

Михалевич Микола Григорович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, mkolyag@gmail.com

Ярита Олександр Олександрович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, aleks.yarita@gmail.com

СПРОЩЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИПРОБУВАННЯ АГРЕГАТІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

Створення агрегатів та систем транспортних засобів слід розглядати як комплекс послідовних логічних дій, починаючи від появи ідеї до випуску готового продукту. Одним із завершальних етапів у цьому переліку найчастіше виступає випробування дослідного зразка, а потім і серійного продукту. В ході випробування можна отримати інформацію стосовно основних експлуатаційних характеристик агрегату, стабільності його роботи, впливу умов експлуатації на ресурс та інше. Однак випробування агрегатів та систем транспортних засобів є достатньо складним, коштовним та довготривалим процесом. Одним із шляхів його спрощення є використання кіберфізичних систем.

Застосування кіберфізичної системи для випробування електропневматичного приводу зчеплення виглядає наступним чином. Завданням кіберфізичної системи є поєднання виконаного на фізичному рівні електропневматичного механізму керування зчепленням та моделі елементів трансмісії автомобіля (рис. 1). Це дозволить відпрацьовувати алгоритми керування зчепленням в різних умовах експлуатації. При цьому не буде необхідності встановлення дослідного зразка на реальний транспортний засіб, що значно здешевить та прискорить випробування.

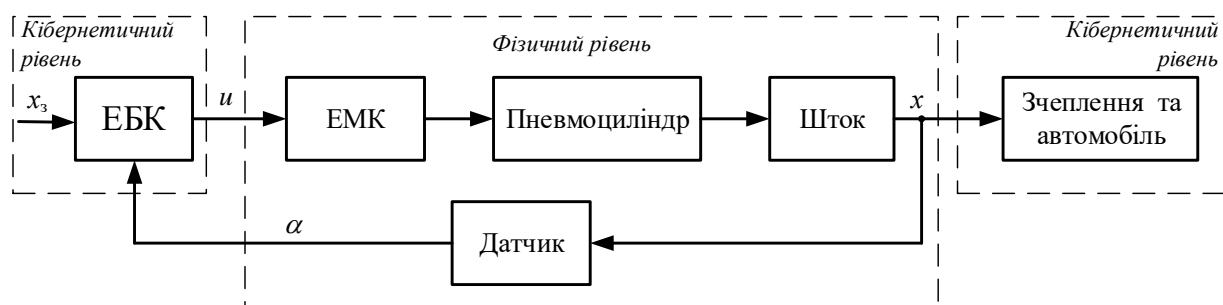


Рисунок 1 – Структура кіберфізичної системи керування зчепленням

У якості об'єкта дослідження виокремимо електропневматичний підсилювач зчеплення (ЕППЗ), що включає в себе систему електромагнітний клапан (ЕМК) – пневматичний циліндр – шток, якою керує електромагнітний клапан [1]. Лінійне переміщення штока за допомогою додаткового вузла перетворюється на поворот валу потенціометричного датчика. Таким чином,

кожному переміщенню штока відповідає певне значення кута, що визначається датчиком.

Під кіберфізичною системою мається на увазі поєднання модельного рівня, що реалізовано за допомогою ЕОМ, із фізичним рівнем. На модельному рівні, як правило, реалізуються моделі складних об'єктів керування для відпрацювання та вдосконалення алгоритмів керування, що розробляються [2]. У разі досягнення алгоритмом поставленого завдання виконується автоматична генерація програмного коду для цільової платформи.

Частіше за все таке проектування проводять в середовищах LabVIEW компанії National Instruments і MATLAB/Simulink компанії Mathworks, у яких передбачені комунікаційні функції. Різні датчики і виконавчі пристрої можуть підключатися через COM порт або USB. Це дозволяє перейти від імітаційних моделей до гібридних, в яких поєднуються як моделі складних об'єктів, так і реальні фізичні пристрої. Однак використання зазначених функцій при необхідності реалізації протоколів обміну викликає певні труднощі, тому до недавнього часу зустрічалося досить рідко, адже виконувалося лише дослідниками високої кваліфікації.

Більш доцільно використовувати певну проміжну ланку між ЕОМ та апаратурою фізичного світу системи. Така проміжна ланка є мікропроцесорним пристроєм, що приймає сигнали від різноманітних датчиків, перетворює їх у цифровий код та передає до ЕОМ для подальшої обробки. У якості такого мікропроцесорного пристрою у даній роботі рекомендується використовувати Arduino.

Arduino – це мікропроцесорна платформа для проектування електронних пристроїв, що включає в себе як безпосередньо плати Arduino, так і програмне забезпечення для ЕОМ, а також периферійні плати, які можна підключати до основної плати Arduino. Особливістю плати є можливість її безпосереднього програмування, без застосування спеціальних програматорів.

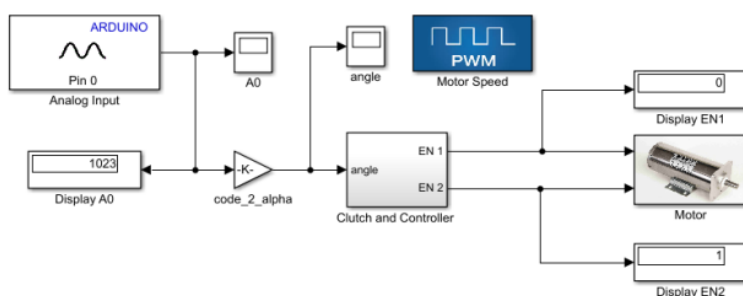
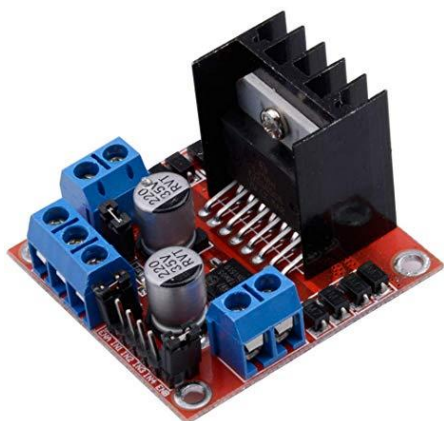
При виконанні роботи зв'язок між переміщенням штока віртуального пневматичного циліндра та кутом повороту вала датчика реалізується за допомогою двигуна постійного струму (ДПС), кут повороту якого вимірюється потенціометричним датчиком. Безпосередньо керування ДПС, так само як і реєстрацію результатів виміру від потенціометричного датчика, здійснюватиме мікропроцесорна платформа Arduino.

Зазвичай ДПС споживають струм більше ніж може видати Arduino. Також вони створюють небезпечні викиди напруги, тому необхідно ізолювати ДПС від плати Arduino і живити його через окремий блок живлення. Також безпечно керувати ДПС за допомогою ШІМ дозволяє використання транзистора. Він працює як простий перемикач з електронним керуванням. Недоліком використання транзистора для керування ДПС є неможливість зміни напрямку його обертання, тобто керувати напрямком обертання ДПС без зміни підключення живлення до його виводів.

Для вирішення даної задачі можна використовувати Н-міст. Н-міст є логічною схемою, що складається з чотирьох логічних елементів релейного або

напівпровідникового типу та має два стани – відкритий та закритий. Попарною зміною станів цих елементів, можна змінювати напрямок руху струму а, отже, напрямок обертання вала ДПС. Н-міст можна зібрати, наприклад, за допомогою, MOSFET транзисторів, однак на ринку існують спеціалізовані мікросхеми Н-мостів. З плином часу вони стають все дешевше і безпечніше, а також отримують більше можливостей. Однією з таких мікросхем Н-моста є мікросхема L298 (рис. 2 а).

Програма для реалізації кібернетичного рівня системи реалізована у пакеті Simulink програмного комплексу MATLAB (рис. 2 б).



а) Модуль для керування на базі мікросхеми L298N

б) Програмна частина системи

Рисунок 2 – Реалізація фізичного та кібернетичного рівня системи для дослідження ЕППЗ

Програма складається з наступних елементів:

- блок «Analog Input» – забезпечує прийом коду з аналогового виходу A0 мікропроцесорної платформи Arduino у діапазоні від 0 до 1023, які відповідають крайнім положенням вала потенціометричного датчика;

- блок «code_2_alpha» – забезпечує пере-рахунок коду, отриманого з потенціометричного датчика в кут повороту вала двигуна;

- блок «Clutch and Controller» – містить в собі модель системи ЕМК – пневматичний циліндр – шток, реалізованої за формулою (1) та П-регулятор, що забезпечує керування кутом повороту вала ДПС;

- блок «Motor» – забезпечує передачу керуючих впливів на цифрові виводи 9 та 10 Arduino.

- блок «Motor Speed» – встановлює швидкість обертання ДПС за допомогою ШІМ-сигналу. У нашому випадку швидкість задається постійною.

Запропонований підхід під час дослідження системи дозволяє поєднати фізичний (експериментальний) рівень з роботою математичної моделі. По-перше вказаний підхід дозволяє значно спростити процес дослідження, порівняно з експериментальним, по-друге – отримати результати роботи

системи в більш різноманітних умовах і з урахуванням більшої кількості факторів.

Приведений у роботі підхід та описана матеріальна база дозволяють досліджувати будь-які системи, які мають фізично відтворені прототипи або їх складові.

Література

1. Богомолів В. А. Выбор способа управления рабочим процессом и построение алгоритма управления электропневматическим приводом сцепления / В. А. Богомолів, В. И. Клименко, Н. Г. Михалевич, А. А. Ярита // Вестник ХНТУСГ имени Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2014. – Выпуск №155. – С. 14-20.

2. Гурко А.Г. Повышение точности оценки состояния динамических объектов комплексом MATLAB-Arduino при проектировании киберфизических систем / А.Г. Гурко, А.П. Плахтеев, П.А. Плахтеев // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2016 – №1. – С. 84–91.

Подригало Михайло Абович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, pmikhab@gmail.com

Тарасов Юрій Володимирович, д.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, yuriy.ledd@gmail.com

Ткаченко Іван Володимирович, аспірант Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, tkch.ivan1995@gmail.com

Драгун Олександр Сергійович, аспірант Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, Alexnomou96@gmail.com

Радченко І.А., к.в.н., доцент, Національна академія національної гвардії України, radik19702603@gmail.com

Лукашенко Сергій Сергійович, старший викладач кафедри автобронетанкової техніки Національної академії Національної гвардії України, Lukash88888@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОНАВАНТАЖЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ МЕХАНІЗМІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ МЕТОДОМ ПАРЦІАЛЬНИХ ПРИСКОРЕНЬ

Гальмівні механізми є найбільш навантаженими елементами гальмівного керування, в яких накопичується та розсіюється більша частина кінетичної та потенціальної енергії автомобіля, що виділяється під час гальмування.

Проведений аналіз літератури показав, що відомі результати, які свідчать про реальне розподілення енергії автотранспортного засобу, що гальмує, за