

**В.С. Ловейкін, проф., д-р техн. наук, Ю.В. Човнюк, доц., канд. техн. наук,
Ю.О. Ромасевич асп.**

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Оптимізація параметрів релейної мехатронної системи автоматичного регулювання технологічних процесів сільськогосподарського виробництва

Здійснена оптимізація параметрів релейної мехатронної системи автоматичного регулювання технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.
оптимізація, мехатронна система, релейні пристрої

Постановка проблеми.

Релейні пристрої автоматичного регулювання, до складу котрих зараз входять пристрої, блоки мехатронного типу, відрізняючись простотою і непоганими якісними показниками, широко використовуються при управлінні технологічними процесами сільськогосподарського виробництва, зокрема переміщення кранового візка, або роздавача кормів на свинофермі тощо. Подібна система включає давач, який перетворює технологічний параметр у напругу, підсилювач, який підсилює сигнал давача до величини, достатньої для запуску через релейний елемент виконавчого елемента, котрий управляє параметром, замикаючи зворотній зв'язок.

При проектуванні системи регулювання виникає задача забезпечення оптимальних значень показників якості системи, у тому числі точності і швидкодії, котрі суттєво обмежені зоною нечутливості реле та коливними властивостями процесу. Дослідження зв'язку між цими показниками і конструктивними параметрами елементів системи – інерційністю, номінальною швидкістю і початковими значеннями керуючого параметру – дозволять знайти умови, які накладаються на параметри, котрі забезпечать задані значення точності та оптимальної швидкодії системи.

Аналіз публікацій по темі дослідження.

Теорія систем автоматичного регулювання (САР) ґрунтовно викладена у [2], а розрахунку і проектуванню автоматичних систем з нелінійними динамічними ланцюгами присвячена робота [1]. Проте авторам даної роботи не вдалося відшукати подібної публікації, яка була б присвячена оптимізації параметрів релейної мехатронної системи автоматичного регулювання (САР) технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.

Мета даної роботи полягає у встановленні й оптимізації параметрів релейної мехатронної системи автоматичного регулювання (САР) технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.

Виклад основного матеріалу.

Аналіз точності і швидкодії управління САР сільськогосподарського виробництва в цілому, САР його основних технологічних процесів при використанні мехатронних пристроїв може бути виконаний шляхом побудови фазової траєкторії руху робочої точки, що визначається координатами x та y , де x – керована величина, яка

визначає значення параметру технологічного процесу сільськогосподарського виробництва; y – швидкість зміни параметру (тобто $y \equiv \dot{x} = \frac{dx}{dt}$, де t - час).

При використанні у мехатронному блоці САР швидкодіючого давача, електронного підсилувача та релейного елемента, який складається з електронного порогового пристрою і швидкодіючого електромагнітного реле, можна врахувати тільки інерційність виконавчого елемента, включаючи, наприклад, електродвигун, редуктор та інші механічні пристрої, які забезпечують закріплення робочого органу та передачу йому руху від вала двигуна. Тоді залежність керованої величини x від часу може бути знайдена з наступної системи диференціальних рівнянь:

$$T \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{dx}{dt} = -k, \quad \text{при } x \geq \Delta x; \quad (1)$$

$$T \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{dx}{dt} = 0, \quad \text{при } -\Delta x < x < \Delta x; \quad (2)$$

$$T \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{dx}{dt} = k, \quad \text{при } x < -\Delta x, \quad (3)$$

де Δx - зона нечутливості релейного елемента;

T – постійна часу виконавчого елемента;

k – номінальна швидкість зміни керованого параметру.

Вважаючи, що рух починається з точки x , отримаємо опис початкової ділянки фазової траєкторії виразом, отриманим на основі розв'язку рівняння (1):

$$x = x_0 - Tk \ln k + Tk \ln(k + y) - Ty, \quad (4)$$

або

$$x = x_0 + Tk \ln\left(\frac{k + y}{k}\right) - Ty, \quad (5)$$

де $x|_{t=0} = x_0$.

Поділимо всі члени (5) рівняння на Tk й введемо нові змінні (безрозмірні):

$$\frac{x}{Tk} = \frac{x_0}{Tk} + \ln\left(1 + \frac{y}{k}\right) - \frac{y}{k}; \quad \frac{x}{Tk} = \bar{x}; \quad \frac{x_0}{Tk} = \bar{x}_0; \quad \frac{y}{k} = \bar{y}. \quad (6)$$

Тоді рівняння у (6) можна подати так:

$$\bar{x} = \bar{x}_0 + \ln(1 + \bar{y}) - \bar{y}. \quad (7)$$

Можна у подальшому вважати, що у момент підходу робочої точки до зони нечутливості релейного елемента, тобто при $\bar{x} = \Delta \bar{x} = \frac{\Delta k}{T}$, робочий орган рухається з номінальною швидкістю, наприклад, двигун здійснює розгін майже до номінальної швидкості, тоді, враховуючи, що $\bar{x}_0 \gg \Delta \bar{x}$, швидкість $\bar{y} \approx 1$ і більш точно може бути знайдена з виразу:

$$\bar{y} = e^{-\bar{x}_0} - 1. \quad (8)$$

Продовженням фазової траєкторії буде пряма, що описується знайденим з рівняння (2) при постійній інтегрування $C = \Delta \bar{x} + e^{-\bar{x}_0} - 1$ виразом:

$$\bar{x} = \Delta \bar{x} + (e^{-\bar{x}_0} - 1) - \bar{y}. \quad (9)$$

Оптимальні параметри елементів САР повинні забезпечувати рух робочої точки на такій фазовій траєкторії, коли відсутній „зайвий” рух, викликаний додатковими коливаннями навколо області рівноваги, що визначається зоною чутливості. Такі

коливання будуть відсутні, якщо фазова траєкторія буде закінчуватись при виконанні умови:

$$\bar{y} \text{ на інтервалі } -\Delta\bar{x} < \bar{x} < \Delta\bar{x}, \quad (10)$$

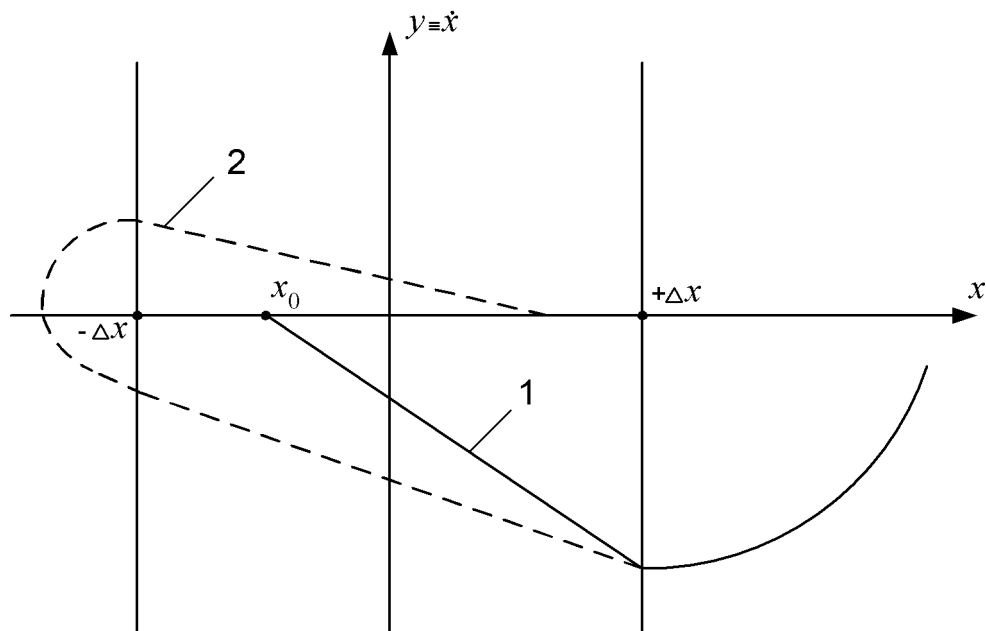
або як випливає з виразу (9), якщо:

$$(e^{-\bar{x}_0} - 1) < 2 \Delta\bar{x}. \quad (11)$$

У розмірних змінних задачі вираз (11) набуває вигляду:

$$kT(e^{-\frac{x_0}{kT}} - 1) < 2 \Delta x. \quad (12)$$

На рис. 1 зображена фазова траєкторія робочої точки (крива 1) при виконанні умови (12) й одна з можливих траєкторій, яка відрізняється найменшою кількістю додаткових коливань (крива 2), для котрих умова (12) не виконується.



1 – траєкторія на якій виконується (12);

2 – траєкторія, якій притаманні коливання навколо положення рівноваги

Рисунок 1 - Фазові траєкторії робочої точки

Висновки

1. Умова (12) при такому масштабі відліку часу чи мірі оцінки керованого параметру технологічного процесу сільськогосподарського виробництва, коли номінальна швидкість зміни керованого параметру дорівнює k , визначає основні вимоги до САР, у тому числі інерційність, номінальну швидкість і номінальне значення керованого параметру. При цьому будуть забезпечені оптимальні швидкодія і точність установки параметра.

2. Отримані у роботі результати можуть бути у подальшому використані для уточнення й вдосконалення існуючих інженерних методів розрахунку САР з мехатронними пристроями, які використовуються для управління та контролю технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.

Список літератури

1. Зельченко В.Я., Шаров С.Н. Расчет и проектирование автоматических систем с нелинейными динамическими звеньями. – Л.: 1986. – 174 с.
2. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – М.: 1975. – 767 с.

В. Ловеikin, Ю. Човнюк, Ю. Ромасевич

Оптимизация параметров релейной мехатронной системы автоматической регуляции технологических процессов сельскохозяйственного производства

Осуществлена оптимизация параметров релейной мехатронной системы автоматического регулирования технологических процессов сельскохозяйственного производства.

V. Loveykin, Y. Chovnyuk, Y. Romasevich

Optimization of parameters of the relay mechatronical system of automatic control of technological processes of agricultural production

Realized optimization parameter relay-type mechatronic systems of the automatic regulation of the technological processes agricultural production.

Одержано 03.09.09