

О. О. Кравчук
Л. Г. Козлов
Н. С. Семічаснова
А. О. Товкач

ПРОГРАМНЕ КЕРУВАННЯ МЕХАТРОННИМ ГІДРОПРИВОДОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі наведено схему механотронного гідропривода. Механотронний гідропривод включає регульований насос, гідроциліндр, розподільник та контролер. Розроблено програму для контролера, що забезпечує керування гідроприводом. Контролер формує необхідний закон зміни зусилля на гідроциліндрі.

Ключові слова: механотронний гідропривод, регульований насос, контролер, програмне керування.

Annotation

In the paper induced scheme mechanotron hydraulic drive. The mechanotron hydraulic drive includes a regulated pump, a hydraulic cylinder, a directional valve and a controller. The program for controller, which provides hydraulic drive control, is developed. The controller forms the necessary law to change the force on the hydraulic cylinder.

Key words: mechanotron hydraulic drive, regulated pump, controller, software control.

Вступ

Застосування контролерів в гідроприводах машин різного призначення дозволяє суттєво розширити їх функціональні можливості:

- забезпечити регулювання швидкості руху;
- пропорційність керування положенням робочих органів;
- зміну зусиль на гідродвигунах за необхідним законом;
- зменшити непродуктивні втрати потужності;
- автоматизувати робочі цикли.

Перехід на гідроприводи, що включають систему керування на основі вільно програмованих контролерів є стійкою тенденцією в розвитку сучасних технологічних і мобільних машин. Такі гідроприводи можна віднести до класу механотронних, оскільки в них тісно інтегровані механічна та гідравлічна частини, а також система керування на основі електронних пристроїв та відповідне програмне забезпечення.

Основна частина

На рис. 1 представлено схему механотронного гідроприводу, який забезпечує програмне керування зусилля на штоці гідроциліндра. Такий гідропривід може застосовуватись в пресах різного призначення.

Гідропривод включає регульований насос 1, гідророзподільник 2, гідроциліндр 3 та контролер 4. Контролер 4 через підсилювач 5 керує електромагнітом 6, який з'єднаний з сервоклапаном 7 регулятора насоса 19. Регулятор 19 насосу 1 включає також золотник 8 з пружиною 9 зв'язаний через гідролінію керування 20 з гідророзподільником 2, через дросель 14 з баком та через дросель 15 з сервоциліндром 11. Сервоциліндр 11 керує положенням планшайби 13 насосу 1, на яку діє також сервоциліндр 12 підключений до виходу насосу 1. Контролер 4 через підсилювачі 17 та 18 керує гідророзподільником 2 з електромагнітним керуванням.

Працює механотронний гідропривід таким чином. При подачі сигнал $i_{p2} = \max u_{p1} = 0$ від контролера 4 гідророзподільник 2 переключається в позицію "а". Робоча рідина від насосу 1 через гідророзподільник поступає до гідроциліндра 16, приводячи його до руху. Шток гідроциліндра контактує через пуансон з заготовкою. Злив робочої рідини від гідроциліндра 3 забезпечується через гідророзподільник 2 в бак. Одночасно контролер 4 через підсилювач 5 подає сигнал на електромагніт

6, який діє на сервоклапан 7. До сервоклапана 7 по гідролінії 20, через дросель 16 поступає робоча рідина з камери на вході гідроциліндра 3. При цьому сервоклапан 7 буде створювати тиск p_x величина якого буде залежати від величини сигналу u_{m1} , який генерується контролером 4. Тиск p_c на вході в гідроциліндр, який визначає зусилля N на штоці 16 гідроциліндра 3 буде пропорційним величині тиску p_x в сервоклапані 7. Таким чином задаючи величину та закон зміни сигналу u_m , що подається контролером 4 можливо керувати величиною і законом зміни тиску p_c на вході в гідроциліндр 3, а відповідно і зусиллям N в зоні обробки. При цьому золотник 8 розподіляє частину подачі насосу Q_n , таким чином що вона поступає через дросель 15 до сервоциліндра 11 і через дросель 14 в бак. Планшайба 13 насосу 1 під дією сервоциліндрів 11 та 12 буде повертатись на певний кут γ . Кут γ буде визначати подачу насосу Q_n , таким чином що вона буде покривати витрату Q_{c1} , що поступає до гідроциліндра 3 та витрату Q_{p1} , що поступає до регулятора 19. Змінюючи напругу u_m , що подається контролером 4 на електромагніт 6 регулятора насосу 1 можна забезпечувати необхідний закон зміни зусилля на штоці гідроциліндра 3. При подачі сигналів $u_{p2}=0$, $u_{p1}=\max$ на гідророзподільник 2, він переключасться в позицію "с" і шток гідроциліндра 3 повертається у вихідне положення.

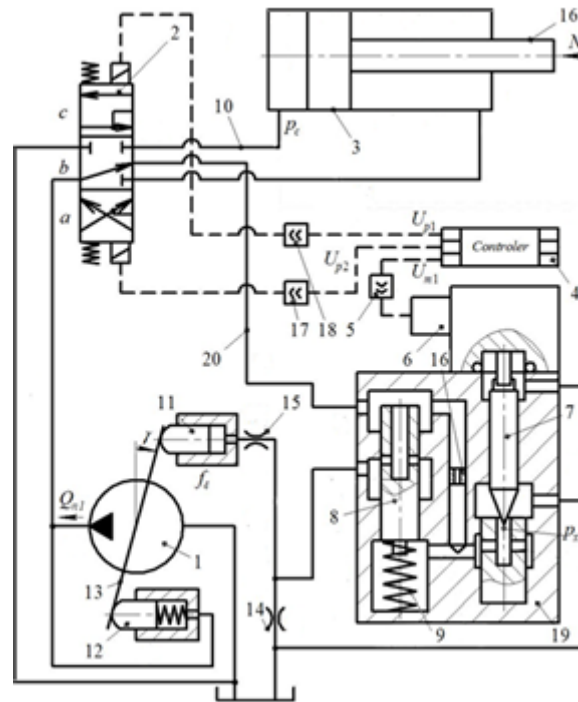


Рис. 1. Схема механотронного гідроприводу з програмним керуванням

На рис. 2 представлено закон зміни зусилля N на штоці гідроциліндра 3, який необхідно забезпечити при обробці.

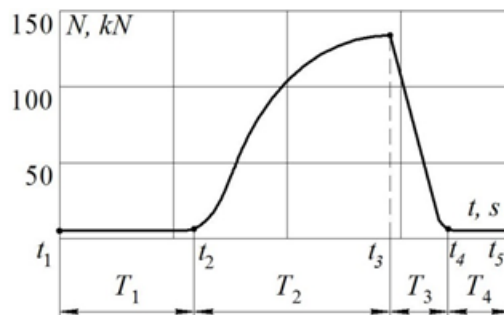


Рис. 2. Закон зміни зусилля на штоці гідроциліндра

Нижче наведено програму для керування механотронним гідروприводом при необхідності забезпечити на штоці гідроциліндра закон зміни зусилля, представлений на рис. 2. Програма написана на мові IDE і реалізується контролером ATmega 2560.

```
int out9 = 9;
int rozpA = 8;
int rozpC = 7;
int butt = 12;
int led = 13;

void setup() {
  pinMode(out9, OUTPUT);
  pinMode(rozpA, OUTPUT);
  pinMode(rozpC, OUTPUT);
  pinMode(butt, INPUT_PULLUP);
  pinMode(led, OUTPUT);
}

byte level;
float a, Flevel;

void loop() {

  if (digitalRead(butt) == HIGH) {
    digitalWrite(led, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(led, LOW);
    delay(200);
  }

  else {

    digitalWrite(led, HIGH);

    digitalWrite(rozpA, HIGH);
    level = 25;
    analogWrite(out9, level);
    delay(6000);

    a = 3.2;
    while (level < 81)
    {
      Flevel = exp(a);
      a = a + 0.03;
      level = Flevel;
      analogWrite(out9, level);
      delay(50);
    }

    a = 7;
    while (level <= 254)
    {
      Flevel = (log10(a)) * 100;
      a = a + 0.62;
      level = Flevel;
    }
  }
}
```

```

    analogWrite(out9, level);
    delay(50);
}

while (level > 25)
{
    Flevel = Flevel - 1.9;
    level = Flevel;
    analogWrite(out9, level);
    delay(50);
}
digitalWrite(rozpA, LOW);
digitalWrite(rozpC, HIGH);
delay(6000);
level = 0;
analogWrite(out9, level);
digitalWrite(rozpC, LOW);
delay(6000);
}
}

```

В першому блоці програми визначаються змінні та їх піни на контролері, а саме піни для управління розподільником, насосом, та вхід для кнопки запуску.

В другому блоці void setup() визначаються режими роботи пінів (портів), вхід або вихід.

Після чого визначаються змінні для роботи програми, а саме:

level – рівень скважності ШІМ сигналу, рівень від 0 до 255.

a – службова змінна, для обрахунків.

Flevel – змінна, яка буде обчислюватись в ході роботи, і після чого буде присвоюватись змінній level.

При включенні контролера, програма відразу не запускається, а очікує натиснення кнопки butt, в цей час поки кнопка не буде натиснута, буде мигати вмонтований світлодіод на платформі. Як тільки кнопка буде натиснута, запускається програма.

Спочатку платформа перемикає розподільник в положення А, та очікує 6 сек. Так як потрібно отримати сигнал не лінійний, в даній програмі використовуються математичні функції, а саме експонента та логарифм.

В програмі використовуються цикли, в першому циклі обчислюється експонента від числа a, після чого результат присвоюється змінній level, а до змінної a додається певне число, потім за допомогою команди analogWrite присвоюється рівень скважності сигналу на виході платформи. Цикл працює поки значення змінної level не стане більше 81.

В другому циклі значення level продовжується з 81 вже за допомогою логарифма, алгоритм такий же самий, але в даному випадку цикл працює поки не буде досягнуто максимальне значення змінної level.

Після того як значення змінної level стало більше ніж 254, запускається третій цикл, він же в свою чергу лінійно зменшує змінну level до значення 25. Після чого платформа перемикає розподільник в положення С, очікує 6 сек, та завершує свою роботу, а саме перемикає розподільник в положення В, та знижує рівень сигналу до 0 і чекає ще 6 секунд.

Після того як всю програму виконано, контролер починає роботу заново, а саме з очікування натиснення кнопки запуску.

Висновок

Запропонована схема мехнотронного гідропривода забезпечує пропорційне зусилля на штоці гідроциліндра при пресуванні. Закон зміни зусилля змінюється програмою за рахунок застосування контролера з аналоговим виходом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богачук В. В. Мехатронна гідросистема на базі регульованого насоса аксіально-плунжерного типу / Козлов Л. Г., Богачук В. В., Товкач А. О. // Гідро- та пневмоприводи машин – сучасні досягнення та застосування : міжнародна науково-технічна інтернет-конференція, 22 грудня 2014 р. : збірник тез доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С. 86-87
2. Богачук В. В. Оптимізація конструктивних параметрів мехатронного гідропривода з насосом змінного робочого об'єму / Козлов Л. Г., Богачук В. В., Товкач А. О. // Вісник НТУУ "КПІ" серія Машинобудування. – м. Київ : НТУУ "КПІ", 2016. – № 78

Кравчук Олександр Олександрович – студент групи ІПМ-18мс, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: skypro5411@gmail.com ;

Козлов Леонід Геннадійович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: osna2030@gmail.com;

Семічаснова Наталія Степанівна – старший викладач, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: semichasnova79@gmail.com ;

Товкач Артем Олегович – інженер, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tovkacho@gmail.com .

Kravchuk Olexandr O. – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: skypro5411@gmail.com ;

Kozlov Leonid G. – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: osna2030@gmail.com;

Semichasnova Natalia S. – senior lecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semichasnova79@gmail.com ;

Tovkach Artem O. – engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tovkacho@gmail.com .