

Плужник А.С., магістр
a.s.pluzhnyk@student.khai.edu
Белявський О.В., ст. викладач
o.bieliavskiyi@khai.edu
Косенко О.В., асистент
o.kosenko@khai.edu

ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗПОДІЛЬЧИХ ГІДРОАПАРАТІВ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Метою роботи є вдосконалення алгоритмів керування розподільчим гідравлічним обладнанням за умов поліпшення його динамічних характеристик у колі гідравлічної технічної системи (ТС).

Актуальність роботи визначається необхідністю розробки вдосконалених промислових систем та алгоритмів керування роботомеханічним обладнанням на основі стандартизованих мікропроцесорних пристроїв, а саме, на основі програмованих логічних контролерів (ПЛК).

Розгляду запропоновано систему управління циклом гідравлічного виконавчого маніпулятора, що використовується при автоматизації прямолінійних рухів робочого органу промислового робота з постійною, але різною швидкістю пересування або довжиною шляху у рамках стендового дослідження властивостей гідроапаратури.

Досвід використання гідравлічної розподільчої апаратури свідчить про нестабільність її роботи за параметрами якості робочої рідини. Саме ці параметри через зміну властивостей робочої рідини найбільш суттєво впливають на динамічні властивості гідророзподілювачей. Зокрема, змінюється час затримки вмикання пристрою.

Електромагнітну силу, яка потрібна для вмикання гідравлічного розподілювача можна визначити за співвідношенням [1]:

$$F_{em} = C_{em} \cdot I = F_{тр} + m \cdot \frac{d^2 h}{dt^2} + f \cdot \frac{dh}{dt} + c \cdot h$$

де, c – коефіцієнт пружності зворотної пружини;

$c \cdot h$ – зусилля стискання пружини розподілювача;

f – коефіцієнт в'язкого тертя золотника розподілювача;

m – маса золотника;

h – лінійне переміщення золотника;

C_{em} – електрична постійна електромагнітної котушки розподілювача;

I – номінальний струм котушки;

$F_{тр}$ – сила тертя спокою.

Динамічні характеристики такої технічної системи (тобто перехідний процес, перегулювання та час встановлення), що пов'язують собою координати I та h , можна встановити за рівняннями коливальної ланки, що поводить себе в часі як коло ударного збудження, для забезпечення роботи якого потрібне виконання умови $F_{em} > F_{тр} + c \cdot h$. Але виконання цієї умови залежить від параметрів робочої рідини, а саме від її температури (тобто густини). Якщо остання умова не виконується, то виникає неконтрольована затримка вмикання розподілювача, що може призвести до небажаних, або й фатальних наслідків. Для вирішення проблеми, може бути запропонований режим форсування вмикання розподілювача збитковим током, що надається від джерела підвищеної напруги на певний інтервал часу до подолання тертя спокою механічної системи розподілювача. Найбільш

доцільним, є включення такого алгоритму керування до кола керуючої програми ПЛК, що задає повний технологічний цикл керування.

Гідророзподільвачі золотникового типу ПБГМ 5422-01, що використовуються у ТС, розраховані на змінну напругу 127 В, 50 Гц (за паспортом), споживають номінальний струм 0.27 А при опорі $Z=26+j470$ Ом (за вимірюваннями) та розраховані на подолання зусилля навантаження 1.6 Кгс. При підвищеній напрузі живлення до 220 В струм зростає до величини 2.4 А, а опір змінюється до $Z=26+j87$ Ом, що свідчить про суттєво нелінійні властивості магнітної системи котушки розподільвача. При цьому споживана потужність ($UI \cdot \cos\phi$) змінюється з 2 до 152 Вт відповідно. Проте тягове зусилля електромагніта суттєво зростає, що призводить до подолання сили тертя спокою механічної системи розподільвача (за лабораторних умов використання). Такий режим роботи ТС є доцільним, якщо час форсування обмежений достатньо малим значенням (тобто енергія, що виділяється котушкою, не викликає її теплової руйнації). При перевищенні часу форсування і неподоланні тертя спокою, форсування вимикається і формується сигнал відмови ТС.

Гідравлічна схема лабораторного стенда зображена на рис. 1.

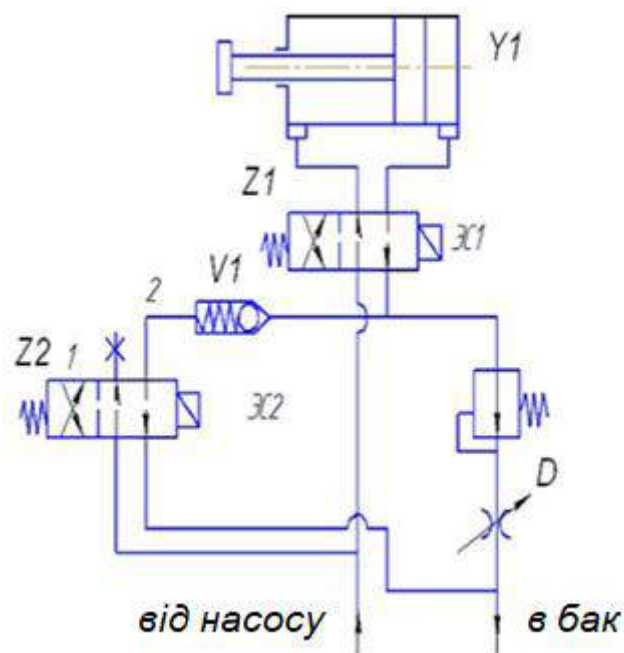
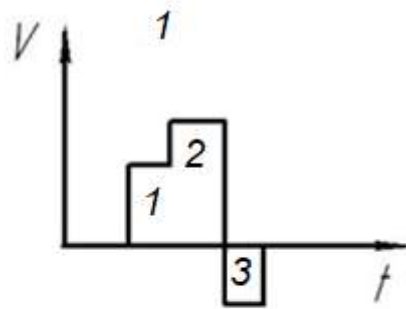


Рисунок 1. Гідравлічна схема лабораторного стенда: Y1 – виконавчий гідроциліндр (ГЦ); Z1 – золотниковий розподільвач напрямку руху; Z2 – золотниковий розподільвач швидкості руху; V1 – обернений клапан; D – регульований гідродросель

При знеструмленій схемі розподільвачі Z1 і Z2 повертаються у вихідне положення під дією пружини. Технологічне завдання руху механізму задається діаграмою швидкостей руху штока ГЦ (рис. 2). Для зміни швидкості та напрямку руху використовуються шляхові датчики переміщень тактильного типу.

Система керування гідравлічним стендом, що забезпечує заданий цикл руху виконавчого механізму на базі ПЛК, розроблена у середовищі OwenLogic та приведена на рис. 3:



Періодичний цикл	
1	Повільно вперед
2	Швидко вперед
3	Повільно назад

Рисунок 2 – Типова діаграма швидкостей руху штока ГЦ

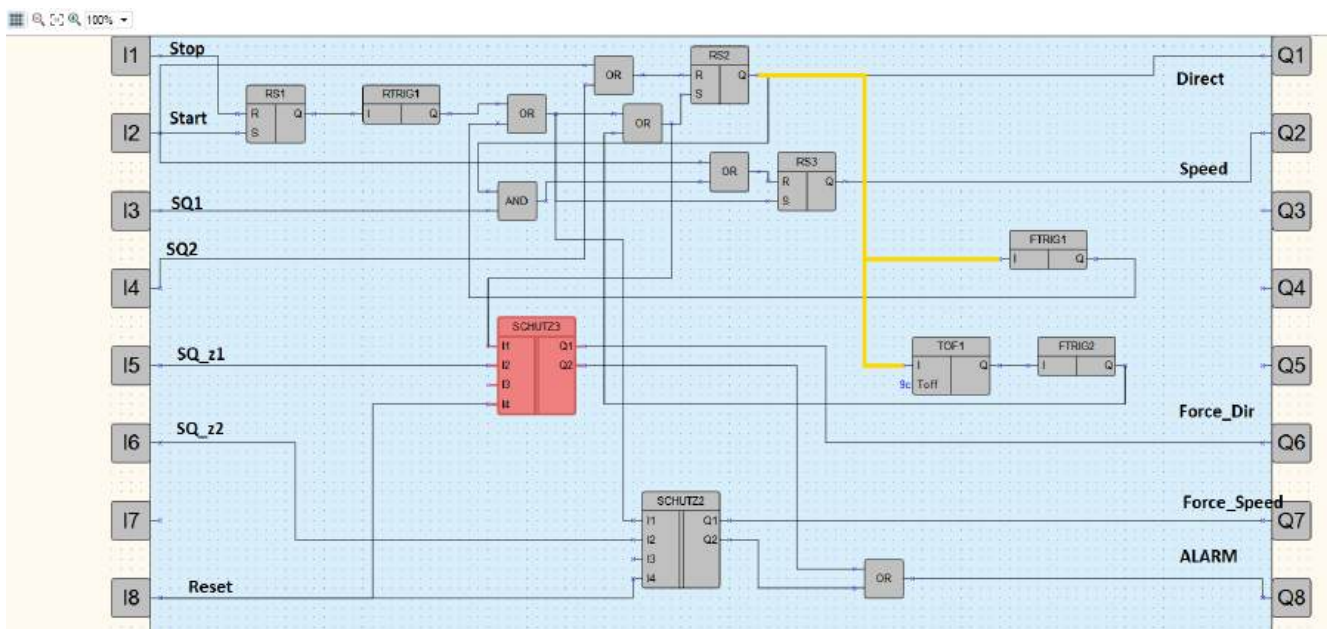


Рисунок 3 – Комутаційна схема програмного забезпечення ПЛК мовою FBD у середовищі OwenLogic

Для забезпечення форсування гідравлічних розподільвачів Z1 та Z2 у комутаційну схему контролера введені додаткові елементи: схеми форсування та захисту SCHUTZ2, SCHUTZ3, структуру яких розкриває однойменне макровизначення, що приведене на рис. 4. Підвищення струму котушки призводить до повного подолання спротиву спокою золотника та до його негайного вмикання. Регулювання часу форсування для усього діапазону температур використання робочої рідини повинно забезпечити надійне вмикання гідравлічного розподільвача без суттєвого перегріву його котушки. Сигнали форсування виведені на додаткові виходи контролера (Q6, Q7 на рис. 3). Тригер DTRIG1 (рис. 4) фіксує факт вмикання розподільвача за фронтом сигналу «Forsage» на вході C, і якщо тригер не повернеться у початковий стан сигналом сенсора зворотного зв'язку SQN (тобто ввімкнення розподільвача не відбудеться), то за спадом сигналу «Forsage» вихідний сигнал DTRIG1 буде записаний до пам'яті DTRIG2, що призведе до появи сигналу відмови «ALARM» на виході Q8 ПЛК. Для забезпечення алгоритму потрібне встановлення сенсора зворотного зв'язку за координатою золотника. Водночас з цим заходом потрібно передбачити зміну

конструкції розподільвача з встановленням додаткової форсажної котушки (що не бажано), або ж побудову спеціального ключа, який подає на котушку гідравлічного розподільвача підвищену напругу при одночасному приході до нього двох сигналів (вмикання і форсажу) і переходить на звичайне живлення номінальною напругою у разі вимикання сигналу форсування. Синтез такого електронного пристрою не викликає труднощів і значних додаткових витрат.

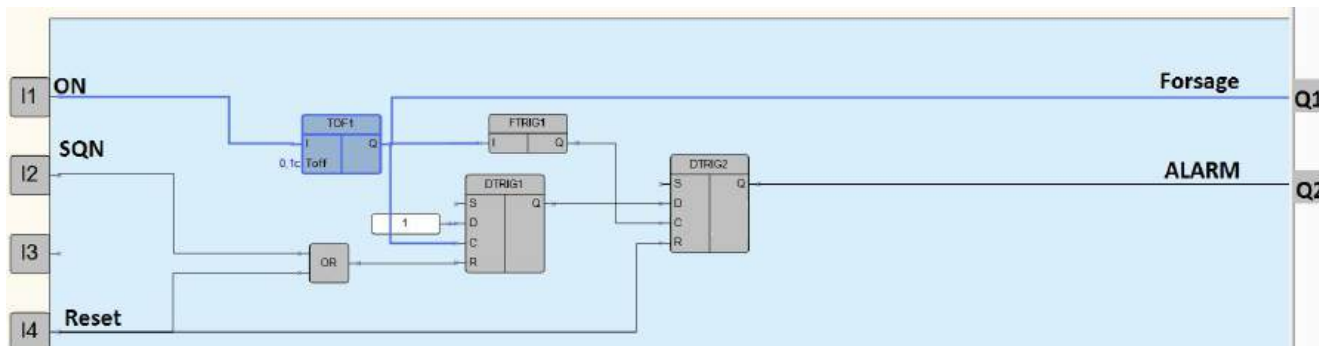


Рисунок 4 – Комутаційна схема макровизначення SCHUTZ програмного забезпечення мовою FBD з урахуванням сигналу форсування гідророзподільвачів

Розглянуті динамічні властивості розподільчих гідроапаратів за нестабільних зовнішніх умов експлуатації для покращання яких запропоновані комплексні заходи на базі використання ПЛК.

Список використаних джерел

1. Смирнова, В. И. Проектирование и расчет автоматизированных приводов : учеб. для сред. спец. учеб. заведений / В. И. Смирнова, В. И. Разинцев. – Москва: Машиностроение, 1990. – 364 с. ISBN 5-217-01004-5