

# СИНТЕЗ КОРЕГУЮЧОГО ПРИСТРОЮ СЛІДКУЮЧОГО ПРИВОДУ З ВРАХУВАННЯМ ГІСТЕРЕЗИСНОЇ НЕЛІНІЙНОСТІ В КОНТУРІ УПРАВЛІННЯ

*Кудін В.Ф., д.т.н., проф.; Худенко В.В., студент.*

В даній роботі буде розглянутий слідкуючий електропривод автоматизованої системи дозування ваги рідкого металу. Найбільш широке використання даний електропривод здобув в ливарній промисловості, а саме в магнітодинамічних насосах рідкого металу, для контролю ваги відлитої дози металу в форму.

В загальному випадку слідкуючий електропривод ваговимірювальної системи представляє собою нуль-балансну схему, що складається з датчика положення, що формує вхідний сигнал, підсилювача, електродвигуна, який відпрацьовує цей сигнал, редуктора та зворотного зв'язку за положенням, що включає профільоване лекало та компенсаційний перетворювач.

Основною вимогою до даного приводу згідно технологічного процесу є відпрацювання заданих значень часу та перерегулювання перехідного процесу, які повинні забезпечувати високу точність дозування та кількість відлитої дози металу в годину.

Значний вплив на роботу приводу має редуктор, який визначає наявність нелінійної ланки з гістерезисною характеристикою у контурі управління. Він робить систему значною мірою нелінійною, що в свою чергу значно погіршує динаміку слідкуючого приводу, а тому ускладнюється синтез корегуючого пристрою.

Для синтезу корегуючого пристрою методом ЛАХ була використана методика, викладена у монографії [1].

Згідно цієї методики гістерезисну не лінійність (люфт) замінюють на аперіодичну ланку першого порядку зі змінними коефіцієнтом підсилення  $k$  та сталою часу  $T$ , які є функціями коефіцієнтів гармонічної лінеаризації  $q(a)$  і  $q'(a)$ , тобто по суті функціями частоти і амплітуди коливань системи.

При досліджуванні достатньо коливальних процесів (коли коливання затухають за 2-3 і більше періодів) передаточна функція гармонічно лінеаризованої ланки визначається співвідношенням:

$$W(p) = \frac{k(a)}{T(a)p + 1},$$

де  $k(a) = \frac{q(a)^2 + q'(a)^2}{q(a)}, \quad T(a) = \frac{1}{\omega} \frac{q'(a)}{q(a)}$

Була побудована структурна схема слідкуючого електроприводу з цифровим регулятором положення. Визначена передаточна функція об'єкту керування у склад якої входять змінні параметри редуктора:

$$W_0(p) = \frac{k_i k_{\text{ea}} k_{\delta}}{T_i T_{\delta} p^3 + (T_i + T_{\delta}) p^2 + p + k_i k_{\text{ea}} k_{\delta} k_{\epsilon} k_{\text{ei}}}$$

Були визначені та побудовані залежності коефіцієнта підсилення  $k$  та сталої часу  $T$  редуктора від амплітуди затухаючих автоколивань і проведена їх ступінчата лінеаризація у вигляді трьох сходинок. Для значень котрих розраховані три передаточних функції об'єкту.

Для спрощення задачі синтезу його спочатку було проведено для безперервної системи, а потім за допомогою відомого перетворення по методу Боксера – Тайлера був зроблений перехід від безперервної передаточної функції корегуючого пристрою до дискретної [2].

З поміж трьох отриманих ЛАХ і ЛФХ регуляторів для різних параметрів редуктора, вибрано такий регулятор, ЛФХ якого охоплює ЛФХ двох інших, а значить досить точно описує динаміку і статичні характеристики усієї скорегованої системи вцілому при наявності гістерезисної нелінійності.

По виду ЛАХ визначено безперервну передаточну функцію регулятора і зроблено перехід до дискретної.

Визначений такт квантування за теоремою Котельникова-Шеннона та складене різницеве рівняння корекції, що програмно реалізується в цифровому регуляторі.

Визначені запаси стійкості по амплітуді й частоті, що склали 90 градусів по фазі і 25 Дб по амплітуді.

Зроблено дослідження динаміки замкнутого слідкуючого привода з синтезованим регулятором методом цифрового моделювання на ЕОМ із застосуванням пакета MATLAB.

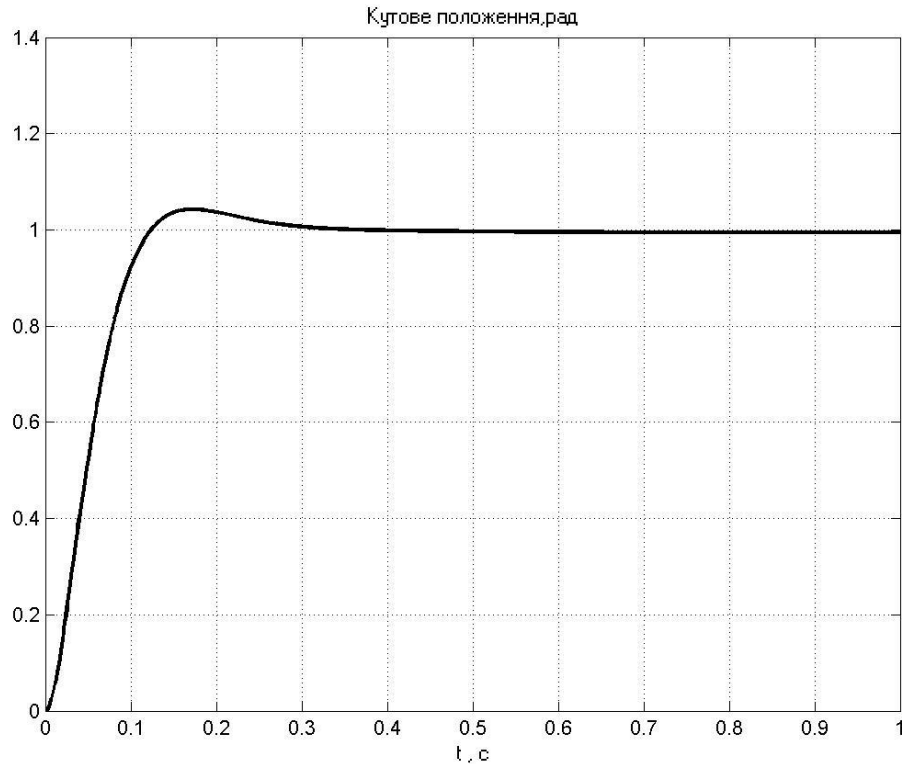


Рис. 1 Реакція замкнутої системи із цифровим регулятором положення на одиничний східчастий сигнал

Параметри якості перехідних процесів по положенню при реакції на східчастий вплив й імпульс відповідають припустимим відповідно до завдання.

## Література

1. Методы исследования нелинейных систем автоматического управления / Под ред. Р.А.Нелепина. - М.: Наука, 1975.
2. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. - К.: Либідь, 1997.