

Корисна модель належить до двигунобудування, а саме до систем живлення двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) з утилізацією теплоти та подачею кисневмісного газу до впускного трубопроводу.

Відомо, що двигун внутрішнього згоряння (теплова машина) не всю теплоту, яка отримується з палива, перетворює в роботу, велика її частина (до 60 %) не використовується [1]. Розподіл теплоти двигуна внутрішнього згоряння описується рівнянням теплового балансу, в якому до 40 % теплоти йде на виконання механічної роботи, близько 20 % відводиться в систему охолодження, до 8 % в систему мащення і близько 32 % виводиться з відпрацьованими газами [2, 3].

Недоліком є те, що великі втрати теплоти і визначають низький ефективний коефіцієнт корисної дії двигуна внутрішнього згоряння [4] та, в цілому, коефіцієнт використання теплоти, що вводиться в двигун внутрішнього згоряння з паливом.

Відома система живлення двигуна внутрішнього згоряння з передпусковою електричною системою, яка підігріває повітря на впуску для полегшеного запуску двигуна [5], вона складається з ключа запалювання КЗ, реле керування свічкою розжарювання, свічки розжарювання, впускного трубопроводу, впускного трубопроводу, контрольної лампи часу передпускового підігріву. Живлення передпускової електричної системи здійснюється від штатної акумуляторної батареї.

Система передпускового підігріву двигуна внутрішнього згоряння працює таким чином. Після повороту ключа запалювання, свічка розжарювання, через реле керування свічкою розжарювання, підключаються безпосередньо до акумуляторної батареї, в цей же час на щитку приладів загоряється контрольна лампа часу передпускового підігріву - світлодіод (із зображенням спіралі), через деякий час контрольна лампа гасне, що свідчить про розігрів свічок розжарювання і готовність двигуна до запуску. Час і режим роботи свічок розжарювання контролюється реле керування.

При прокручуванні колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння потік повітря підігрівається у впускному трубопроводі від свічок розжарювання, чим полегшується запуск двигуна, особливо холодного.

Недоліком такої системи є те, що система не дозволяє утилізувати теплоту, що відводиться з відпрацьованими газами та джерелом енергії для свічки розжарювання системи передпускового підігріву двигуна внутрішнього згоряння є акумуляторна батарея, що є додатковим навантаженням на акумуляторну батарею, що приводить до зменшення її ресурсу роботи.

Відома система живлення двигуна внутрішнього згоряння з утилізацією теплоти [6] включає ДВЗ, термоелектричні перетворювачі, які розміщено на впускному трубопроводі, ключа запалювання КЗ, накопичувача електричного заряду, реле керування свічкою розжарювання, свічки розжарювання, встановленої у впускному трубопроводі та контрольної лампи часу передпускового підігріву, двигуна внутрішнього згоряння.

Система живлення ДВЗ з утилізацією теплоти працює таким чином. При роботі ДВЗ теплота з відпрацьованими газами надходить до впускного трубопроводу, на якому розміщено термоелектричні перетворювачі, в яких частина теплоти перетворюється в електричний струм, що надходить до накопичувача електричного заряду (наприклад, акумуляторна батарея, конденсаторний блок, тощо), де і накопичується.

При запуску ДВЗ переведенням ключа запалювання КЗ в перше положення замикаються контакти, під'єднуючи накопичувач електричного заряду до реле керування свічкою розжарювання, яке подає струм на свічку розжарювання та контрольну лампу часу передпускового підігріву. Вимикання контрольної лампи часу передпускового підігріву, свідчить про розжарювання свічки розжарювання. При переведенні ключа запалювання КЗ в друге положення і прокручуванні колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння стартером холодне повітря підігрівається у впускному трубопроводі від свічки розжарювання, чим полегшується запуск холодного ДВЗ. При роботі ДВЗ електричний струм, що утворився в термоелектричних перетворювачах, накопичується в накопичуванні електричного струму з подальшим використанням в наступних запусках ДВЗ.

Недоліком такої системи є те, що система не дозволяє в повній мірі утилізувати теплоту, що відводиться з відпрацьованими газами, здійснювати знешкодження (нейтралізацію) шкідливих речовин відпрацьованих газів, що зменшить забруднення навколишнього середовища викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами, покращити паливну економічність ДВЗ при роботі на повних навантаженнях і близьких до них.

Найближчим аналогом є система живлення двигуна внутрішнього згоряння з утилізацією теплоти та підігрівом каталітичного нейтралізатора [7] включає термоелектричні перетворювачі, які розміщено на впускному трубопроводі, ключа запалювання КЗ, накопичувача електричного заряду, реле керування свічкою розжарювання, свічки розжарювання, встановленої у впускному трубопроводі та контрольної лампи часу передпускового підігріву, двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), каталітичного нейтралізатора, додаткові термоелектричні перетворювачі, які встановлені на каталітичному нейтралізаторі, датчика температури, вмонтованого в каталітичний нейтралізатор, електронного блока управління (ЕБУ).

Система живлення двигуна внутрішнього згоряння з утилізацією теплоти та підігрівом

каталітичного нейтралізатора працює таким чином.

При роботі ДВЗ теплота з відпрацьованими газами надходить до випускного трубопроводу, на якому розміщено термоелектричні перетворювачі, в яких частина теплоти перетворюється в електричний струм, що надходить до накопичувача електричного заряду (наприклад, акумуляторна батарея, конденсаторний блок, тощо), де і накопичується.

При запуску двигуна внутрішнього згоряння переведенням ключа запалювання КЗ в перше положення замикаються контакти, під'єднуючи накопичувач електричного заряду до реле керування свічкою розжарювання, яке подає струм на свічку розжарювання, контрольну лампу часу передпускового підігріву та електронний блок управління (ЕБУ). При недостатній температурі початку ефективної роботи каталітичного нейтралізатора, про що свідчить сигнал від датчика температури, (наприклад - при запуску холодного двигуна) ЕБУ надсилає електричний струм із накопичувача електричного заряду на додаткові термоелектричні перетворювачі, які встановлені на каталітичному нейтралізаторі, чим розігрівають каталітичний нейтралізатор, підвищуючи його температуру до заданої, зменшуючи час до початку ефективної роботи, а значить і викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами ДВЗ, зменшуючи забруднення навколишнього середовища.

Вмикання контрольної лампи часу передпускового підігріву, свідчить про розжарювання свічки розжарювання. При переведенні ключа запалювання КЗ в друге положення і прокручуванні колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння стартером холодне повітря підігрівається у впускному трубопроводі від свічки розжарювання, чим полегшується запуск холодного ДВЗ, а каталітичний нейтралізатор - ефективно нейтралізувати шкідливі речовини відпрацьованих газів. При роботі ДВЗ і зростанні температури в каталітичному нейтралізаторі, про що свідчить величина сигналу від датчика температури, ЕБУ призупиняє подачу електричного струму з накопичувача електричного заряду до додаткових термоелектричних перетворювачів, які переходять в режим перетворення теплоти в електричний струм. При роботі ДВЗ в режимах з низькою температурою відпрацьованих газів (наприклад - режими холостого ходу, малих навантажень) за сигналом від датчика температури ЕБУ переводить каталітичний нейтралізатор в режим підігріву, підтримуючи задану температура початку ефективної роботи. При роботі ДВЗ електричний струм, що утворився в термоелектричних перетворювачах та додаткових термоелектричних перетворювачах накопичується в накопичувачі електричного струму - з подальшим використанням в наступних запусках ДВЗ та підтриманні заданої температури початку ефективної роботи каталітичного нейтралізатора.

Недоліком такої системи є те, що система не дозволяє в повній мірі утилізувати теплоту, що відводиться з відпрацьованими газами, здійснювати знешкодження (нейтралізацію) шкідливих речовин відпрацьованих газів, що зменшить забруднення навколишнього середовища викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами, покращити паливну економічність при роботі ДВЗ на повних навантаженнях і близьких до них в результаті роботи двигуна на збагачених паливоповітряних сумішах.

Задачею корисної моделі є забезпечення додаткової подачі кисневмісного газу (наприклад закиси азоту N_2O), що призводить до покращення повноти вигорання палива, підвищення потужності двигуна, забезпечення ефективної роботи каталітичного нейтралізатора на номінальних режимах роботи та близьких до них, до зменшення забруднення навколишнього середовища викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами, поліпшення паливної економічності ДВЗ та дозволить покращити ефективність використання теплоти, введеної з паливом в циліндри двигуна внутрішнього згоряння, забезпечення додаткової утилізації частини теплоти відпрацьованих газів шляхом перетворення її в електричний струм з накопиченням в накопичувачі та використання його для підігріву каталітичного нейтралізатора для підтримання заданої температури початку роботи каталітичного нейтралізатора при запуску холодного ДВЗ та роботі в режимах з низькою температурою відпрацьованих газів.

Поставлена задача вирішується тим, що у систему живлення двигуна внутрішнього згоряння з утилізацією теплоти та подачею кисневмісного газу, яка складається з ключа запалювання, реле керування свічкою розжарювання, свічки розжарювання, впускного трубопроводу, випускного трубопроводу, контрольної лампи часу передпускового підігріву, термоелектричних перетворювачів, які розміщено на випускному трубопроводі, накопичувача електричного заряду, каталітичного нейтралізатора, додаткових термоелектричних перетворювачів, які встановлені на каталітичному нейтралізаторі, датчика температури, вмонтованого в каталітичний нейтралізатор, електронного блоку управління, згідно з корисною моделлю, додатково введено датчик складу паливоповітряної суміші, встановленого у впускному трубопроводі, датчик частоти обертання, балон кисневмісного газу, електромагнітний клапан, електричний дозатор кисневмісного газу, газова форсунка, датчик положення дросельної заслінки.

У впускному трубопроводі встановлюється газова форсунка, через яку додатково подається кисневмісний газ через електричний дозатор і електромагнітний клапан із балона кисневмісного газу, встановленого в системі живлення, при роботі ДВЗ на повних (номінальних) навантаженнях і близьких до них. Початок подачі кисневмісного газу здійснюється електронним блоком управління (ЕБУ) на основі сигналів від датчиків частоти обертання та положення дросельної заслінки (положення органа

подачі палива) та стехіометричний склад паливоповітряної суміші на цих режимах роботи ДВЗ підтримується датчиком складу суміші, встановленому у випускному трубопроводі двигуна. У випускній системі двигуна внутрішнього згоряння встановлюється каталітичний нейтралізатор з датчиком температури та розміщеними на каталітичному нейтралізаторі додатковими термоелектричними перетворювачами (перетворення теплоти в електричний струм ефект Зеебека, перетворення електричного струму в теплоту - ефект Пельтьє), електричний струм в подальшому використовується для підігріву і підтримання заданої температури початку роботи каталітичного нейтралізатора при запуску холодного ДВЗ та роботі в режимах з низькою температурою відпрацьованих газів, накопичення електричного струму в накопичувачі (наприклад акумуляторній батареї, конденсаторному блоці, тощо).

Система живлення двигуна внутрішнього згоряння з утилізацією теплоти та подачею кисневмісного газу (креслення) включає термоелектричні перетворювачі 1, які розміщено на випускному трубопроводі 2, ключ запалювання КЗ 3, накопичувач електричного заряду 4, реле керування свічкою розжарювання 5, свічку розжарювання 6, встановлену у впускному трубопроводі 8 та контрольну лампу часу передпускового підігріву 7, двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) 9, каталітичний нейтралізатор 10, додаткові термоелектричні перетворювачі 11, які встановлені на каталітичному нейтралізаторі 10, датчик температури 12, вмонтованого в каталітичний нейтралізатор 10, електронний блок управління (ЕБУ) 13, додатково введено: датчик складу паливоповітряної суміші 14, встановленому у випускному трубопроводі 2 ДВЗ, датчик частоти обертання 15, балон кисневмісного газу 16 (наприклад, закису азоту N_2O), електромагнітний клапан 17, електричний дозатор кисневмісного газу 18, газову форсунку 19, датчик положення дросельної заслінки 20.

Система живлення двигуна внутрішнього згоряння з утилізацією теплоти та подачею кисневмісного газу працює таким чином. При роботі ДВЗ 9 теплота з відпрацьованими газами надходить до випускного трубопроводу 2, на якому розміщено термоелектричні перетворювачі 1, в яких частина теплоти перетворюється в електричний струм, що надходить до накопичувача електричного заряду 4 (наприклад акумуляторна батарея, конденсаторний блок, тощо), де і накопичується.

При запуску двигуна внутрішнього згоряння 9 переведенням ключа запалювання КЗ 3 в перше положення замикаються контакти, під'єднуючи накопичувач електричного заряду 4 до реле керування 5 свічкою розжарювання 6, яке подає струм на свічку розжарювання 6, контрольну лампу часу передпускового підігріву 7 та електронний блок управління (ЕБУ) 13. При недостатній температурі початку ефективної роботи каталітичного нейтралізатора 10, про що свідчить сигнал від датчика температури 12, (наприклад - при запуску холодного двигуна) ЕБУ 13 надсилає електричний струм із накопичувача електричного заряду 4 на додаткові термоелектричні перетворювачі 11, які встановлені на каталітичному нейтралізаторі 10, чим розігрівають каталітичний нейтралізатор 10, підвищуючи його температуру до заданої, зменшуючи час до початку ефективної роботи, а значить і викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами ДВЗ, зменшуючи забруднення навколишнього середовища. Вимикання контрольної лампи часу передпускового підігріву 7, свідчить про розжарювання свічки розжарювання 6. При цьому сигнали від датчика складу паливоповітряної суміші 14, датчика частоти обертання 15 на ЕБУ 13 - відсутні, а сигнал від датчика положення дросельної заслінки 20 відповідає проміжному положенню дросельної заслінки, відмінному від повного або близького до нього. ЕБУ 13 не подає електричний струм на електромагнітний клапан 17 та електричний дозатор кисневмісного газу 18, чим унеможливується подача кисневмісного газу через газову форсунку 19 до впускного трубопроводу 8. При переведенні ключа запалювання КЗ 3 в друге положення і прокручуванні колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння 9 стартером (на кресл. не показаний) холодне повітря підігрівається у впускному трубопроводі 8 від свічки розжарювання 6, чим полегшується запуск холодного ДВЗ 9, а каталітичному нейтралізатору 10 дозволяє ефективно нейтралізувати шкідливі речовини відпрацьованих газів. При роботі ДВЗ 9 в проміжних навантажувальних режимах, відмінних до повних, або близьких до них, про що свідчить надходження сигналу до ЕБУ 13 від датчика положення дросельної заслінки 20, ЕБУ 13 не подає електричний струм на електромагнітний клапан 17 та електричний дозатор кисневмісного газу 18, чим унеможливується подача кисневмісного газу через газову форсунку 19 до впускного трубопроводу 8. При зростанні температури в каталітичному нейтралізаторі 10, про що свідчить величина сигналу від датчика температури 12, ЕБУ 13 призупиняє подачу електричного струму з накопичувача електричного заряду 4 до додаткових термоелектричних перетворювачів 11, які переходять в режим перетворення теплоти в електричний струм. При роботі ДВЗ 9 в режимах з низькою температурою відпрацьованих газів (наприклад - режими холостого ходу, малих навантажень) за сигналом від датчика температури 12 ЕБУ 13 переводить каталітичний нейтралізатор 10 в режим підігріву, підтримуючи задану температура початку ефективної роботи. При роботі ДВЗ 9 електричний струм, що утворився в термоелектричних перетворювачах 1 та додаткових термоелектричних перетворювачах 11 накопичується в накопичувачі електричного струму - 4 з подальшим використанням при наступних запусках ДВЗ 9 та підтриманні заданої температури початку ефективної роботи каталітичного нейтралізатора 10. При повному або близькому до нього відкритті

дросельної заслінки, тобто роботі ДВЗ 9 з повним навантаженням або близьким до нього, ДВЗ 9 при цьому працює на збагаченій паливоповітряній суміші, сигнали від датчика положення дросельної заслінки 20 та датчика частоти обертання 15 подаються на ЕБУ 13, який подає електричний струм на електромагнітний клапаном 17 балона кисневмісного газу 16 (наприклад закису азоту N_2O) та електричний дозатор кисневмісного газу 18, чим забезпечується додаткова подача кисневмісного газу через газову форсунку 19 до впускного трубопроводу 8, а значить в циліндри ДВЗ 9, за сигналом від датчика складу паливоповітряної суміші 14, встановленому у випускному трубопроводі 2 ДВЗ 9, ЕБУ 13 електричним дозатором кисневмісного газу 18 регулює подачу необхідної кількості кисневмісного газу, що призводить до збіднення паливоповітряної суміші до стехіометричного складу, забезпечуючи продовження ефективної роботи каталітичного нейтралізатора 10 на номінальних режимах роботи та близьких до них ДВЗ 9, в наслідок чого зменшується забруднення навколишнього середовища викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами, збільшується повнота вигорання палива, збільшуючи потужність, поліпшуючи паливну економічність ДВЗ 9 та дозволяє покращити ефективність використання теплоти, введеної з паливом в циліндри двигуна внутрішнього згорання 9. Додаткова теплота, що утворюється при знешкодженні шкідливих речовин у каталітичному нейтралізатора 10, додатковими термоелектричними перетворювачами 11, які встановлені на каталітичному нейтралізаторі 10, перетворюється в електричний струм, який накопичується в накопичуваних електричного заряду 4 з подальшим використанням для розігріву свічки розжарювання 6, чим полегшується запуск холодного ДВЗ 9 та розігріву каталітичного нейтралізатора 10 при запуску холодного ДВЗ 9 та роботі з низькою температурою відпрацьованих газів, забезпечуючи ефективну нейтралізацію шкідливих речовини відпрацьованих газів.

При зменшенні відкриття дросельної заслінки (органа дозування палива) до заданого в ЕБУ 13, сигнал від датчика положення дросельної заслінки 20 відсутній, ЕБУ 13 знеструмлює електромагнітний клапаном 17 балона кисневмісного газу 16 (наприклад, закису азоту N_2O) та електричний дозатор кисневмісного газу 18, чим унеможливується додаткова подача кисневмісного газу через газову форсунку 19 до впускного трубопроводу 8, а значить в циліндри ДВЗ 9.

В результаті подачі додаткової кількості кисневмісного газу з балона кисневмісного газу 16 (наприклад, закису азоту N_2O) через електромагнітний клапаном 17 і електричний дозатор кисневмісного газу 18, газову форсунку 19 до впускного трубопроводу 2 при роботі ДВЗ 9 на повних навантаженнях або близьких до них та підтримання стехіометричного складу паливоповітряної суміші ЕБУ 13 на основі сигналів від датчика частоти обертання 19, датчика положення дросельної заслінки 20 та датчика складу паливо повітряної суміші 14 забезпечується більша повнота вигорання палива, ефективна робота каталітичного нейтралізатора 10, підвищення потужності та поліпшення паливної економічності ДВЗ 9, отримання електричного струму в термоелектричних перетворювачах 1 та додаткових термоелектричних перетворювачах 11 шляхом перетворення теплоти, яка відводиться з відпрацьованими газами, частина теплоти утилізується. Це дає змогу підвищити ефективність використання теплоти, введеної в циліндри двигуна внутрішнього згорання 9 з паливом, покращити запуск непрогрітого ДВЗ, забезпечити підтримання заданої температури початку ефективної роботи каталітичного нейтралізатора 10 при запуску холодного ДВЗ та роботі в режимах з низькою температурою відпрацьованих газів, що призводить до зменшення забруднення навколишнього середовища викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами, покращити паливну економічність ДВЗ, суттєво зменшити навантаження на штатну акумуляторну батарею (на кресл. не показана), продовжити ресурс її роботи.

Джерела інформації:

1. Дьяченко В.Г. Теория двигателей внутреннего сгорания / В. Г. Дьяченко. - Харьков: ХНАДУ, 2009. - 500 с.
2. Ваншейдт В. А. Конструирование и расчет прочности судовых дизелей / В. А. Ваншейдт. - Л.: Судостроение, 1969. - 640 с.
3. Автомобильные двигатели / Под ред. М. С. Ховаха. - М.: Машиностроение, 1977. - 591 с.
4. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. Орлина А. С., Круглова М. Г. - М.: Машиностроение, 1983. - 372 с.
5. Автомобили МАЗ-64227, МАЗ-54322: Устройство, техническое обслуживание, ремонт / М. С. Высоцкий, Л. Х. Гигелес, Л. И. Кадошко и др. - М.: Транспорт, 1987. - 191 с.
6. Патент на корисну модель № 128242 UA, МПК (2018.01), F02P 7/00, F02N 11/00. Система живлення двигуна внутрішнього згорання з утилізацією теплоти / А. О. Корпач, М. І. Гуменчук, О. А. Корпач; Національний транспортний університет. - Заявл. 20.03.2018; Опубл. 10.09.2018; Бюл. № 17. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/238396/>.
7. Патент на корисну модель № 157750 UA, МПК F01P 3/22 (2006.01). Система живлення двигуна внутрішнього згорання з утилізацією теплоти та підігрівом каталітичного нейтралізатора /А. О. Корпач, О. А. Корпач; Національний транспортний університет. Заявл. 04.04.2024; Опубл. 20.11.2024, Бюл. № 47. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1827883/>.

