

УДК 621.433.052.

ПНЕВМАТИЧНИЙ РЕГУЛЯТОР ТИСКУ НАДДУВУ ПОВІТРЯ В ДВИГУНАХ ГАЗОБАЛОННИХ АВТОМОБІЛІВ

Р. Дацюк, к.т.н.

Львівський національний аграрний університет

А. Божок, к.т.н.

Подільський державний аграрний технічний університет

О. Дацюк, інженер

Національний університет «Львівська політехніка»

Ключові слова: стійкість, діафрагма, пальна суміш, відпрацьовані газы, токсичні речовини, перепускний клапан, екологія.

Розглядається питання створення та дослідженню двопаливних газобензинових двигунів сімейства ГАЗ і ЗИЛ, обладнаних газотурбінним наддувом, а також розглянуто питання регулювання тиску наддуву пневматичним регулятором. Ефективність застосування турбонаддуву на газових двигунах полягає у підвищенні потужності на 25-39% у порівнянні з двигуном без наддуву, значному зменшенні токсичних викидів CO, поліпшенні економічності на 8-10%.

Постановка проблеми. За останнє десятиліття значно збільшилось споживання нафти усіма галузями промисловості, що створює дефіцит нафтових палив. Також зростання кількості автотранспортних засобів призводить до збільшення їх споживання двигунами внутрішнього згоряння, а тому вважаємо найбільш перспективною альтернативою нафтовому паливу є природній газ, оскільки запаси його у світовому масштабі є досить великі [1,3]. Необхідно відмітити, що енергетичні можливості газу як палива використовуються недостатньо, внаслідок цього погіршуються їх техніко-економічні показники і тягово-швидкісні властивості, що підвищує собівартість перевезень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як встановлено проведеними раніше дослідженнями [1,3,4,5,6], з метою покращення техніко-економічних і динамічних показників газобалонних автомобілів ефективно застосовувати турбонаддув повітря, який дає можливість відновити втрачену потужність бензинового двигуна, під час переведення його роботи на природній газ. Тому у карбюраторних двигунів, аналогічно

як і дизелів, підвищується масове наповнення циліндрів свіжим зарядом газоповітряної суміші, покращується процес її згоряння і, відповідно, підвищуються техніко-економічні показники. Ефективність застосування турбонаддуву суттєво залежить від тиску наддувного повітря. Вмикання його в систему газообміну двигуна одночасно збільшує тиск p_k не тільки на впуску, але також викликає збільшення протитиску на випуску p_r , що призводить до підвищення температури свіжого заряду T_k . Разом з тим, тиск на впуску впливає на теплові і механічні напруження деталей циліндро-поршневої групи і забезпечення бездетонаційної роботи двигуна.

Оптимальні значення показників роботи двигуна залежать насамперед, від величини p_k , яку можна досягнути шляхом регулювання тиску наддуву на такті впуску [2].

Результати досліджень. Стендові і дорожні випробування автомобілів ЗИЛ-138АН та ЗИЛ-375 з двигунами, які працюють на стисненому природному газі і обладнані газотурбінним наддувом. Для впровадження даного удосконалення розроблено схему і виготовлено конструкцію турбонаддуву обладнану регулятором тиску наддуву повітря, яка зображена на рис.1.

Робота турбонаддуву полягає у наступному. Газ з редуктора 20 надходить у карбюратор-змішувач 17 під надлишковим тиском, для чого задіафрагмові порожнини у першому і другому ступенях серійного двоступінчастого редуктора низького тиску сполучені не з атмосферою, а з впускним патрубком карбюратора-змішувача 17, у який подається повітря з турбокомпресора 7.

Під час роботи на газовому паливі стиснений газ з балонів через відчинений вентиль 3 надходить у підігрівач 1, крізь який проходять ВГ, підігрівається і надходить до редуктора 2, де тиск газу знижується до 0,8-1,2 МПа і далі, через електромагнітний клапан-фільтр 4 проходить, у двоступінчастий редуктор 20. Тут він досягає тиску 0,18-0,20 МПа у першому ступені, а у другому залежить від тиску наддуву.

В подальшому газ надходить у газоповітряний карбюратор-змішувач 17, у який одночасно від турбокомпресора 7 через повітроохолоджувач 14 подається стиснене повітря.

Під час роботи на бензині турбокомпресор вмикається шляхом перепуску відпрацьованих газів з колектора 5 поза турбіною за допомогою перепускнуої заслінки 6, на яку діє пневмоциліндр 8, що працює під тиском газу, який надходить з редуктора 4. В цьому випадку повітря спрямовується у карбюратор-змішувач безпосередньо крізь зворотний клапан 19. Бензин подається через бензиновий електромагнітний клапан-фільтр 16.

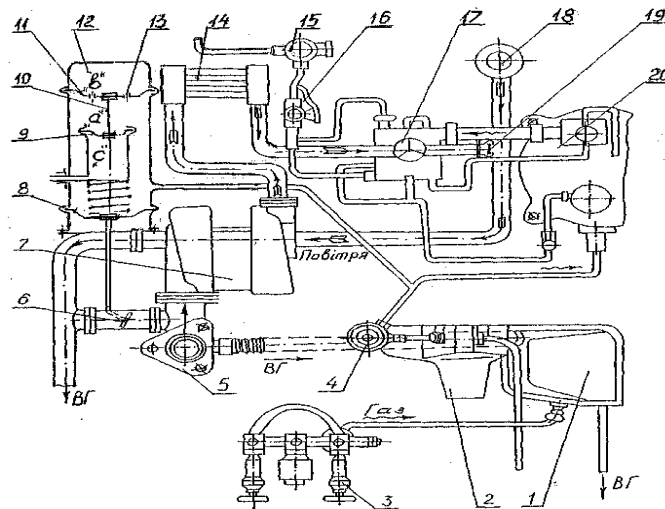


Рис.1. Схема турбонаддуву газобензинового двигуна, обладнаного пневматичним регулятором тиску наддувного повітря:

1- підігрівач газу, 2- редуктор високого тиску, 3- витратний вентиль, 4- газовий електромагнітний клапан-фільтр, 5- колектор випускний, 6- заслінка перепуску відпрацьованих газів (ВГ), 7- турбокомпресор, 8-виконавча мембрана, 9-мембрана диференціатора, 10-тяги, 11-дросельна заслінка, 12- диференціальний регулятор, 13-дросель «а», «в», «с»- камери диференціального регулятора, 14-повітроохолоджувач, 15-бензонасос, 16- електромагнітний бензиновий клапан,18- повітроочисник, 19- зворотній клапан, 20- газовий редуктор низького тиску.

Газотурбінний наддув досліджуваних двигунів було обладнано вітчизняним турбокомпресором ТКР-7. Його вибір здійснено шляхом суміщення витратних характеристик турбокомпресора з гідравлічними характеристиками двигунів, аналіз яких підтвердив правильність прийнятого рішення.

Отримані результати досліджень засвідчують про значне покращення техніко-економічних та екологічних показників газових двигунів застосуванням газотурбінного наддуву [4].

Регулювання тиску на впуску p_k , по суті, є одним із шляхів обмеження величини $P_{кmax}$, теплового і механічного напруження і забезпечення бездето-наційної роботи двигуна. Регулювання турбонаддуву може здійснюватися шляхом перепуску відпрацьованих газів, змінюванням положення заслінки 6, за регулюючим сигналами, сформованими диференціальним регулятором 12 з використанням наддувного повітря. При надходженні в регулятор повітря від редуктора 4, через наявність дроселя 13, в камері «в» тиск буде наростати повільніше ніж в камері «а» різко створюючи в останній додатковий тиск. Від результативного тиску

мембрана 8 різко діятиме на заслінку 6, повертаючи її в нове положення на величину, пропорційну зміні вхідного тиску і швидкості (перший похідний) від його змінювання. Управління пневмоприводом електронне. Основним параметром, в залежності від якого змінюється положення заслінки (байпасу) є витрата повітря. Її переміщення відбувається у відповідності з закладеною в електронний блок програмою. В той же час наявність зворотних зв'язків дозволяє коректувати положення цих елементів і величину тиску наддуву. З досвіду фірми "Nissan" регулювання тиску наддуву за допомогою заслінки і перепускного клапана є оптимальним.

Про результати випробувань можна судити за зовнішніми швидкісними характеристиками газового двигуна ЗИЛ-375 при роботі на газі з турбонаддувом, на газі без наддуву і бензині (рис.2).

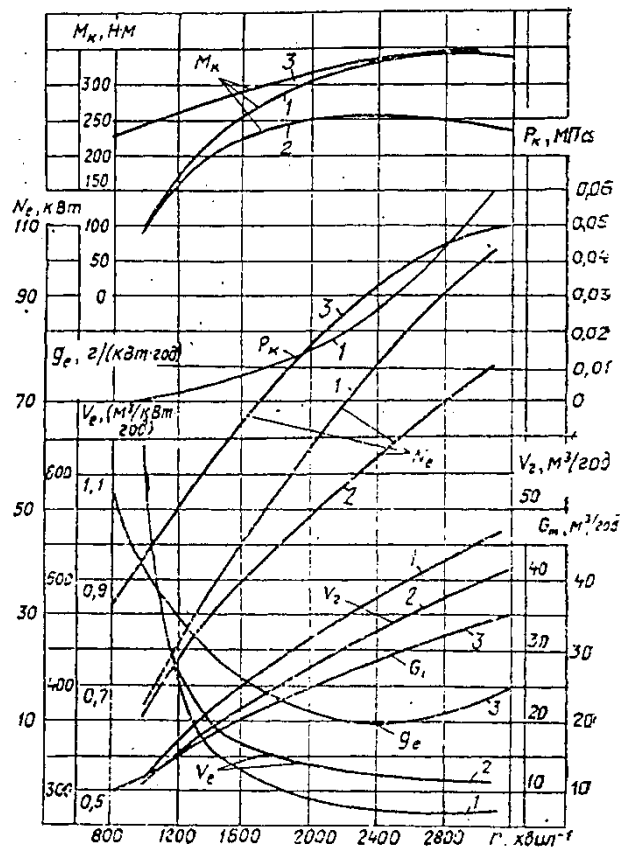


Рис.2. Зовнішні швидкісні характеристики газового двигуна ЗИЛ-375: 1 – газ з наддувом; 2 – газ без наддуву; 3 – бензин; G_i – годинна витрата палива; g_e – питома витрата палива; M_k – крутний момент; p_k – тиск наддуву; N_e – ефективна потужність; V_e – об'ємна витрата газу; V_e – питома витрата газу.

Варто зазначити, що в процесі випробувань деякі досліді показали, що зі зміною розмірів прохідних перерізів газу двоступеневого газового редуктора можна досягти збільшення потужності двигуна і зменшення витрати газу, і особливо, при роботі двигуна на газі з турбонаддувом.

При максимальному тиску турбонаддуву $p_k=0,06\text{МПа}$ номінальна потужність двигуна збільшується приблизно на 20 кВт, тобто в 1,25 рази в порівнянні з двигуном без турбонаддуву. Питома витрата газового палива при цьому зменшується на 9-11%. Але крива показників потужності двигуна з турбонаддувом зі зменшенням частоти обертання двигуна проходить нижче кривої потужності двигуна без турбонаддуву. Також нижче розташована крива крутного моменту. Це пояснюється різким зниженням тиску наддування зі зменшенням частоти обертання двигуна [5]

Таким чином, газовий двигун ЗИЛ-375 обладнаний турбонаддувом може повністю компенсувати втрату потужності у порівнянні з роботою його на бензині, що дозволить скоротити витрати газу, приблизно, на 8-12%. Викиди токсичних компонентів зменшуються на 10%.

Отже, ефективність турбонаддуву з регулюванням величини P_k знаходиться в прямій залежності від перепуску частини відпрацьованих газів поза турбіною турбокомпресора на двигунах сімейств ЗИЛ і ГАЗ вимагає проміжного охолодження наддувного повітря, а також автоматизації керування турбонаддувом із введенням в закон керування сигналу пропорційного зміні тиску наддуву і швидкості (першій похідній) від його зміни [6].

Висновки. Аналіз систем регулювання наддуву свідчить, що в даний час у газобензинових двигунах автомобілів він здійснюється виключно застосуванням турбокомпресорів, які регулюються. Застосування пневматичного регулятора тиску наддуву повітря у цих двигунах під час роботи на газі дозволяє досягти і дещо перевищити потужність, яку двигун розвиває при роботі на бензині. Разом з цим підвищується його економічність – питома витрата палива знижується на 7-10%. Тягово-динамічні показники зростають, в середньому, на 25% на різних режимах роботи.

Бібліографічний список

1. Андреев А. И., Крамарь Н.П. Турбонаддув современных бензиновых двигателей. НИИИН автопром. М.: 1982.
2. Райков Н. Я. Испытание двигателей внутреннего сгорания. М.: Высшая школа, 1975.
3. Дацюк Р. Ю. Підбір турбокомпресора для універсальних газових двигунів // Труды ТГАТА вып. 2. Том.9. Мелитополь 1997. – С.41-44.

4. Дацюк Р. Ю., Зварич Б. М., Фурманов М. М. Вибір оптимальних регулювань системи живлення газобензинового двигуна ЗИЛ – 138А з турбонаддувом. // Вісник ЛДАУ. Агроінженерні дослідження, №4. Львів. 2000. – с. 236-240.

6. Дацюк Р. Ю., Вплив навантажень на техніко-економічні показники двигуна ЗИЛ-38А з турбонаддувом. // Вісник ЛДАУ “Агроінженерні дослідження” №4. Львів. 2000. – С. 227-233.

7. Дацюк Р. Ю., Ковалишин С. Й. Регулювання тиску наддуву повітря двигунів газобалонних автомобілів. // Вісник ЛДАУ. Агроінженерні дослідження, №4. Львів. 2000. – С. 211-217.

Datsyuk R., Bozhok A., Datsyuk O. Air pressure regulator boost air engines autogas vehicles

The report focuses on the creation and study of Bi-Fuel engines hazobenzynovyh family GAZ and ZIL equipped with turbine superchargers and considered appropriate control boost pressure.

Efficacy of turbocharger for gas engines is to increase capacity by 25-39% compared to naturally aspirated engines, significantly reducing toxic emissions of CO, improving efficiency by 8-10%.

Key words: gain, stability, diaphragm, fuel mixture, exhaust gases, toxic substances, waste-gate, ecology.

Дацюк Р., Божок А., Дацюк О. Пневматический регулятор давления наддува воздуха в двигателях газобаллонных автомобилей

Рассматривается вопрос создания и исследование двухтопливных газобензиновых двигателей семейства ГАЗ и ЗИЛ, оборудованных газотурбинным наддувом, а также рассмотрен вопрос целесообразности регулирования давления наддува воздуха пневматическим регулятором.

Эффективность применения турбонаддува на газовых двигателях заключается в повышении мощности на 25-39% по сравнению с двигателем без наддува, значительном уменьшении токсичных выбросов CO, улучшении экономичности на 8-10%.

Ключевые слова: коэффициент усиления, устойчивость, диафрагма, горючая смесь, отработанные газы, токсические вещества, перепускной клапан, экология.