

АНАЛІЗ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПОТОКУ ХЛІБНОЇ МАСИ НА ВХОДІ МОЛОТАРКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ

Осадчий С. І., д.т.н., проф., e-mail: srg2005@ukr.net,

Льотна академія Національного авіаційного університету

Віхрова Л. Г., к.т.н., проф., e-mail: vihrovalg@ukr.net

Мірошніченко М. С., к.т.н., доц., e-mail: marymir@ukr.net

Центральноукраїнський національний технічний університет

Актуальність дослідження. Останніми роками окреслилась тенденція розвитку зернозбиральної техніки, яка полягає у її комп'ютеризації та роботі у складі системи точного землеробства, а це дозволяє оптимізувати режими роботи зернозбиральної техніки за критеріями мінімуму втрат врожаю та максимуму продуктивності. [3]

Мета дослідження – дослідити характеристики коливань потоку хлібної маси на вході молотарки зернозбирального комбайну за умови впровадження оптимальної комбінованої системи стабілізації зі зворотнім зв'язком за відхиленням потоку хлібної маси від середнього значення та корекцією за зміною врожайності.

Основні матеріали досліджень. Якість стабілізації потоку хлібної маси визначається значенням показника якості e [1]

$$e = \frac{1}{j} \int_{-j\infty}^{j\infty} tr(S_{x0x0}R + S_{uu}C) ds, \quad (1)$$

де j – комплексна одиниця, tr – знак операції знаходження сліду матриці; S_{x0x0} – матриця спектральних щільностей зміни потоку хлібної маси на вході молотарки розміру $n \times n$; “ $'$ ” – знак транспонування матриці; R – додатно визначена поліноміальна вагова матриця розмірності $n \times n$; S_{uu} – матриця спектральних щільностей зміни вектору сигналів керування системи розмірності $m \times m$; C – невід'ємно визначена поліноміальна вагова матриця розмірності $m \times m$; $s = j\omega$ – комплексний аргумент; i залежить від дисперсії зміни потоку хлібної маси на вході молотарки зернозбирального комбайну e_x та дисперсії зміни кута нахилу шайби блоку циліндрів гідротрансмісії e_u .

У відповідності до плану проектування оптимальної комбінованої системи стабілізації потоку хлібної маси на вході до молотарки зернозбирального комбайну провели дослідження зміни дисперсії потоку хлібної маси e_x , кута нахилу шайби блоку циліндрів гідронасосу e_u та показника якості стабілізації e , які виникають в адаптивній оптимальній комбінованій системі стабілізації при зміні постійних співвідношень μ , μ_1 , μ_2 , які характеризують умови експлуатації системи [3] та при зміні середньої урожайності поля V_0 .

Співвідношення μ , μ_1 , μ_2 визначають експлуатаційні умови, в яких повинна функціонувати система. Вони можуть змінюватись у широких межах при зміні характеристик поверхні поля та інтенсивності шуму датчиків. μ – співвідношення „рельєф-урожайність”, яке дорівнює

$$\mu = \frac{\sigma_M}{\sigma_0} \quad (2)$$

μ_1, μ_2 – співвідношення „шум-збурення”, які дорівнюють:

$$\mu_1 = \frac{\sigma_{\phi 1}}{\sigma_0}, \quad \mu_2 = \frac{\sigma_{\phi 2}}{\sigma_0} \quad (3)$$

де σ_M – середньоквадратичне відхилення висоти хлібостою; $\sigma_{\phi 1}$ – середньоквадратичне відхилення шуму датчика; $\sigma_{\phi 2}$ – середньоквадратичне відхилення шуму датчика корекції; σ_0 – величина середньоквадратичного відхилення урожайності.

Для виконання дослідження скористалися методом аналізу якості стабілізації при випадкових стаціонарних впливах [3], що дозволило розрахувати нормовані показники якості стабілізації:

$$\bar{e} = \frac{e}{\sigma_e^2}, \quad \bar{e}_x = \frac{e_x}{\sigma_{Q0}^2}, \quad \bar{e}_u = \frac{e_u}{\sigma_{\gamma0}^2}, \quad (4)$$

де σ_e – коефіцієнт, що дорівнює $\sigma_e = \sqrt{e_0}$, а змінна e_0 дорівнює показнику якості адаптивної системи стабілізації, синтезованої при значенні вагового коефіцієнту $C = 1$, середньої урожайності $Y_0 = 0,35 \text{ кг/м}^2$ та співвідношень $\mu = 1,06 \cdot 10^4$, $\mu_1 = 0,5$, $\mu_2 = 0,5$. Розгляд поверхонь зміни якості рис.1 дозволяє зробити наступні висновки.

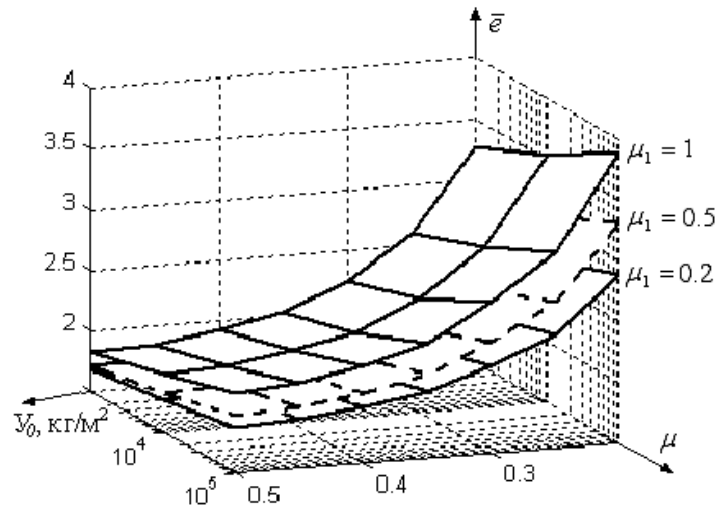


Рисунок 1 – Поверхні зміни нормованого критерію якості системи

Головний вплив на якість підтримки заданого значення потоку хлібної маси оптимальною комбінованою системою з адаптацією здійснює зміна середньої урожайності поля. При її зміні від 20 до 50 ц/га зміна нормованих середньоквадратичних відхилень потоку хлібної маси складає майже 80%. Зміна умов руху комбайну при збиранні врожаю у дуже широких межах (коефіцієнт μ у десять разів) викликає зміну нормованого середньоквадратичного відхилення потоку хлібної маси максимум на 15%.

Висновок. Увімкнення у коло зворотного зв'язку оптимального двоканального регулятора, параметри якого адаптуються до середньої урожайності поля, забезпечує стійкість замкненої системи керування та обмежує середньоквадратичне відхилення потоку хлібної маси на вході до молотарки величиною $5,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг/с}$ при середньоквадратичному відхиленні сигналу керування – кута нахилу шайби блоку циліндрів гідронасосу, що складає $3,48^\circ$, у найгірших умовах мінімальної урожайності і максимальної інтенсивності шуму датчиків.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Інформаційна технологія проектування системи автоматичної стабілізації потоку хлібної маси на вході до молотарки зернозбирального комбайну / С. І. Осадчий, Л. Г. Віхрова, В. М. Каліч, М. С. Мірошніченко // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. Вип. 5 (36). Ч. 2. С. 103–109.
2. Осадчий С. І. Автоматизація динамічного проектування оптимальних багатовимірних робастних систем стохастичної стабілізації / С. І. Осадчий // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник, випуск 40. ч.1. Кіровоград, 2010. С.25-34.
3. Сисолін П. В. Машини для збирання зернових культур методом обчислення колосків / П. В. Сисолін, С. М. Коваль, І. М. Іваненко. Кіровоград : КОД, 2010. 112 с.