

Абрамчук Ф.І., проф., д.т.н., Харківський автомобільно-дорожній технічний університет

Кузьменко А.П., доц, к.т.н., Харківський автомобільно-дорожній технічний університет

АДАПТАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА МЕМЗ-307 ДЛЯ РОБОТИ НА LPG БЕЗ ПОПЕРЕДНЬОГО ВИПАРОВУВАННЯ

1. Вступ

Сьогодні в якості автомобільного палива часто використовують зріджений вуглеводневий газ (LPG). В основному це пов'язано з економічною доцільністю під час експлуатації транспортного засобу [1]. Однак, в більшості випадків, такі транспортні засоби отримують можливість працювати на газовому паливі в результаті інсталяції додаткової паливної системи без адаптації самих механізмів і систем двигуна. Це призводить до того, що енергетичний потенціал газового палива не використовується в повному обсязі і тягне за собою підвищену витрату палива, зменшення потужності, зниження ресурсу, збільшення випадків відмов в експлуатації.

Основна ідея полягає в тому щоб максимально використовувати енергетичний потенціал LPG, за рахунок удосконалення та адаптації конструкції двигуна. До недавнього часу до складу газової паливної системи обов'язково був включений редуктор-випарник, який дозволяв знизити тиск, а також перетворити агрегатний стан LPG. Це в свою чергу призводило до хорошого сумішоутворення з одночасним зниженням наповнення, а відповідно і потужності двигуна [2,3]. Крім того такі системи не дозволяють реалізувати холодний запуск двигуна на газовому паливі, що вимагає наявності бензинової паливної системи. Сьогодні все частіше можна зустріти газобалонні системи які дозволяють не переводити LPG з рідкого стану в газоподібний перед його подачею в двигун. Однак, як показує практика, позитивні аспекти такої установки часто нівелюються недосконалою конструкцією самого двигуна.

2. Аналіз літературних джерел

Експерименти, проведені в науково-дослідному автомобільному інституті Чжецзянь, показали доцільність впорскування газового палива в двигун без випаровування (рис. 1) [3].

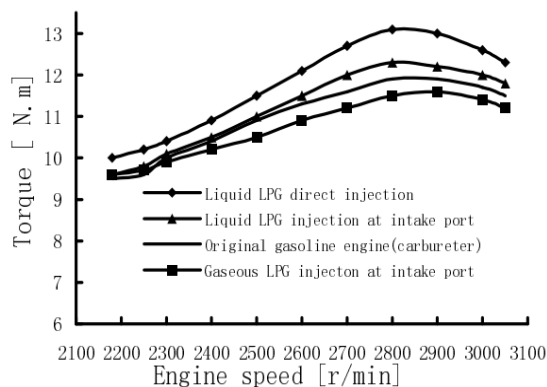


Рисунок 1 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна 170F [3]

При цьому сама висока потужність була отримана при безпосередньому впорскуванні LPG в циліндр двигуна. Однак такий підхід вимагає істотних змін в конструкції корпусних деталей двигуна, і призводить до зниження його надійності. Компромісним варіантом можна вважати уприскування LPG у впускний колектор без попереднього випаровування.

У більшості випадків при виборі даного підходу для використання газового палива у впускний колектор встановлюють розпилювач газового палива, а це тягне за собою зміни прохідного перетину і знижує наповнення циліндра. В роботі [4] запропоновано спосіб установки форсунки перпендикулярно руху повітря у впускному колекторі (рис. 2.).

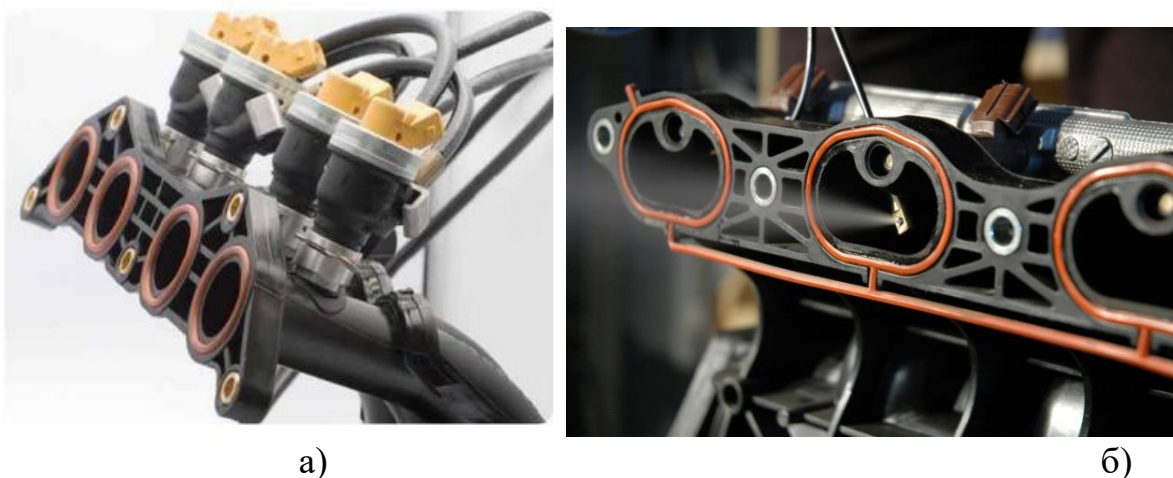


Рисунок 2 – Варіант розміщення газових форсунок у впускному патрубку двигуна [6]
а – колектор із встановленими форсунками б – розміщення розпилювача форсунки в колекторі

Частина деталей кріплення форсунки виступає в проточну частину впускного патрубка і це призводить до збільшення гідравлічного опору руху заряду на впуску. Дане явище відзначається в роботах [1,2].

3. Концепція

Основна технічна ідея полягає в наступному. Використання газової апаратури 5-го покоління дозволяє істотно знизити втрати потужності, навіть в деяких випадках збільшити її за рахунок подачі газу в рідкій фазі. Після впорскування рідкого газу через форсунки, він починає випаровуватися, при цьому істотно знижуючи температуру у впускному патрубку, що, в свою чергу, підвищує коефіцієнт наповнення, а, отже, і потужність двигуна. Схематично реалізація такої паливної апаратури наведена на рис.3.

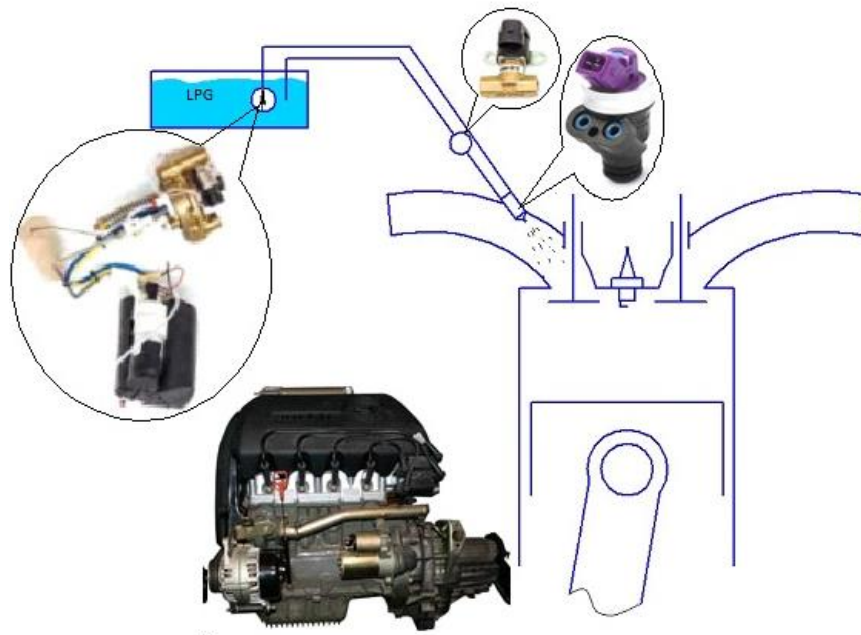
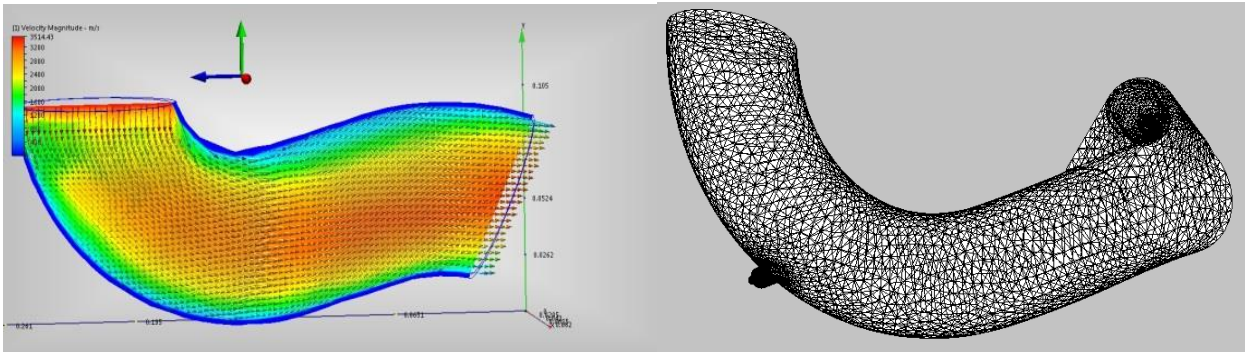


Рисунок 3 – Схема двигуна працюючого на LPG без попереднього випаровування перед подачею

Дослідницький двигун являє собою чотирициліндровий двигун з іскровим запалюванням потужністю до 51,5 кВт при частоті обертання колінчастого вала до 5500 хв^{-1} . Розміри циліндра: діаметр 75 мм, хід поршня 73,5 мм. Установка відрізняється наступними конструктивними особливостями: впорскування палива здійснюється системою розподіленої подачі палива у впускний колектор через індивідуальні форсунки з підвищеним тиском створюваним паливним насосом. Система змащення - комбінована, з мокрим картером. Система охолодження - рідинна, автономна, з додатковою можливістю охолодження шляхом зовнішнього обдування. Запуск двигуна здійснюється за допомогою електричного навантажувального пристрою, що входить до складу випробувального стенду. Для вимірювання параметрів робочого тіла на впуску у впускний трубі 1-го циліндра встановлені дві термопари, на різній відстані від форсунки, а також датчик абсолютного тиску. У голівці циліндра виконаний газовий канал для установки датчика для індіціювання. Випробувальний стенд оснащений усіма необхідними приладами і датчиками для проведення вимірювань параметрів роботи двигуна.

3. Модернізація впускної системи

На даному етапі досліджень основна увага була приділена процесу впуску двигуна який працює на рідкому газі. Місце і спосіб установки форсунки для впорскування LPG робить істотний вплив на наповнення циліндра свіжим зарядом горючою сумішшю. Для вибору місця розташування форсунок проаналізована проточна частина впускного трубопроводу, на предмет розподілу швидкостей руху повітря (рис.4).



В результаті було прийнято рішення, що струмінь від форсунки повинен впорскуватися в зону колектора з максимальною швидкістю і розроблена 3D модель впускного колектора двигуна MeM3-307 з адаптерами під установку газових форсунок (рис. 5.)



Рисунок 5 – 3D модель модернізованого впускного колектора та його фотографія

Така технологія установки газової форсунки дозволила забезпечити наступні вимоги:

1. Гідравлічний опір потоку повітря не змінюється, тому що немає виступаючих деталей кріплення;
2. В повній мірі використовується енергія струменя рідкого палива;
3. Відстань до клапанів дозволяє більшості палива випаруватися до впускного клапана;
4. Дане кріплення форсунок забезпечує високу надійність.

Дослідження проводилося для двигуна 4Ч7,5 / 7,35, який устатковувався системою подачі пропан-бутанової суміші у впускний колектор в зрідженому стані типу GI LSI. Результати випробувань показали, що потужність двигуна при роботі на газовій суміші не втрачається, в порівнянні з бензиновим варіантом (рис. 6).

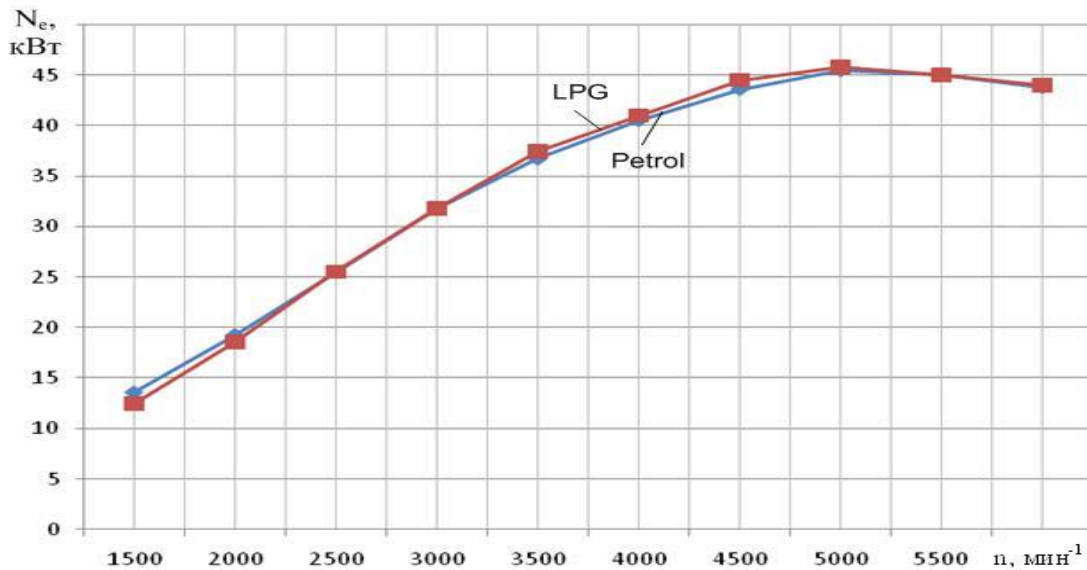


Рисунок 6 – Зовнішня швидкісна характеристика отримана в результаті випробувань

5. Висновки

В процесі роботи був підготовлений моторний стенд для проведення експериментальних досліджень процесу уприскування і випаровування газового палива у впускному колекторі. Для цього було модернізовано впускну систему двигуна для установки газобалонного обладнання 5-го покоління. Було підтверджено, що при уприскуванні скрапленого газу в впускний колектор, коефіцієнт наповнення зростає на 2-6%, за рахунок зниження температури заряду на впуску на 0-35 К.

Література

- 1 Jaworski A. The Effect of Injection Timing on the Environmental Performances of the Engine Fueled by LPG in the Liquid Phase/ A. Jaworski, H. Kuszewski, K. Lejda, A. Ustrzycki// ICE Chapter 5 <http://dx.doi.org/10.5772/54604>, 2012, p. 111-130
- 2 Mares J. Automotive si engine with injection of the liquid lpg into the inlet manifold/ J. Mares, S. Beroun, J.Blasek, R. Holubek // Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol.14, No. 3 2007. p. 385-395.
- 3 Mao Pang. Effect of LPG Injection Methods on Engine Performance. / Advanced Materials Research Vols. 97-101 (2010) pp 2279-2282/doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.97-101.2279.
- 4 Спосіб установки форсунки во впускном колекторе. Режим доступа: <http://www.aerostatudio.ru/instrukcija-vialle-5-pokolenija>.