\sigma_L = 7,45$ мм, $\bar{L} = 175,5$ мм, $\sigma_L = 8,3$ мм, $L = 179$ мм, $\sigma_L = 6,7$ мм, $\bar{L} = 189$ мм, $\sigma_L = 7,7$.

На рисунках 1 і 2 як приклад показані ці похибки для підбиральних ланцюгів з максимальним і мінімальним значенням параметра \bar{L} .

Аналіз графіків показує, що для кожного ланцюга є такі L_1 і L_2 , при яких відносні похибки (чутливість до помилки діагностування) $\frac{\Delta \bar{L}}{\Delta \alpha}$ $\frac{\Delta \sigma_L}{\Delta \alpha}$ приймають мінімальні значення.

Вибір оптимального значення $L_{1,2}$ залежить від \bar{L} . Приймаючи до уваги, що найкращу якість прибирання має ланцюг із середнім розкриттям 170 мм, можна прийняти $L_1 = 160$ мм, а $L_2 = 180$.

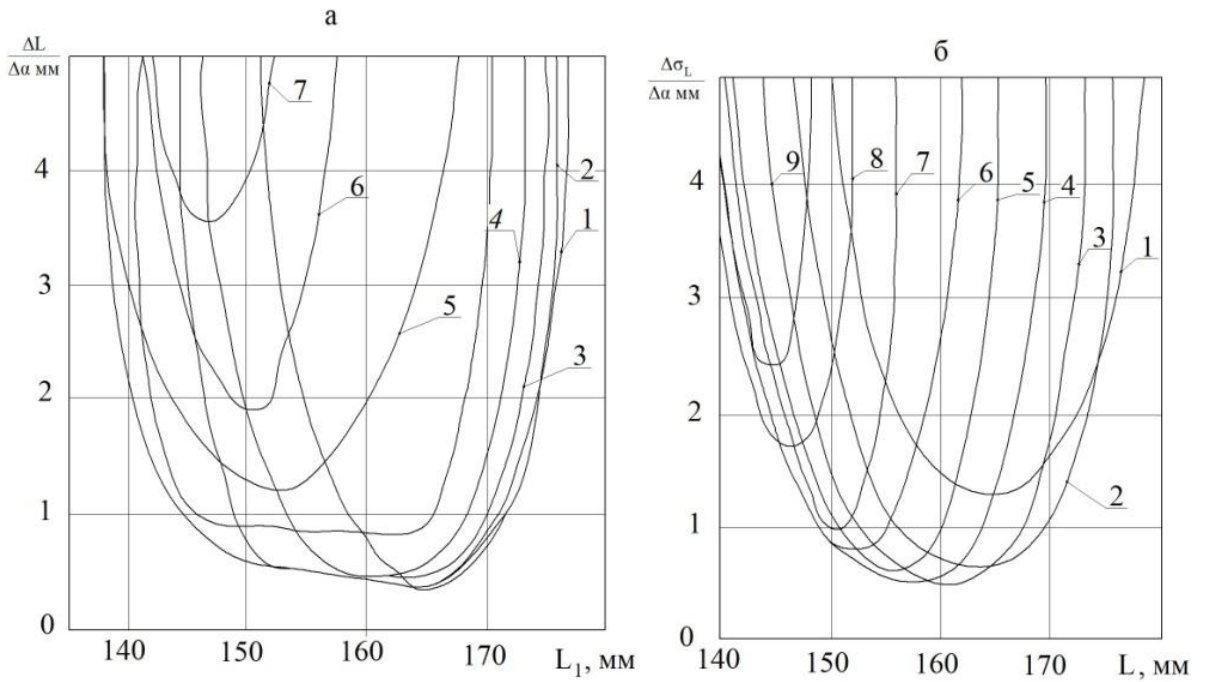


Рис. 1. Залежність похибок $\frac{\Delta \bar{L}}{\Delta \alpha}$ (А) і $\frac{\Delta \alpha_L}{\Delta \alpha}$ (Б) від L_1 для $\bar{L}=167$ мм, $\sigma_L=9,6$ мм при різних значеннях $L_2 - L_1$, ($L_2 - L_1$ в мм): 1 - 5; 3 - 10; 3 - 15; 4 - 20; 5 - 25; 6 - 30; 7 - 35; 8 - 40

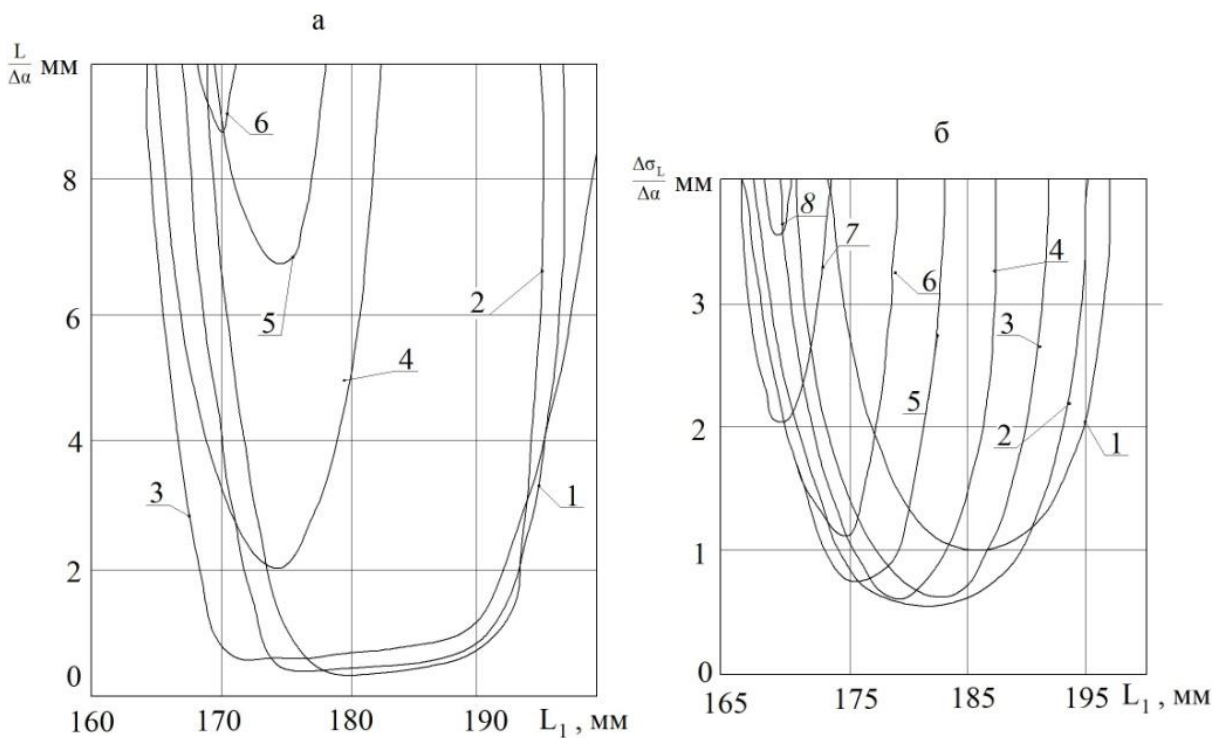


Рис. 2. Залежність похибок $\frac{\Delta \bar{L}}{\Delta \alpha}$ (А) і $\frac{\Delta \alpha_L}{\Delta \alpha}$ (Б) від L_1 для $\bar{L}=189$ мм, $\sigma_L=7,7$ мм при різних значеннях $L_2 - L_1$, ($L_2 - L_1$ в мм): 1 - 10; 2 - 15; 3 - 20; 4 - 30; 5 - 35; 6 - 40

При вимірі ланцюгів, параметри яких знаходяться в межах 160 - 180 мм (в цій межі практично лежать всі розміри ланцюгів) похибки $\frac{\Delta \bar{L}}{\Delta \alpha}$ і $\frac{\Delta \alpha_L}{\Delta \alpha}$ матимуть значення, близьке до мінімального, у зв'язку з характером вимірювання цих похибок при $L_2 - L_1 = 20$ мм (рис. 1а, 2а).

На підставі проведеного аналізу було розроблено діагностичний пристрій з параметрами $L_1 = 160$ мм і $L_2 = 180$ мм, за допомогою якого були визначені контрольовані параметри $\alpha_1 = 1$ і $\alpha_2 = 11$ квантилі K_1 і K_2 визначали за таблицями [1]. Тоді параметри підбирального ланцюга, визначені за формулами (1) і (2), будуть $\bar{L}_n = 175,95$ мм і $\sigma_{L_n} = 8,4$ мм, і ці ж параметри, визначені за повною вибіркою, отриманої шляхом вимірювання кожної лампи, складають $\bar{L}_{всм} = 177,08$ мм і $\sigma_{L_{всм}} = 8,74$ мм. Відносна похибка для \bar{L} і σ_L відповідно буде 0,64% і 3,89%.

Список використаних джерел:

1. Лебедев А. Т. Опір перекочування колеса, що працює з буксуванням / А. Т. Лебедев, Є. І. Калінін, М. Л. Шуляк // Збірник наукових статей Луцько-го НТУ. Сер.: Сільськогосподарські машини. – 2015. – Вип. 32. – С. 109–115.
2. Ovsyannikov, S., Kalinin, E., Kolesnik, I. Oscillation process of multi-support machines when driving over irregularities. Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport, 2018, 307-317, doi: 10.1007/978-3-030-19756-8_28.
3. Лебедев А. Т. Оцінка можливості підвищення тягово-енергетичних властивостей машинно-тракторного агрегату при виконанні орних робіт на агрофоні підвищеної вологості шляхом встановлення здвоєних шин / А. Т. Лебедев, Є. І. Калінін // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва імені Петра Василенка. Серія: Тракторна енергетика в рослинництві. – 2009. – Вип. 89. – С. 37–45.
4. Лебедев А.Т. Динамічна модель ґрунтообробних машинно-тракторних агрегатів з пасивними робочими органами у складі енергетичного засобу зі здвоєними шинами / Лебедев А.Т., Калінін Є.І. // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС. – 2010. – Вип. 2(83). – С. 109 – 115.