

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ СИСТЕМИ З ДВОКАНАЛЬНИМ ТРАНСФОРМАТОРНИМ ГРАВІМЕТРОМ

При проведенні вимірювань завжди виникає перехідний процес, при якому сигнал на виході засобу вимірювання суттєво змінюється у часі із-за інерційних властивостей засобу вимірювання, які зумовлюють виникнення динамічної похибки [1,2].

В [1, 2] було отримано характеристичне рівняння системи з двоканальним трансформаторним гравіметром (ДТГ):

$$D(p) = T^2 p^2 + 2 \cdot \xi \cdot T \cdot p + (1 + K_{дтг}) = 100p^2 + 14p + (1 + 40) \quad (1)$$

Існує багато критеріїв стійкості, як аналітичних, так і графічних. Найпоширенішими є критерії Найквіста та Гурвіца. Оцінимо за цими критеріями стійкість системи ДТГ.

Критерій стійкості Гурвіца: для того щоб система автоматичного керування була стійка, необхідно і достатньо, щоб усі визначники Гурвіца мали знаки, однакові зі знаком старшого коефіцієнта характеристичного рівняння  $a_n$ , тобто при  $a_{n-1} > 0$  були додатними.

Таким чином, необхідною і достатньою умовою стійкості для системи другого порядку є додатність коефіцієнтів характеристичного рівняння. В нашій системі спостерігаємо наступне:

$$\begin{aligned} a_0 &= T^2 = 100 > 0, \\ a_1 &= 2 \cdot \xi \cdot T = 14 > 0, \\ a_2 &= 1 + K = 40 > 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Отже, за критерієм стійкості Гурвіца, система ДТГ є стійкою.

Передатна функція ДТГ по каналу ПСТ для вихідної напруги [1,2]:

$$W_{ер}(p) = \frac{K_{ер}}{T_1 p^2 + T_2 p + 1}, \quad (3)$$

де  $K_{ер}$  – статичний коефіцієнт передачі ДТГ  $T_1$  і  $T_2$  – коефіцієнти, що визначають постійні часу об'єкта другого порядку.

Для дослідження ДТГ на стійкість за критерієм Найквіста використаємо передатну функцію ДТГ:

$$W_{дтг}(p) = \frac{40}{100p^2 + 14p + 1}. \quad (4)$$

У рівність (4) підставимо  $p = j\omega$  та отримаємо частотну функцію передачі ДТГ:

$$W(j\omega) = \frac{40}{-100\omega^2 + 14j\omega + 1} = \frac{40(1 - 100\omega^2 + 14j\omega)}{(1 - 100\omega^2)^2 + j(-14\omega)^2} = X(\omega) + jY(\omega), \quad (5)$$

де  $X(\omega), Y(\omega)$  – дійсна та уявна частини частотної функції передачі ДТГ відповідно.

Виділимо із рівності (5) дійсну та уявну частину і знайдемо точку перетину амплітудно-фазової характеристики (АФХ) дійсну вісь  $X(\omega)$ :

$$\begin{cases} X(\omega) = \frac{40(1 - 100\omega^2)}{(1 - 100\omega^2)^2 + j(-14\omega)^2}; \\ Y(\omega) = \frac{40 \cdot 14\omega}{(1 - 100\omega^2)^2 + j(-14\omega)^2}; \\ X(0) = 40. \end{cases} \quad (6)$$

На основі розрахованих даних будемо АФХ (рис.1) в програмному середовищі MatLab (годограф Найквіста).

Для того, щоб система ДТГ була стійкою необхідно та достатньо, щоб годограф Найквіста не охоплював точку з координатами  $(-1; j0)$ . Як бачимо з рисунка, точка не охоплена, отже, система ДТГ стійка.

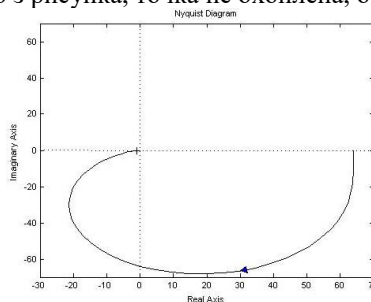


Рисунок 1 – Амплітудно-фазова характеристика ДТГ

### Список використаних літературних джерел

1. Безвесільна, О. М. Авіаційні гравіметричні системи і гравіметри [Текст] / О. М. Безвесільна. – Житомир: ЖДТУ, 2007. – 604 с.
2. Безвесільна, О. М. Перетворювачі фізичних величин. Технічні засоби автоматизації / Підручник з грифом ЖДТУ. НПО «Пріорітети»: К. 2019 – 809 с.