



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 102675

(13) U

(51) МПК

F15B 9/03 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 05112**

(22) Дата подання заявки: **25.05.2015**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.11.2015**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.11.2015, Бюл.№ 21**

(72) Винахідник(и):

**Канюк Геннадій Іванович (UA),  
Мельников В'ячеслав Євгенович (UA),  
Бабенко Ігор Анатолійович (UA),  
Козлова Марина Леонідівна (UA)**

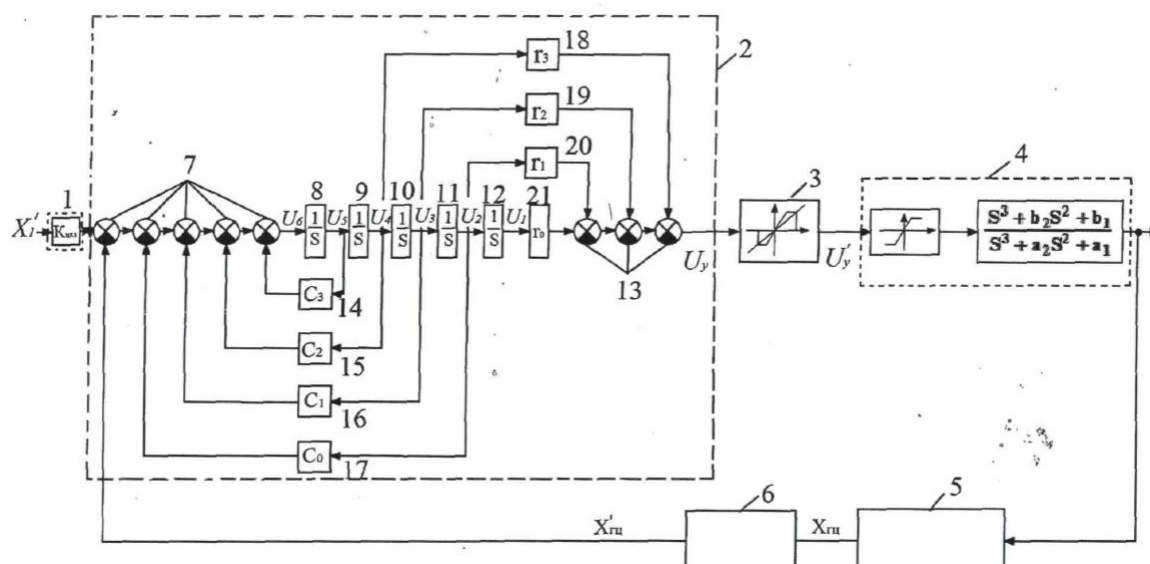
(73) Власник(и):

**УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА  
АКАДЕМІЯ,  
вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003  
(UA)**

## (54) ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИЙ СЛІДКУЮЧИЙ ПРИВІД З АСТАТИЧНИМ ЕЛЕКТРОННИМ РЕГУЛЯТОРОМ

(57) Реферат:

Електрогідравлічний слідкуючий привід з астатичним електронним регулятором містить послідовно з'єднані задавач, електронний регулятор, сервоклапан, гідравлічний двигун та датчик зворотного зв'язку. У схему між електронним регулятором та об'єктом керування введено додатковий електронний корегуючий пристрій та після датчику зворотного зв'язку введено блок корекції показників датчика зворотного зв'язку.



UA 102675 U



Корисна модель належить до сфери гідроавтоматики і може бути використана в машинах і механізмах, де необхідно точне регулювання положення робочого органу.

У теперішній час в швидкодіючих прецизійних електрогідравлічних слідкуючих приводах (ЕГСП) використовуються електронні регулятори, побудовані на принципах модального керування за параметрами стану [1].

Такі регулятори забезпечують максимальну компенсацію динамічних похибок і, відповідно, високі характеристики швидкодії. Недоліком таких систем є те, що в них відсутня компенсація статичних похибок, обумовлених систематичними похибками датчиків зворотного зв'язку і статичними нелінійними характеристиками об'єктів керування (сухе тертя, нечутливість, люфти та ін.).

Відомим є електрогідравлічний слідкуючий привід (ЕГСП) [2], що містить послідовно з'єднані задавач, електронний регулятор, сервоклапан і датчик зворотного зв'язку, введена структура електронного регулятора, яка включає послідовно з'єднані суматор з п'ятьма входами, п'ять інтеграторів, суматор з чотирма входами, а також вісім пропорційних елементів, за допомогою яких організовано чотири негативних зворотних зв'язків - від перших чотирьох інтеграторів на суматор з п'ятьма входами і чотири позитивних прямих зв'язків - від другого, третього, четвертого і п'ятого інтеграторів на суматор з чотирма входами.

Але основними недоліками розглянутого електрогідравлічного слідкуючого приводу є похибки, обумовлені статичними нелінійними характеристиками та малий запас стійкості системи.

Наведений регулятор не повністю компенсує статичні помилки, обумовлені внутрішніми і зовнішніми витоками, перетіканнями робочої рідини.

Разом з тим відомо, що методи синтезу регуляторів, засновані на вирішенні зворотних задач динаміки об'єктів управління можуть забезпечити максимальну точність (у тому числі - потрібний порядок астатизму) і швидкодію динамічних систем [3].

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення електрогідравлічного слідкуючого приводу, у якому введення нових конструктивних елементів та зв'язків забезпечить підвищення точності, швидкодії, надійності та зменшення системних похибок.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому електрогідравлічному слідкуючому приводі, що містить послідовно з'єднані задавач, електронний регулятор, що містить послідовно з'єднані суматор з п'ятьма входами, п'ять інтеграторів, суматор з чотирма входами, а також вісім пропорційних елементів, за допомогою яких організовано чотири негативних зворотних зв'язків - від перших чотирьох інтеграторів на суматор з п'ятьма входами і чотири позитивних прямих зв'язків - від другого, третього, четвертого і п'ятого інтеграторів на суматор з чотирма входами, блок задання змінного коефіцієнта посилення, а також блок корекції датчика зворотного зв'язку, сервоклапан та гідравлічний двигун, датчик зворотного зв'язку, введено у схему між електронним регулятором та об'єктом керування додатковий електронний корегуючий пристрій та після датчика зворотного зв'язку блок корекції показників датчика зворотного зв'язку.

Це дає змогу істотно підвищити статичну точність, швидкодію і надійність автоматизованих електрогідравлічних слідкуючих систем, а також зменшити дороговизну електронних регуляторів.

На кресленні зображена структурна схема електрогідравлічного слідкуючого приводу з астатичним електронним регулятором.

Електрогідравлічний слідкуючий привід з астатичним електронним регулятором складається з послідовно з'єднаного задавача 1, електронного регулятора 2, блока надання змінного коефіцієнта посилення 3, сервоклапана та гідравлічного двигуна 4, датчика зворотного зв'язку 5 та блока корекції показників датчика зворотного зв'язку 6. Електронний регулятор 2 включає послідовно з'єднані суматор 7 з п'ятьма входами, п'ять інтеграторів (8, 9, 10, 11, 12), суматор 13 з чотирма входами, а також вісім пропорційних (масштабних елементів 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21) - за допомогою яких організовано чотири негативних зворотних зв'язків (масштабні елементи 14, 15, 16, 17) і чотири позитивні зв'язки (масштабні елементи 18, 19, 20, 21).

Запропонований електрогідравлічний слідкуючий привід працює таким чином: задана програма роботи, сформована у задавачі 1 у вигляді задавань послідовності електронних сигналів, проходить через електронний регулятор 2, де формується закон управління (1) на основі розв'язання оберненої задачі динаміки об'єкта управління. Сигнал надходить на додатковий електронний корегуючий пристрій, який забезпечить реалізацію змінного коефіцієнта підсилення контуру керування, а саме: високий (дво- та трикратний від номінального) коефіцієнт підсилення у діапазоні малих зміщень об'єкта від номінального положення з метою компенсації похибок, обумовлених статичними нелінійними характеристиками (нечутливість елементів, сухе тертя, люфти та ін.); нульовий коефіцієнт

підсилення (горизонтальна ділянка), що забезпечує плавний перехід до номінальних значень коефіцієнта підсилення і збереження за рахунок цього запасів стійкості системи; і, нарешті, номінальний (розрахований для основних режимів роботи) коефіцієнт підсилення, що забезпечує потрібні характеристики швидкодії приводу. Сформований таким чином керуючий

сигнал подається на електричний вхід сервоклапана (електрогідравлічного підсилювача), який забезпечує запрограмований рух гідравлічного двигуна 4, поєднаного з об'єктом управління.

Цей рух фіксується датчиком зворотного зв'язку (положення робочого органу гідравлічного двигуна) 5, сигнал від якого подається до блока корекції датчика зворотного зв'язку, а потім в електронний регулятор 2 (головний негативний зворотний зв'язок).

При цьому алгоритм управління універсального астатичного регулятора електрогідравлічного слідкуючого приводу, який має третій динамічний порядок [1] (тобто, включаючи три диференціальних рівняння першого порядку) може бути представлений в канонічних змінних наступним чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} i'_1 = i_2, \\ i'_2 = i_3, \\ i'_3 = i_4, \\ i'_4 = i_5, \\ i'_5 = -C_0 i_2 - C_2 i_4 - C_3 i_5 + \varepsilon, \\ U_y(t) = r_0 i_1 + r_1 i_2 + r_2 i_3 + r_3 i_4, \end{array} \right. \quad (1)$$

де:  $i'_{1-5}$  та  $i_{1-5}$  - значення складових керуючого сигнала;

$C_{0-3}$  та  $r_{0-3}$  - коефіцієнти регулятора;

$U_y$  - керуюча напруга.

Система (1) формує відповідний закон управління електрогідравлічного слідкуючого приводу на основі розв'язання оберненої задачі динаміки і забезпечує потрібний порядок астатизму (точності) системи.

Електрогідравлічний слідкуючий привід з електронним регулятором, структура якого відповідає закону управління (1) наведені на кресленні.

Використання запропонованого ЕГСП дозволяє, у порівнянні з існуючими аналогами, суттєво підвищити статичну точність автоматизованих електрогідравлічних слідкуючих систем.

Теоретичні і експериментальні дослідження довели, що статична помилка системи з синтезованим регулятором дорівнює нулю, незважаючи на наявність перетоків робочої рідини у сервомоторі. Наявність 1 % внутрішніх перетоків обумовлює статичну помилку регулювання положення сервомотора до 0,1 %. Таким чином, запропонований регулятор робить систему регулювання астатичною і дозволяє підвищити її точність на 0.1 %.

Джерела інформації:

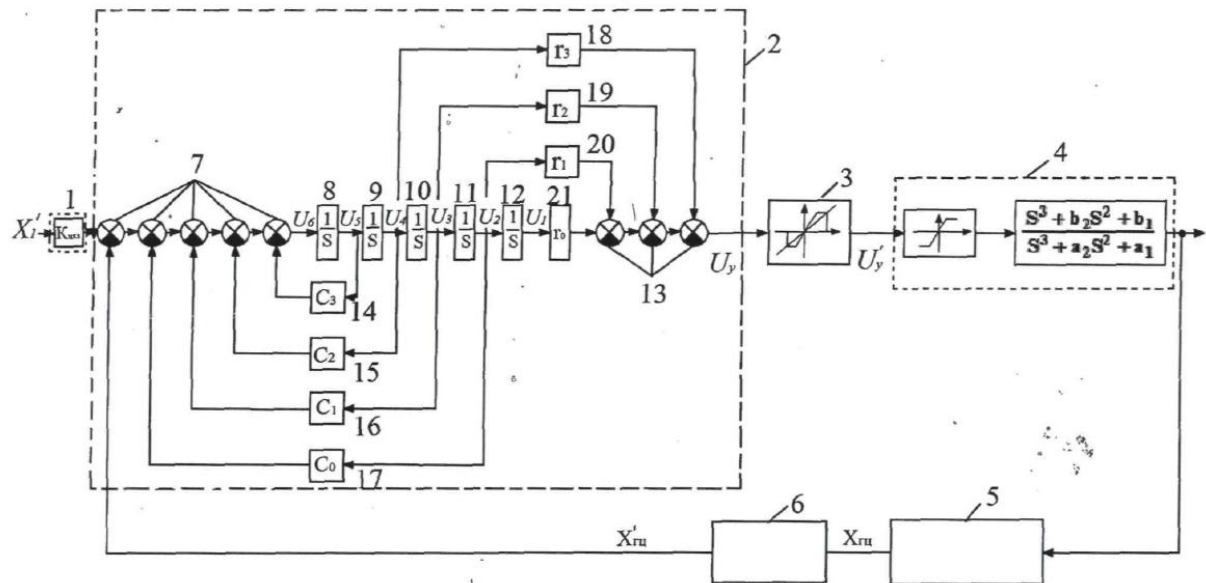
1. Патент № 1779808 Російської Федерації МПК4Р15В9 / 03.

2. База патентів України: авторське свідоцтво № 61432 Електрогідравлічний слідкуючий привід з астатичним електронним регулятором, F15B 9/03, Бюл. № 14, 2011 р.

3. Крутько П.Д. Зворотні задачі динаміки керованих систем: нелінійні моделі / Крутько П.Д. - М.: Наука, 1988. - 328 с.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Електрогідравлічний слідкуючий привід з астатичним електронним регулятором, що містить послідовно з'єднані задавач, електронний регулятор, сервоклапан, гідравлічний двигун та датчик зворотного зв'язку, який **відрізняється** тим, що у схему між електронним регулятором та об'єктом керування введено додатковий електронний корегуючий пристрій та після датчика зворотного зв'язку введено блок корекції показників датчика зворотного зв'язку.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601