

6. Рейцен Є.О., Бурба І.О. Місто - транспорт - економіка // Містобудування та територіальне планування. - К.: КНУБА, 2002. вип.12. - С.126-132.

7. Транспортне обслуговування населення як фактор сталого розвитку міста. Б.М.Абрамович, В.С.Маруніч, І.М.Вакарчук, О.М.Смоловик, А.І.Ворон / Автошляховик України №3, 2002, с.11-13.

8. Третьяков І.М. Проблемы создания транспортных систем регионов. «Автотранспорт и перевозки», №10, 2003 р.

УДК 665.73/.753

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОВОГО РЕДУКТОРА-РЕГУЛЯТОРА В СИСТЕМІ ЖИВЛЕННЯ ДВИГУНА З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ

Дикий М.О., доктор технічних наук,

Петренко В.Г.,

Пятничко О.І. кандидат технічних наук,

Коваленко О.О. кандидат технічних наук

Приведено результати дослідження покращення робочих процесів газоподачі бензогазової системи живлення ДВЗ. З використанням розробленої і перевіреної на адекватність математичної моделі досліджено вплив конструктивних параметрів газового редуктора-регулятора на його динамічні характеристики та показники якості. Показано, що швидкодія конструкції після оптимізації збільшилась на 25%.

Results of research into improvement of operating processes of gas supply to petrol-gas supply system of internal combustion engine are given. The influence of the constructive parameters of the gas reducer-regulator on its dynamic characteristics and quality coefficient is researched with the help of the developed mathematical model checked for adequacy. It is shown that the operating speed of the optimized assembly increased by 25%.

Як зазначають провідні експерти, із завершенням світової економічної кризи ціни на енергоносії і особливо на природний газ будуть зростати [1].

Як наслідок, використання СПГ в якості альтернативного моторного палива на автомобільному транспорті, за діючою нині однопаливною технологією (бензин або газ), в конвертованих бензинових двигунах з низьким ступенем

стиснення, виглядає доволі проблематичним. Окрім подорожчання газового палива цьому сприяє також і погіршення експлуатаційних показників газобалонних автомобілів [2].

В таких умовах застосування композитних палив (бензогазових сумішей) для живлення транспортних двигунів внутрішнього згорання із залученням дешевих низькооктанових бензинів і СПГ дозволяє суттєво підвищити економічну мотивацію використання альтернативних моторних палив і отримати бажаний екологічний ефект.

В НТУУ “КПІ” та Інституті газу НАН України розроблено бензогазову технологію живлення автомобільних ДВЗ, яка початково була орієнтована на восьмициліндрові двигуни ЗМЗ-510, 513 з іскровим запалюванням для поширення в Україні вантажних автомобілів ГАЗ-53 та ГАЗ-3307.

До переваг цієї універсальної системи відносяться: реалізація трипаливного режиму роботи ДВЗ; автоматичне формування паливної суміші зі змінним октановим числом пропорційно до навантаження і швидкісного режиму двигуна, що дозволяє мінімізувати споживання газового палива транспортними засобами; зменшення зниження потужності двигуна на газовому режимі його роботи, за рахунок впорскування СПГ під надлишковим тиском. Ця оригінальна система побудована на спеціально розробленому редукторі-регуляторі (Р-Р) з керованим вихідним тиском газу [3, 4], який для дослідної експлуатації було реалізовано на конструктивній основі серійного газового редуктора 12.4404010.

Очевидно, що дослідний агрегат створений на базі редуктора газової системи живлення, яка працює за іншим (ежекторним) принципом, має певні резерви для вдосконалення і покращення характеристик.

Оскільки динамічні характеристики бензогазового ДВЗ безпосередньо залежать від швидкості подачі газового компонента сумішевого палива, то для покращення швидкодії редуктора-регулятора було проведено дане дослідження, що спрямоване на покращення його динамічних характеристик шляхом оптимізації конструктивних параметрів за допомогою математичного моделювання робочих процесів.

Для оцінки динамічних характеристик редуктора-регулятора та отримання необхідних даних для перевірки адекватності розробленої математичної моделі [5] було проведено осцилографування перехідних процесів його вихідного ступеня (порожнини В і Г) на спеціальній установці, схема якої представлена на рис.1. Реєстрація процесів виконувалась лабораторним цифровим осцилог-

рафом 28 типу SEA C8-22M/1. Досліди проводились на стисненому повітрі, яке надходило до редуктора-регулятора з касети балонів поз. 2, в діапазоні тисків 18...5 МПа, з різними витратними жиклерами поз.17 при збільшенні і зменшенні витрати газу через P-P.

Для цього на вхід його вакуумної порожнини Г з балону 32 через електромагнітний розподільник 30 подавався стрибкоподібний керуючий сигнал P_d і реєструвалось відповідна реакція вихідного тиску P_3 редуктора-регулятора в порожнині В.

Тиск повітря P_3 і P_d в порожнинах редуктора-регулятора, вимірювався за допомогою датчиків абсолютного тиску ДТ1 і ДТ2 типу МРХ-4250А.

Відлік часових інтервалів перехідного процесу здійснювався за часовою розгорткою на екрані осцилографа, яка для даного експерименту складала 100мс/под.

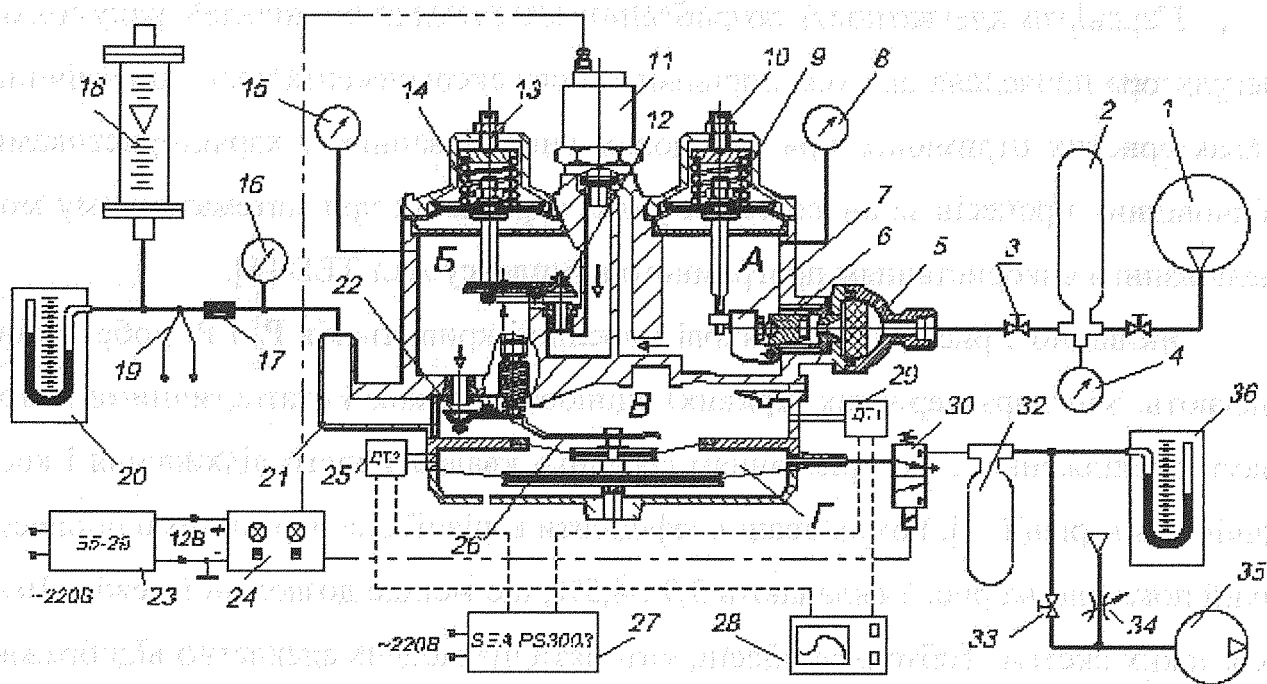


Рис. 1. Схема установки для визначення динамічних характеристик редуктора-регулятора

1- компресор; 2-балони; 3-витратний вентиль; 4,8,15,16-манометри; 5-вхідний штуцер P-P; 6, 12, 22-дросельні клапани P-P; 7, 26, 31-важелі; 9, 14-пружини; 10, 13 –гвинти налаштування; 11-відсічний ЕМК; 17-витратний дросель; 18-ротаметр; 19-термопара; 20, 36-водяні п'єзометри; 21 вихідний штуцер P-P; 23-блок живлення 12В; 24-пульт; 25, 29 – датчики абсолютного тиску; 27-

блок живлення датчиків 5В; 28 – цифровий осцилограф; 30 – пневматичний розподільник; 32 – вакуумний балон; 33-вентиль; 34-дросельний пристрій; 35 вакуумний насос; 37-редуктор-регулятор.

На рис. 2 показана отримана осцилограма зміни керуючого вакууму ΔP_d в порожнині Г і вихідного тиску P_3 в порожнині В, Р-Р, під час перехідного процесу, що був викликаний відкриттям розподільника 30, і нанесені аналогічні криві: $P_d=f(t)$ та $P_3=f(t)$, які отримані розрахунком на математичній моделі.

Видно, що час наростання вакуумного сигналу ΔP_d з 0 до усталеного значення 3,1 кПа (після відкриття розподільника 30), в межах 5% коридору, складає 0,36 с. При цьому, надлишковий тиск повітря P_3 на виході Р-Р починає збільшуватись після затримки біля 0,1с, відносно сигналу P_d , і досягає усталеного рівня 29,5 кПа через 0,4...0,45с.

Перевірка адекватності розроблених математичних моделей редуктора-регулятора проведена шляхом порівняння його експериментальних динамічних характеристик отриманих при стендових випробуваннях з характеристиками відповідних процесів за аналогічних умов, отриманих при математичному моделюванні з використанням програмного комплексу ALLTED [6].

Як видно з рис.2, розрахункові і дослідні криві тисків P_d і P_3 добре співпадають. Збіг характеристик (кривих) оцінювався також і статистичними методами дослідження, з використанням середньо квадратичного відхилення і коефіцієнтів варіації [7]. Розраховані коефіцієнти варіації для перехідного процесу, який показано на рис. 2 складають 3,9 і 4,5%, що менше дозвільної межі – 10% для таких систем. Тобто розроблена математична модель адекватно відображає динамічні процеси газового редуктора-регулятора.

Розроблена математична модель дозволяє визначити довільні показники якості та дослідити вплив на них любого параметру, який використовується в моделі.

Для редуктора-регулятора, що розглядається показником якості була вибрана його швидкодія, яка оцінювалась за значенням часу регулювання t_p вихідного тиску P_3 .

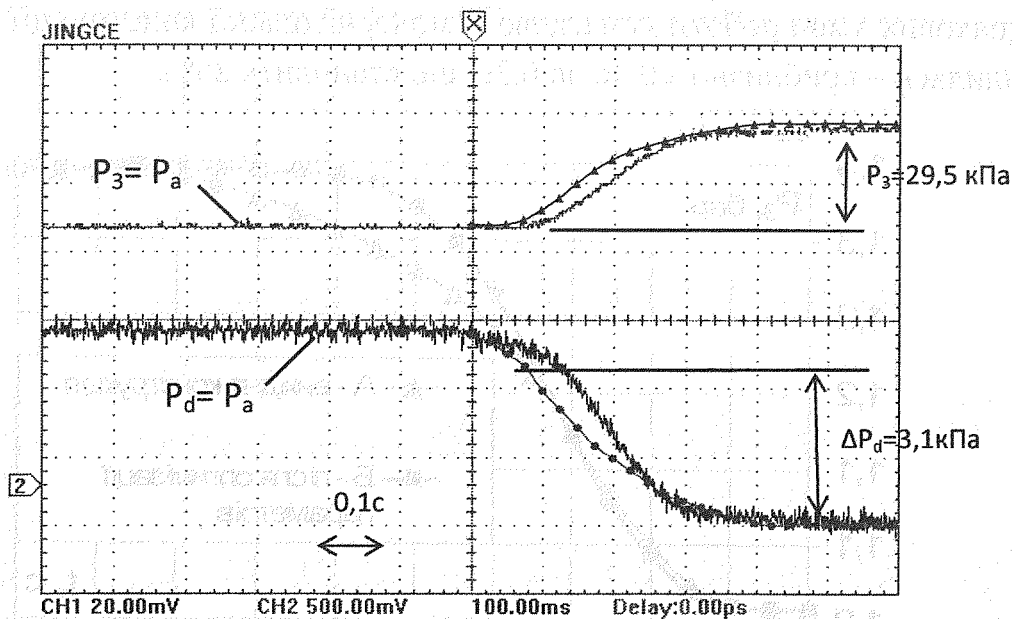


Рис.2. Перехідний процес в РВГ при збільшенні витрати повітря

P_a – атмосферний тиск; розрахункові залежності: ● – $P_d=f(t)$ і ▲ – $P_3=f(t)$;

Час регулювання визначався, як це прийнято в теорії автоматичного регулювання [8], як проміжок часу від моменту подачі вхідного сигналу до моменту, коли значення вихідної величини знайде в 5-ти процентний коридор відносно її усталеного значення.

В процесі чисельного моделювання редуктора-регулятора було досліджено вплив на його динамічні характеристики та показники якості таких конструктивних параметрів, як діаметри жиклерів, об'єми робочих порожнин, маси рухомих частин, розміри мембран та ін.

Аналіз отриманих результатів показав, що найбільш ефективними шляхами зменшення інерційності редуктора-регулятора даної конструкції, без суттєвого погіршення показників точності і стійкості регулювання вихідного тиску газу, є:

- максимальне зменшення паразитного об'єму V_n вакуумної порожнини Г третього ступеня редуктора-регулятора;
- зменшення гідравлічного опору на шляху подачі керуючого вакуумного сигналу до порожнини Г (діаметр отвору з'єднувального штуцера поз. 38);
- зменшення співвідношення плечей клапанного важеля поз. 26.

На рис.3 порівнюються графіки перехідних процесів $P_3=f(t)$, які отримані в результаті чисельного експерименту, що повторює вище згадані натурні випробування агрегату (крива А) та після оптимізації його конструктивних параметрів (крива Б). Як видно, тривалість перехідного процесу (час регулювання),

за однакових умов роботи початкової і модернізованої конструкції Р-Р, суттєво зменшилась – приблизно з 0,4с до 0,3с, що становить 25%.

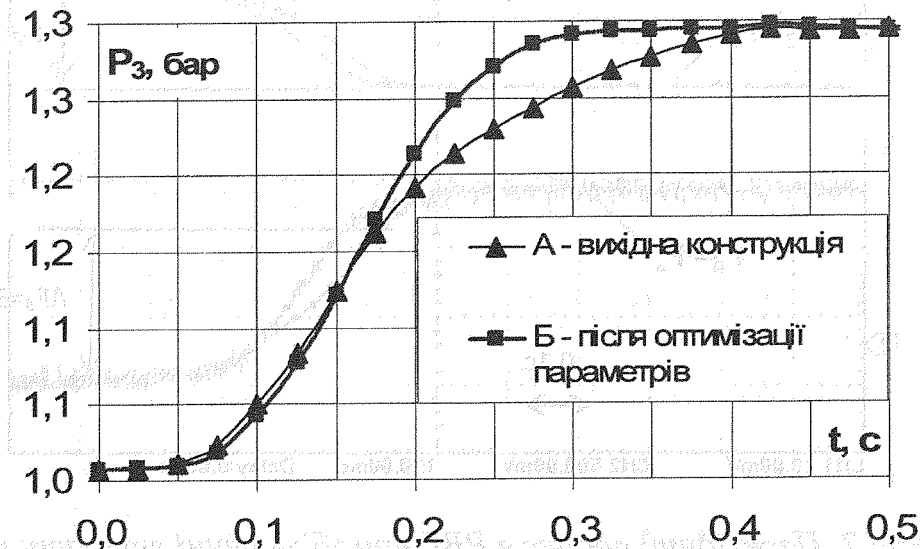


Рис.3. Покращення перехідного процесу редуктора-регулятора

Таким чином, отримана математична модель, дозволяє вести аналіз і проектування газових регуляторів тиску для перспективних газових і газорідних систем живлення двигунів внутрішнього згоряння.

Література

1. Эксперт: Украина столкнется с серьезными проблемами, если не изменит энергетическую модель. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.kyivpost.com/ua/news/money/detail/84779/.
2. Гутаревич Ю.Ф., Матейчик В.П., Клименко А.А. Экономические и экологические показатели автомобилей при замещении бензина природным газом // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту та експлуатації автомобілів. Київ: УТУ, ТAU.-1997.- Вип.3.-с.46-50.
3. Дикий М.О., Петренко В.Г. Инжекторна бензогазова система живлення автомобільного ДВЗ // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту та експлуатації автомобілів: Зб. Наук. Пр. – К.: УТУ, ТAU. – 2002. – вип.13 – С. 175-182.
4. Пат. №33678 України F02M21/00 Система паливного живлення двигуна внутрішнього згоряння.
5. Петренко В.Г., Коваленко А.А., Сухонос А.Ф., Чкалов А.В. Математическая модель редуктора-регулятора бензогазовой системы питания ДВС // Вестник НТУУ «КПИ»: Машиностроение. – К.: 2002. – вып. 42, т.2 – С.

64-68.

6. Оптимальное схемотехническое проектирование в машиностроении: Учеб. Пособие/ А.И.Петренко, В.В.Ладогубец, В.В.Чкалов. – К.: УМК ВО, 1989. – 164 с.
7. Громько Г.Л. Общая теория статистики: Практикум. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 139 с.
8. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро-пнеumo систем. – М.: Машиностроение, 1979. – 424с.