

УДК 621.793.7

В.М. Манойло, доцент, канд. техн. наук,

О.А. Дзюбенко, асистент, канд. техн. наук,

М.С. Липинський, аспірант

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ДОЗАТОРІВ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ГАЗОВИХ ДВЗ

Розглянуто аспекти використання електромагнітних дозаторів газових систем живлення четвертого покоління. Запропоновано конструкцію стенду для дослідження їх витратних та динамічних характеристик.

Ключові слова: електромагнітний дозатор, система подачі газу.

Вступ. На теперішній час широкого розповсюдження набули системи живлення газом четвертого покоління [1]. Основним дозуючим елементом таких систем живлення є електромагнітна газова форсунка, або як їх ще називають електромагнітні дозатори газу (ЕДГ). Розвиток таких систем живлення повинен сприяти розвитку діагностичного устаткування для визначення газодинамічних та витратних характеристик ЕДГ.

Аналіз публікацій. Час відкритого стану ЕДГ залежить від багатьох факторів: перепаду тиску на голці-клапані ЕДГ, індуктивності обмотки електромагніту, маси клапану, жорсткості пружини, робочого ходу голки-клапану ЕДГ, положення ЕДГ у просторі та інше [2, 3]. Тому на практиці тривалість відкритого стану дозатора не відповідає тривалості керуючого імпульсу. Недосконалість технології виготовлення комплектуючих ЕДГ і нерівномірність їх спрацьовування обумовлюють не ідентичність витратних та динамічних характеристик кожного ЕДГ. Від ідентичності витратних характеристик ЕДГ залежать такі важливі параметри транспортного засобу як кількість шкідливих речовин у відпрацьованих газах, техніко-економічні показники, стала робота двигуна на режимах холостого ходу та інше [4].

На витратні характеристики ЕДГ також впливають довжина та поперечний перетин з'єднувальних шлангів та трубопроводів, розташування штуцера підводу газу у впускному колекторі, поперечний перетин отвору витратного жиклера та інше. Саме ці фактори і спричиняють потребу у можливості оцінки ідентичності витратних характеристик для кожного ЕДГ при здійсненні поточного та капітального ремонту, проведенні регулювальних робіт системи живлення газом.

Для практичної реалізації цього напрямку існують декілька основних методів оцінки витратних характеристик ЕДГ, а саме: - кількісний; - за перепадом тиску [5, 6]; - об'ємний [7].

Об'ємний метод визначення продуктивності ЕДГ об'єктивно точніше за інші [7], тому що об'єм витраченого газу, визначається безпосередньо витратоміром. Отже цей метод якнайкраще підходить при проведенні регулювальних робіт та фундаментальних досліджень.

Мета та постановка задачі. Отже об'єктивне порівняння витратних характеристик ЕДГ можливе лише в динаміці, за умови забезпечення умов, які якнайбільш наближені до реальних. Цими умовами є тиск газу на голці-клапані ЕДГ, тривалість керуючих імпульсів, частота обертання колінчатого валу ДВЗ та інше. Основною метою даної роботи є створення стенду для дослідження витратних та динамічних властивостей ЕДГ систем живлення газом четвертого покоління для автотракторних двигунів внутрішнього згоряння.

Опис елементів та структури стенду. Для дослідження характеристик ЕДГ існуючих та нових конструкцій необхідно зібрати спеціальну установку, яка повинна забезпечувати:

- роботу ЕДГ під тиском в діапазоні від 0 до 0,25 МПа;
- контроль тиску в магістралі та витрати газу;
- управління ЕДГ в широкому діапазоні частоти обертання колінчатого валу ДВЗ та тривалості керуючого імпульсу на ЕДГ;
- роботу ЕДГ в широкому діапазоні напруг;
- контроль положення запірної голки-клапану ЕДГ;
- реєстрацію швидкоплинних сигналів та зберігання їх параметрів на ПК.

Структурна схема установки для дослідження характеристик ЕДГ наведено на рисунку 1.

Оскільки проводити дослідження на газу економічно нераціонально та вибухонебезпечно, то у якості робочого тіла в цьому випадку прийнято використовувати стиснуте повітря. Компресор накопичує стиснуте повітря в ресивері і підтримує його в межах від 0,6 до 1,0 МПа. По трубопроводу стиснуте повітря потрапляє до редуктора, який знижує тиск до необхідного значення, й далі до рампи ЕДГ. Блок формування сигналу управління (ФСУ) генерує сигнал заданої амплітуди, частоти та тривалості імпульсу. Управляючий імпульс, протікаючи через обмотку ЕДГ, утворює магнітний потік, який відкриває запірну голку-клапан, і повітря проходить через витратний жиклер ЕДГ, по трубопроводу,

через витратомір повітря й виходить назовні. В робочу порожнину ЕДГ додатково вмонтовано датчик положення голки-клапану (ДПГ), сигнал з якого разом із сигналом імпульсу управління подаються до входу електронного осцилографа. Електронний осцилограф оцифровує отримані аналогові сигнали датчиків і передає дані до комп'ютеру (ПК) для подальшої оцінки.

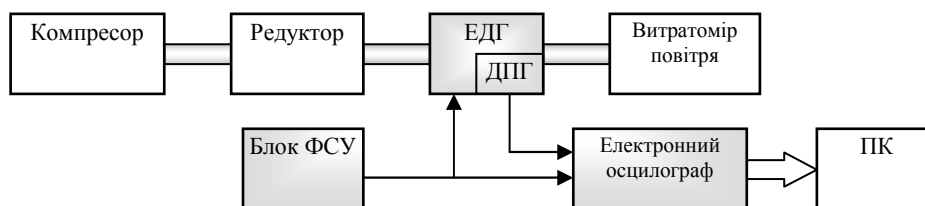


Рисунок 1 – Схема структурна установки для дослідження характеристик ЕДГ

Технічні характеристики елементів стенду. Пневматичний компресор ТМ-392М – двоступеневий поршневого типу. Компресор призначений для стиску повітря до заданого значення та подачі його до редуктора. Основні технічні характеристики наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики компресора ТМ-392М

Назва параметру	Одиниця вимірювання	Показник параметру
Продуктивність	л/хв	280
Потужність електродвигуна	кВт	2,2
Об'єм ресиверу	л	100
Максимальний тиск стиснутого повітря	МПа	1,0
Регулювання тиску на виході в межах	МПа	0,1 – 1,0
Напруга живлення	В	220

Редуктор Tomasetto AT-09 Alaska – призначений для регулювання та підтримки тиску на вході до ЕДГ у заданому діапазоні. Основні технічні характеристики редуктора наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Основні технічні характеристики редуктора Tomasetto AT-09 Alaska

Назва параметру	Одиниця вимірювання	Показник параметру
Вага	кг	1,5
Максимальний тиск газу на вході	МПа	3,0
Тиск газу на виході з редуктора	кПа	90 – 180
Потужність електромагнітного клапану	Вт	17
Потужність двигуна	кВт	100 - 184

Ротаметр – прилад призначений для визначення об'ємної витрати газу або рідини в одиницю часу. Ротаметри відрізняються порівняно простою і тому надійною конструкцією. Для визначення об'ємної витрати повітря, яка потім перераховується до еквівалентної витрати газу, раціонально застосовувати ротаметри типу РМ-04-2,5ГУЗ, РС-7 або РМ-06-25ГУЗ. Тип ротаметру необхідно добирати в залежності від продуктивності ЕДГ.

Блок формування сигналу управління складається з регульованого джерела живлення (рисунку 2) і генератора прямокутних імпульсів з регульованими параметрами, на виході якого стоїть силовий транзистор для комутації струму обмотки дозатора.

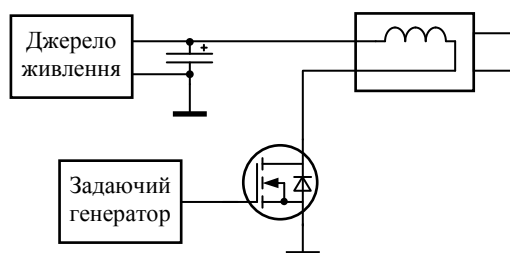


Рисунок 2 – Схема принципова блоку ФСУ

Задатковий генератор має робочий діапазон частот від 1 до 50 Гц (від 120 до 6000 хв⁻¹) і дозволяє змінювати тривалість імпульсу від 0 до 100 % шпаруватості, що повністю перекриває значення

параметрів сигналу, необхідних для проведення дослідження. Джерело живлення дозволяє встановлювати любе значення напруги в межах 0...60 В.

Датчик положення голки-клапана призначений для відображення поточного стану рухомого запірною стержня електромагнітної форсунки. В якості датчика положення голки-клапана можуть бути використані індуктивний датчик, датчик Холла або оптичний датчик. Однак наявність змінного електромагнітного поля вносить додатковий вплив в сигнали індукційного датчика та датчика на ефекті Холла. Це робить їх використання неефективним, оскільки значно ускладнюється визначення корисного сигналу на фоні впливу електромагнітного поля котушки ЕДГ. Тому було вирішено застосувати оптичний датчик інфрачервоного спектру світла.

Оптичний датчик реєструє зміну світлового потоку в контрольованій області, пов'язану зі зміною положення в просторі яких-небудь рухомих частин і механізмів, відсутності або присутності об'єктів. Оптичний безконтактний датчик складається із двох функціональних вузлів, випромінювача й приймача. В якості випромінювача використано інфрачервоний світлодіод VD1 BIR-BM1331 (рисунок 3), резистор R1 обмежує максимальний струм світлодіода. Приймачем служить фотодіод BPW41N VD2. Джерело випромінювання й приймач розташовані в окремих корпусах. Будь-який предмет, що перериває прямий світловий промінь від джерела до приймача, викликає зміну струму фотодіода, а відповідно й рівню падіння напруги на резисторі R2, значення якої фіксується осцилографом. Відстань впливу таких вимикачів не залежить від матеріалу керуючого об'єкта.

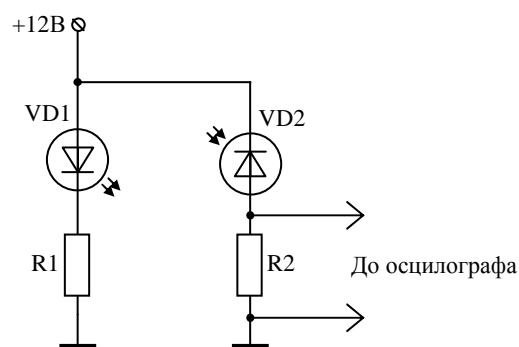


Рисунок 3 – Схема електрична датчика положення голки клапана

Випромінювач і приймач встановлюються на протилежних стінках робочої порожнини корпуса (рисунок 4) в спеціальних отворах, зроблених суворо на одній вісі, перпендикулярній до вісі руху запірною стержня. В закритому стані стержень під дією пружини притискається до гумового ущільнювача витратного отвору й тим самим повністю перекриває оптичний канал між випромінювачем і приймачем. При подачі сигналу на соленоїд дозатора, магнітний потік переборює зусилля пружини і запірний стержень втягується, відкриваючи оптичний канал.

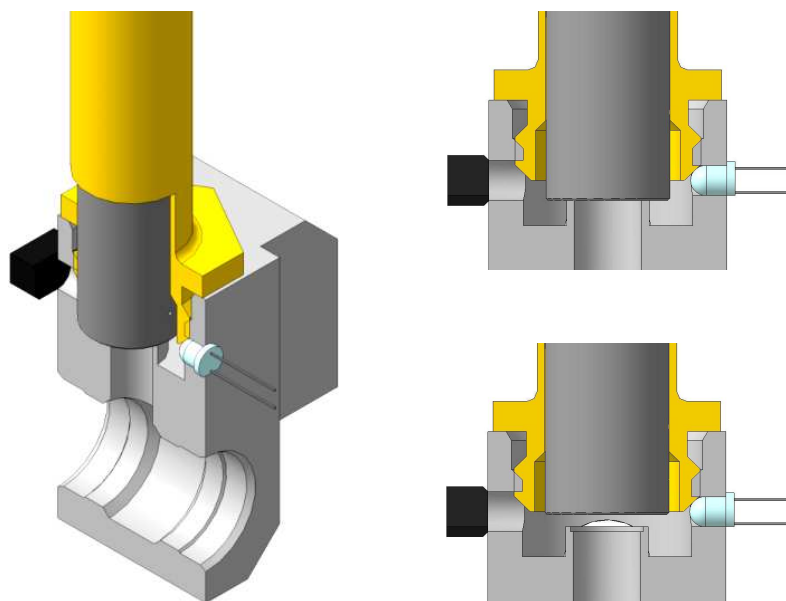


Рисунок 4 – Розташування ДПГ в корпусі дозатора

Електронний осцилограф – дозволяє не тільки спостерігати на екрані різні періодичні процеси, що встановилися, але й фотографувати осцилограми різних швидкоплинних процесів. У цей час на зміну аналоговим осцилографам приходять цифрові запам'ятовуючі осцилографи, які мають більш вагомі функціональні й метрологічні можливості. Цифрові запам'ятовуючі осцилографи підключаються до персонального комп'ютера й використовують можливості комп'ютера для відображення електричних сигналів. При дослідженні газової форсунки використовувався двоканальний цифровий осцилограф Fluke 190B.

Приклад осцилограми робочого процесу газової форсунки наведено на рисунок 5. Канал А відображає сигнал ДПГ, а канал В – сигнал управління електромагнітом. Сигнал управління в даному випадку являється синхронізуючим, відносно його фронтів визначаються: t_1-t_2 – час затримки до початку підйому запірної голки; t_1-t_3 – повний час затримки підйому запірної голки; t_3-t_5 – час відкритого стану дозатора; t_4-t_6 – час затримки закриття запірної голки; t_1-t_4 – тривалість імпульсу управління.

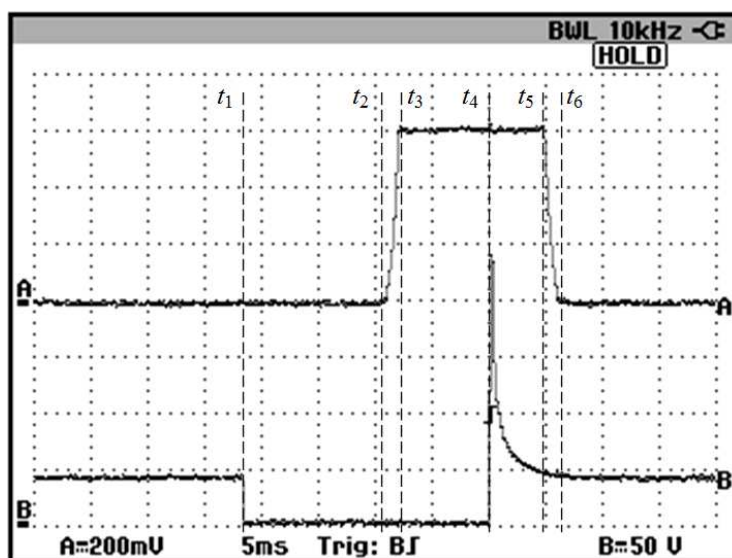


Рисунок 5 – Осцилограма робочого процесу газової форсунки

Висновки. Запропонована конструкція стенду дозволяє досліджувати витратні та динамічні характеристики ЕДГ різних типів. Наявність ДПГ дозволяє визначати час затримки ходу запірної голки і швидкість її руху та досліджувати залежність цих параметрів від напруги управляючого сигналу, маси клапану, жорсткості пружини, тиску газу на клапан, що дозволяє проводити ремонтні та регулювальні роботи.

Бібліографічний список використаної літератури

1. Комплект газобаллонного оборудования "GIG-IV-SATELLITE-V08" с распределенным впрыском газа для переднеприводных автомобилей ВАЗ, использующих газ в качестве моторного топлива / Руководство по эксплуатации "GIG-IV-SATELLITE-V08" для автомобилей ВАЗ-2108-09-099, 211020, 212200, 211220, 211500-21 и их модификаций // Авто Газо Заправочный комплекс + Альтернативное Топливо. — 2006. — № 1 (25). — С. 28-32.
2. Савушкин А. Новая система газового впрыска СУГ ВДГС-ПБ-4 "ФАВОРИТ" / Александр Савушкин, Николай Завадько // Авто Газо Заправочный Комплекс + Альтернативное Топливо. — 2006. — № 2 (26). — С. 21-23.
3. Комплект газобаллонного оборудования "GIG-IV-SATELLITE-V08" с распределенным впрыском газа для переднеприводных автомобилей ВАЗ, использующих газ в качестве моторного топлива / Руководство по эксплуатации "GIG-IV-SATELLITE-V08" для автомобилей ВАЗ-2108-09-099, 211020, 212200, 211220, 211500-21 и их модификаций // Авто Газо Заправочный Комплекс + Альтернативное Топливо. — 2006. — № 2 (26). — С. 24-26.
4. Лукшо В.А. О токсичности отработавших газов газовых двигателей / В.А. Лукшо, М.В. Миронов // Материалы международного научного симпозиума «Автотракторостроение-2009». — М.: ФГУП «НАМИ», 2009. — С. 161-166. — ISBN 978-5-94099-077-2.
5. Стенд проверки форсунок [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — Режим доступа: <http://www.elpigaz.ru/teh-informacija/stend-proverki-forsunok>.

6. Стенд для настройки газовых форсунок: [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — Режим доступа: http://vipgaz.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=217&Itemid=73.

7. Стенд для проверки форсунок автомобильных газотопливных систем: [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — Режим доступа: http://www.dze.lpg.ru/Test_Bench/Test_Bench_Manual.htm.

Надійшла до редакції 12.05.2011 р.

Манойло В.М., Дзюбенко А.А., Липинський М.С. Стенд для исследования расходных и динамических характеристик электромагнитных дозаторов систем питания газовых ДВС

Рассмотрены аспекты применения электромагнитных дозаторов газовых систем питания четвертого поколения. Предложена конструкция стенда для исследования их расходных и динамических характеристик.

Ключевые слова: электромагнитный дозатор, система подачи газа.

Manoilo V.M., Dzjubenko A.A., Lipinskij M.S. Stand for gas ICE fuel supply system electromagnetic meters expenditure and dynamic characteristics research

The aspects of application of electromagnetic meters of gas ICE fuel supply system of the fourth generation are considered. The design of the stand for electromagnetic meters expenditure and dynamic characteristics research is offered.

Keywords: electromagnetic meter, gas supply system.