

Таланін Дмитро Сергійович, асп. НТУ «ХП»,
Прохоренко Андрій Олексійович, д.т.н., проф. ХНАДУ

СИНТЕЗ ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПАЛИВОПОДАЧЕЮ ДИЗЕЛЯ

Наведена класифікація паливної апаратури дизелів з електронним керуванням, яка поділена на два класи: з механічним дозуванням подачі палива в циліндр і з електромагнітно-клапанним дозуванням. Обрана область дослідження – традиційна гідромеханічна паливна система високого тиску за умови поширення результатів дослідження на електромагнітно-клапанні системи.

Описано процес створення системи електронного керування дизелем, на підставі чого зроблено висновок, що цей процес вимагає знань в декількох не суміжних галузях науки та інженерії: електромеханіки, електроніки, програмування, гідродинаміки на базі теорій ДВЗ і САК тощо. Тобто, обґрунтовано необхідність застосування комплексного синергетичного підходу до вирішення поставленого завдання.

Показано, що повністю відсутні відомості про алгоритмізацію та програмування контролерів систем електронного керування. До того ж виявлено, що автори відомих досліджень в цій області не надають відомостей з питання забезпечення досягнення рівноважного режиму роботи двигуна в результаті недетермінованого керуючого впливу при всережимному регулюванні.

Розглянуто можливість застосування в алгоритмі роботи ЕБК математичної моделі конкретного двигуна, яка дозволить «передбачити» задану рівноважну частоту обертання колінчастого вала (*Predictive Model Control*) та представлена структурна схема такої системи керування дизелем. На підставі аналізу роботи такої системи робиться висновок, що імплементація даної концепції алгоритму керування потребує попереднього визначення або завдання характеристик двигуна і системи подачі палива у вигляді таблиць, які можна отримати тільки шляхом випробувань його завершеної конструкції.

Таким чином підтверджено обґрунтування актуальності науково-технічної задачі створення ефективної і надійної системи електронного керування подачею палива дизеля з точки зору розробки простого програмного алгоритму її роботи.

Розроблена альтернативна концепція синтезу простого алгоритму електронного керування дизелем, яка заснована на методі аналогії з роботою механічного всережимного регулятора. Наведена послідовність логічних міркувань при виведенні основного рівняння регулятора у вигляді простого математичного виразу. Доповнення цього рівняння необхідними обмежувачами: граничним регулятором, позитивним коректором, негативним коректором, регулятором холостого ходу, збагачувачем паливо-повітряної суміші на режимі пуску дозволило створити ядро алгоритму електронного всережимного регулятора. Важливою особливістю розробленого алгоритму є

незалежність його працездатності від зовнішніх факторів, як то – вид і якість палива, умови довілля, технічний стан двигуна та ін. Крім того, підбір значень сталих коефіцієнтів в отриманому рівнянні дозволяє легко синтезувати регулятор для отримання будь-яких характеристик роботи двигуна – від астатичних до близьких до швидкісних.

Приділено увагу розробці алгоритму роботи підсистеми керування позиціонуванням виконавчого механізму на основі дискового електродвигуна постійного струму, керованого за сигналом ШІМ. Запропоновано оригінальну методику розрахунку інтегральної складової у алгоритмі ПІД-регулятора цієї системи на основі диференціального рівняння ізодрому.

Наведено опис математичної моделі динаміки САР, яка розробляється. Проведені за допомогою математичного моделювання розрахункові дослідження показали, що запропонована концепція алгоритму повністю працездатна – в будь-якому випадку система здатна здійснювати конвергентний перехідний процес з одного рівноважного режиму роботи в інший.

Створено та доведено до практичного використання систему електронного керування дизеля експериментального дослідницького стенду лабораторії кафедри ДВЗ в НТУ «ХП», що підтверджено відповідним Актом впровадження.

Розроблена компоновка конструкції та оснащення рядного гідромеханічного ПНВТ електричним сервоактуатором з електронним керуванням, який встановлено для проведення досліджень на безмоторний експериментальний стенд.

Описано виконання: зняття статичних регуляторних характеристики дослідницького одноциліндрового дизеля з електронним регулятором; реєстрації, аналізу та моделювання динамічних характеристик електронної САР цього дизеля; експериментального дослідження універсального електронного регулятора транспортного дизеля, який дозволяє поєднати в одному пристрої дворежимний та всережимний регулятор з метою використання потрібного типу регулювання в залежності від поточного призначення транспортного засобу.

Отримані та наведені в розділі результати повністю підтверджують попередні теоретичні та розрахункові дослідження, а також повну працездатність розроблених САР.

Наприкінці сформульовано та наведено можливі напрямки розвитку та перспективні наукові дослідження з впровадження електронних інформаційних систем дизелів.

Висновки

Таким чином, в результаті виконання дослідження було розроблено та експериментально перевірено простий працездатний гнучкий алгоритм електронного регулятора частоти обертання дизеля, що дозволяє не тільки повторити характеристики механічного регулятора, але і створити будь-які необхідні регуляторні характеристики двигуна, включаючи можливість

універсалізації – об'єднання в одному пристрою двох, трьох і більше регуляторів різного призначення.

Отримані та наведені експериментальні результати повністю підтверджують попередні теоретичні та розрахункові дослідження, а також повну працездатність розробленої САР.

Доведено доцільність впровадження можливих напрямків розвитку та перспективних наукових досліджень електронних інформаційних систем дизелів, зокрема обґрунтовано можливість адаптації розробленого алгоритму для використання у паливній апаратурі з електромагнітно-клапанним керуванням, окреслена концепція створення «розумного» дослідницького випробувального стенду, описано схему послідовності синтезу системи керування на основі предиктивної моделі.

Третяк В.М., к.т.н., доцент, завідувач відділом мобільних енергетичних засобів та біоенергетики Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» Національної академії аграрних наук України. ORCID iD 0000-0012-7641-7262. viktor_tretyak@ukr.net

ПРОБЛЕМИ МОБІЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ

В Україні у різних галузях та різних формах власності використовується автотракторна техніка з двигунами потужністю понад 150 к.с. (вантажівки різної вантажності, тягачі, трактори загального та спеціального призначення, транспортні бази для спеціального обладнання). Для їх виробництва та забезпечення запасними частинами було задіяно заводи «Серп і Молот», Харківський завод тракторних двигунів, ВО «Південьдизельмаш», Чугуївський завод паливної апаратури, харківський завод «Поршень», Дергачівський завод турбокомпресорів та низку інших підприємств різного підпорядкування. Нажаль, всі ці підприємства не витримали конкуренції із закордонними поставками техніки (в тому числі і «secondhand»). В процесі експлуатації двигуни внутрішнього згорання зношуються та потребують своєчасної заміни. Заміна цих двигунів можлива на імпортні моделі з відповідними технічними характеристиками та перспективами постачання запасних частин необхідної якості та відповідної вартості.

Загальносвітова економічна криза, яку створили наслідки пандемії «Covid 19», показала роз'єднання певних економічних догвірних відносин між суб'єктами торгівлі, що негативно впливає на стабільну експлуатацію тягово-транспортних засобів в особливих економічних умовах. Таким чином, слід розглянути можливість імпортозаміщення моторно-трансмісійних установок автотракторної техніки.

Для сучасного економічного стану України створення нових виробничих потужностей з повним циклом виробництва транспортних поршневіх двигунів внутрішнього згорання загального призначення з урахуванням ринків збуту є недоцільним. У всесвітньо відомого підприємства «Мотор Січ» були спроби