

**Ю.Ю. Кукурудзяк к.т.н., доц.; П.Д. Кукурудзяк, студент; Я.В. Паляднік, студент;  
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ВПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНУ  
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ ФОРСУНКАМИ**

**Ключові слова:** форсунка, час впорскування, діагностична модель, циклова подача палива.

**Постановка проблеми і мета роботи.** Основним елементом, який забезпечує впорскування палива на сучасних автомобілях є форсунки. В результаті тривалої експлуатації вони забруднюються, що змінює їх експлуатаційні параметри. Метою даної роботи є розробка діагностичної моделі електромагнітної форсунки впорскування бензину, яка дає можливість наочно показати залежність циклової подачі палива (продуктивності форсунки) від різних факторів, а також визначити способи діагностування, які прийнятні для визначення технічного стану та практичного моделювання роботи системи впорскування бензину в лабораторних умовах.

**Матеріали та результати досліджень.** Принцип дії форсунки досить простий. Бензин в паливній рампі знаходиться під тиском, електронний блок керування визначає час відкриття форсунки, замикає електричне коло, яке проходить через обмотку електромагніту і відкриває клапан. Паливо проходить через розпилювач, рівномірно розподіляється у впускному колекторі і змішується з повітрям. Після припинення дії електромагнітного поля зворотна пружина повертає клапан на місце і впорскування закінчується.

Форсунки працюють в імпульсному режимі при частоті спрацювання від 10 до 200 Гц в умовах вібрації двигуна, підвищених температур і при цьому повинні забезпечувати лінійність характеристики дозування пального в межах 2-5% протягом усього терміну служби (близько 600 млн. циклів роботи).

Робота форсунки головним чином пов'язана із гідравлічними, механічними, електромагнітними та електричними процесами, що протікають одночасно. Усі ці процеси зосереджують у собі параметри роботи форсунки на які електронний блок керування впливає безпосередньо і на які він не може вплинути [1, 2].

Основним параметром форсунки, на який може вплинути ЕБК є час впорскування. Час впорскування залежить від частоти обертання колінчастого валу, навантаження на двигун, напруги в системі живлення та кількості повітря яке поступає в циліндр.

До параметрів на які електронний блок керування не має впливу можна віднести ті параметри які стосуються безпосередньо форсунки а саме: постійний ефективний перетин розпилювача (змінюється при підніманні клапана і закриванні); щільність палива; перепад тиску в розпилювачі; постійний тиск в порожнинах форсунки; мінімальний час відкриття форсунки; внутрішній опір котушки соленоїда. Тобто, при зміні одного з цих параметрів змінюється технічний стан форсунки і вони можуть бути причиною її забруднення або виходу з ладу.

Для того щоб проаналізувати як впливають ці фактори на технічний стан форсунки проведемо оцінку її продуктивності. Продуктивність форсунки визначимо за формулою [2]:

$$G = \mu f_{\phi} \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_m \cdot P_m} \cdot \tau_{en}, \quad (1)$$

де  $\mu f_{\phi}$  – постійний ефективний прохідний перетин розпилювача, м<sup>2</sup> ;

$\rho_m$  – щільність палива, кг/м<sup>3</sup>;

$P_m$  – перепад тиску на розпилювачі форсунки, Н/м<sup>2</sup>;

$\tau_{en}$  – тривалість впорскування, с.

Для визначення впливу різних факторів на продуктивність форсунки розроблена діагностична модель в середовищі Simulink [3] (Рис. 1).

На рис. 1 приведений один з прикладів залежності продуктивності форсунки від часу відкриття клапана. Нормативна продуктивність форсунки показана суцільною лінією. Для різних форсунок вона різна, і відповідає певному значенню. Чим менший час впорскування тим менша продуктивність форсунки. Наявність відхилень від номінальних значень (штрихова лінія), буде вказувати на спрацювання форсунки: забруднення зазорів між прецензійними парами, зношення поверхні у місцях контакту пружини й клапана форсунки, усадка і втрата жорсткості пружини, відхилення напруги живлення, опору і індуктивності обмотки електромагніту форсунки.

**Висновки.** В даній роботі досліджувався робочий процес впорскування бензину електромагнітною форсункою. Розроблена діагностична модель системи впорскування бензину в середовищі Simulink, яка дає можливість наочно показати залежність циклової подачі палива від різних факторів, а також моделювати типові несправності системи впорскування бензину та оцінювати їх вплив на параметри впорскування.

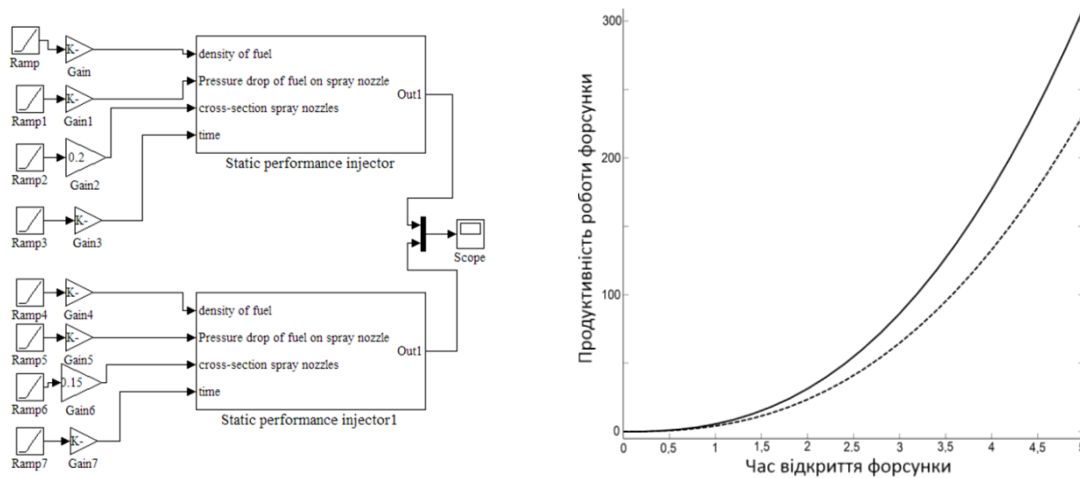


Рис. 1. Моделювання впорскування бензину в системі Simulink

### Список використаних джерел

1. Кукурудзяк, Ю. Ю. Метод автоматизованого діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном : монографія / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Ребедайло. — Вінниця: ВНТУ, 2010. — 143 с.
2. Пойда А. Н., Проскурин А. М., Сивых Д. Г. Влияние различных факторов на цикловую подачу бензина и стабильность функционирования автомобильного двигателя // Автомобильный транспорт (Харьков, ХНАДУ). 2008. №23. С.142-147.
3. Дьяконов В. П. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 . Основы применения. Серия "Библиотека профессионала",— М.: СОЛОН-Пресс, 2005. — 800 с.