



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 122872

(13) C2

(51) МПК

B60K 6/12 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2017 12711	(72) Винахідник(и): Воронков Олександр Іванович (UA), Нікітченко Ігор Миколайович (UA), Тесленко Едуард Вікторович (UA), Назаров Артем Олександрович (UA), Колеснікова Тетяна Миколаївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 21.12.2017	(73) Володілець (володільці): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA), Воронков Олександр Іванович, вул. Р. Ейдемана, 13-а, кв. 111, м. Харків, 61118 (UA), Нікітченко Ігор Миколайович, вул. Грицевца, 51-а, кв. 28, м. Харків, 61162 (UA), Тесленко Едуард Вікторович, пр. Постишева, 2/1, кв. 2, м. Харків, 61145 (UA), Назаров Артем Олександрович, пр. Студентський, 10, кв. 435, м. Харків, 61024 (UA), Колеснікова Тетяна Миколаївна, ж/м Тополя-3, 51, корп. 1, кв. 95, м. Дніпропетровськ, 49005 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 14.01.2021	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 111860 C2, 24.06.2016 UA 101604 U, 25.09.2015 EP 1988294 A2, 05.11.2008 US 7543668 B1, 09.06.2009 US 2013247854 A1, 26.09.2013
(41) Публікація відомостей про заявку: 27.08.2018, Бюл.№ 16	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 13.01.2021, Бюл.№ 2	

(54) КОМБІНОВАНА СИЛОВА УСТАНОВКА АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**(57) Реферат:**

Об'єкт: комбінована силова установка (КСУ) автотранспортного засобу (АТЗ).

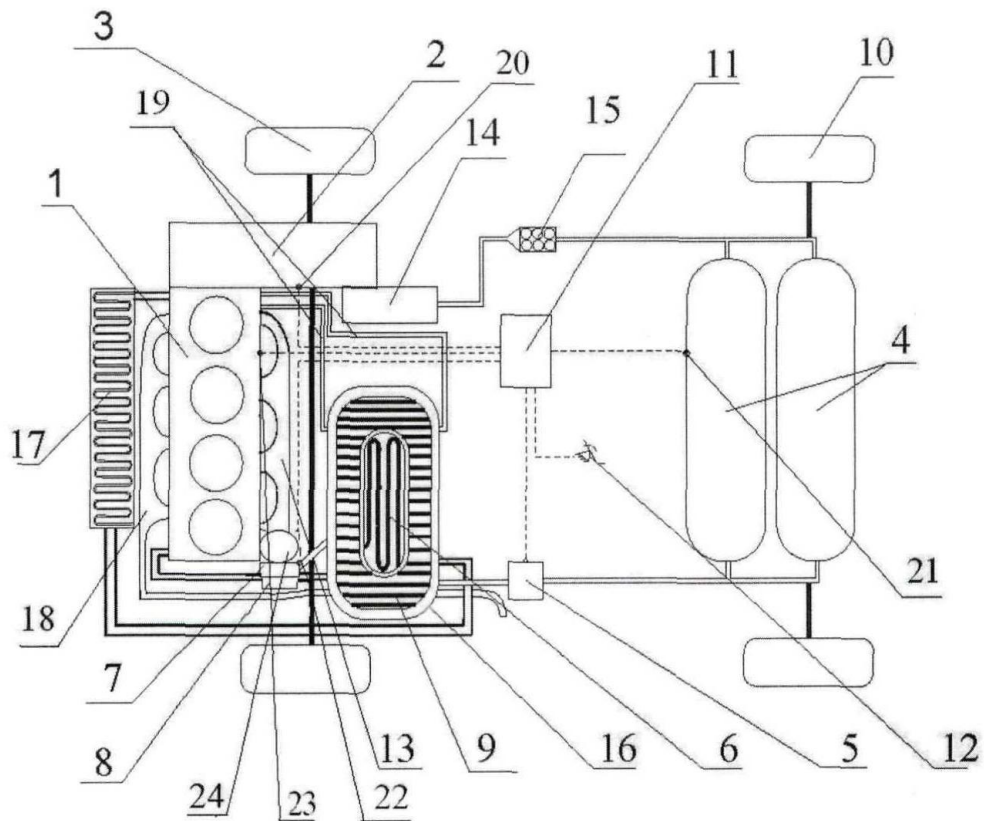
Галузь застосування: автомобілебудування.

Технічне завдання: утилізація теплової енергії системи відпрацьованих газів, системи охолодження і системи змазки КСУ в режимі двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) для накопичення теплоти в теплоаккумуляторі, встановленому на борту АТЗ, і подальшого її використання для підігрівання робочого тіла (стиснутого повітря) до його надходження в двигун на режимі роботи пневматичного і, як наслідок, збільшення пробігу АТЗ, зменшення витрати палива і зменшення токсичних викидів КСУ у цілому.

Технічний результат

UA 122872 C2

- в режимі роботи пневматичного двигуна КСУ передбачено можливість підігрівання робочого тіла (стиснутого повітря) в теплообміннику, встановленому в теплоаккумуляторі, призначеному для накопичування і зберігання тепла, з метою підвищення його енергетичної активності;
- двигун працює в режимі пневматичного при русанні транспортного засобу з місця й низьких швидкостях руху, коли робота в режимі ДВЗ вкрай неекономічна; стиснуте повітря, необхідне для роботи двигуна підігрівається в теплообміннику, встановленому в теплоаккумуляторі до $300\div 400\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- при зупинках на маршруті (пробки, світлофори й т. ін.) комбінований двигун не працює на режимі двигуна внутрішнього згорання;
- при роботі КСУ в режимі ДВЗ теплота від відпрацьованих газів, від рідини системи охолодження та рідини системи змащення двигуна накопичується в теплоаккумуляторі, встановленому на борту АТЗ, і зберігається деякий час для подальшого її використання, підігрівання стиснутого повітря на режимі роботи двигуна як пневмодвигуна;
- стиснуте повітря підкачується в пневмобалони при роботі КСУ на режимі ДВЗ, використовується інерційна маса АТЗ на режимах гальмування шляхом застосування автономного компресора.



Винахід належить до транспортного машинобудування, а саме стосується конструкції силових установок для автотранспортних засобів (АТЗ).

В останній час двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), які працюють на вуглеводному паливі, у сукупності з промисловими підприємствами, є основними джерелами забруднення атмосфери токсичними викидами, що містяться у відпрацьованих газах. Окрім того, в умовах зростаючого дефіциту вуглеводного палива й збільшення його вартості гостро постає питання зменшення витрати цього виду палива. У зв'язку із цим, створення більш екологічно чистих й економічних силових установок для АТЗ є актуальною проблемою.

Для підвищення екологічності та економічності силових установок для АТЗ використовуються гібридні силові установки (ГСУ) або комбіновані силові установки (КСУ), які являють собою один двигун або мають комбінації декількох двигунів, що працюють за різними фізичними принципами.

Відома гібридна силова установка транспортного засобу [патент України № 59062 "Комбінована силова установка транспортного засобу" від 10.05.2011], що складається з ДВЗ і пневматичного двигуна та живиться від балона зі стисненим повітрям.

В основі цієї корисної моделі поставлено завдання зниження витрати вуглеводного палива і, як наслідок, зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Це завдання вирішується таким чином, що у цій комбінованій силіній установці, що містить два двигуни, які використовують різні види енергії, один з яких ДВЗ (механізм трансмісії, що складається з двох трансмісійних агрегатів, до першого трансмісійного агрегату АТЗ приєднані двигун і колеса ведучого моста), другим двигуном є пневматичний (кінематично зв'язаний з іншим трансмісійним агрегатом і колесами ведучого моста), причому обидва двигуни виконані з можливістю спільної або роздільної передачі крутного моменту на колеса ведучого моста, згідно з сигналами електронного блока керування, електрично зв'язаного з датчиками, що реєструють режим роботи кожного із двигунів і перетворюють сигнал датчика педалі циклової подачі палива на сигнали керування (режимами роботи двигунів).

Ця розробка дозволяє одержати зниження витрати палива й викиду токсичних компонентів у навколишнє середовище, проте має ряд істотних недоліків:

- енергоносії, що подається у пневматичний двигун з балонів, має малу енергетичну активність, що обмежує пробіг АТЗ;
- не передбачена можливість утилізації теплової енергії відпрацьованих газів ДВЗ;
- у схемі комбінованої силової установки не вирішена проблема поповнення запасів повітря в процесі руху АТЗ.

Відома комбінована установка АТЗ, яка прийнята як найближчий аналог [патент України № 70248 "Комбінована силова установка транспортного засобу" від 11.06.2012], містить ДВЗ і пневмодвигун, що живиться від балонів зі стиснутим повітрям. У пневмодвигун повітря надходить у підігрітому стані. Підігрівання повітря здійснюється у теплообміннику, розташованому у приймальній трубі глушника. У КСУ передбачена можливість поповнення запасів стиснутого повітря в пневмобалонах за допомогою триступеневого компресора.

Поставлено завдання підвищення енергетичної активності робочого тіла за рахунок утилізації теплової енергії відпрацьованих газів для підігрівання повітря до надходження його в пневмодвигун і, як наслідок, збільшення пробігу АТЗ.

В основу цієї корисної моделі поставлено завдання удосконалення КСУ, яка містить два двигуни, працюючі на різних видах енергії, за рахунок подвійного послідовного підігрівання робочого тіла (стиснутого повітря) для сумісного впливу на процес підвищення його енергетичного потенціалу, ККД та збільшення пробігу АТЗ.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що у відомій КСУ транспортного засобу, яка містить два двигуни, що використовують різні джерела енергії - ДВЗ і пневмодвигун, виконаний з можливістю проходження робочого тіла із пневмобалонів через теплообмінник, встановлений в приймальній трубі глушника і рідинному патрубку системи охолодження, а обидва двигуни механічно зв'язані з механізмом трансмісії, що з'єднує двигуни з колесами ведучого моста, механізм трансмісії виконано у вигляді планетарного механізму, один вал якого зв'язаний з ДВЗ, другий - з пневмодвигуном, а третій - з ведучими колесами АТЗ та автономним компресором, причому, згідно з корисною моделлю, в рідинний патрубок системи змащення ДВЗ встановлено додатковий теплообмінник для попереднього нагрівання робочого тіла перед його нагрівом у теплообміннику, розташованому в приймальній трубі глушника.

Рішення за найближчим аналогом дозволяє одержати зниження витрати палива й викиду токсичних компонентів у навколишнє середовище, утилізує частину теплової енергії відпрацьованих газів для підігрівання повітря до його надходження в пневмодвигун, проте має ряд недоліків:

- не передбачена можливість накопичення та зберігання теплової енергії відпрацьованих газів ДВЗ;

- застосовуються два двигуни: ДВЗ та пневмодвигун;

5 - на режимі роботи КСУ, коли працює тільки пневмодвигун, не передбачена можливість підігрівання робочого тіла (стиснутого повітря) для підвищення його енергетичної активності.

В основу запропонованого винаходу поставлено задачу удосконалення КСУ, яка містить один двигун, працюючий по черзі на різних видах енергії (вуглеводного палива і пневматичної) з підігріванням робочого тіла (стиснутого повітря) від ДВЗ і зберіганням теплоти в теплоаккумуляторі, в який встановлено теплообмінники приймальної труби, глушника, рідинного патрубку системи охолодження і рідинного патрубку системи змащування в режимі роботи теплового двигуна для впливу на процес підвищення його енергетичного потенціалу, ККД та збільшення пробігу АТЗ.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що комбінована силова установка (КСУ) транспортного засобу містить один двигун, що використовує різні джерела енергії - теплову на режимі двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), і енергію стиснутого повітря на режимі роботи пневматичного двигуна, з можливістю проходження робочого тіла із пневмобалонів через теплообмінники, встановлені в теплоаккумуляторі, що накопичують і зберігають тепло від систем відпрацьованих газів, охолодження і системи змазки, а комбінований двигун механічно зв'язаний з механізмом трансмісії, що з'єднує його з колесами ведучого моста та автономним компресором, теплоаккумулятор накопичує тепло на режимі роботи КСУ-ДВЗ і зберігає його продовж деякого часу, що дозволяє використовувати теплоту, накопичену в теплоаккумуляторі від відпрацьованих газів, для підігрівання стисненого повітря на режимі роботи пневмодвигуна.

Енергоносієм у пневмосистемі є стиснуте до високого тиску (наприклад, 25-30 МПа) повітря, яке виробляється компресором і зберігається у пневмобалонах при температурі навколишнього середовища.

Повітря, що надходить з балонів, дроселюється в редукторі високого тиску до робочого тиску 0,6-1,5 МПа зі значним зниженням температури нижче температури навколишнього середовища (наприклад до мінус 60 °С).

Для підвищення ККД комбінованого двигуна на режимі пневмодвигуна і енергетичної активності стиснутого повітря, перш ніж останнє надійде у двигун і виконає роботу, його необхідно попередньо підігріти.

На кресленні запропонована КСУ наведена у вигляді блокової схеми, де:

1 - комбінований двигун; 2 - механізм трансмісії ведучого моста; 3 - колеса ведучого моста; 4 - пневмобалони; 5 - редуктор високого тиску; 6 - теплообмінник; 7 - електронний регулятор тиску; 8 - електропневмоклапан регулятора; 9 - теплообмінник системи відпрацьованих газів; 10 - колеса неведучого моста; 11 - електронний блок керування; 12 - педаль циклової подачі палива у двигуні; 13 - впускний колектор; 14 - автономний триступеневий компресор; 15 - електромагнітний зворотний клапан високого тиску; 16 - теплоаккумулятор; 17 - радіатор системи охолодження; 18 - випускний колектор системи відпрацьованих газів; 19 - рідинні патрубки системи змащення; 20 - датчик включення та відключення компресора; 21 - датчик наявності стиснутого повітря в пневмобалонах; 22 - датчик електромагнітного клапана; 23 - датчик режиму роботи двигуна; 24 - повітряний ресивер.

Установка працює у такий спосіб. З редуктора високого тиску 5 повітря надходить у теплоаккумулятор 16 для підвищення температури повітря до рівня, що перевищує температуру навколишнього середовища (наприклад, від 300 до 400 °С). При цьому гарячим теплоносієм, що підігріває стиснуте повітря, є відпрацьовані гази вихлопної системи, рідина охолодження і рідина системи змазки комбінованого двигуна 1 при його роботі в режимі ДВЗ, а теплообмінники 9 встановлено в теплоаккумуляторі 16 для накопичення і подальшого зберігання тепла.

У процесі підігрівання температура стиснутого повітря підвищується, а отже, зменшується витрата робочого тіла для виконання робочого циклу в двигуні 1 на режимі пневматичного двигуна. Зниження питомої витрати повітря на відтворення одиниці потужності на режимі пневмодвигуна 1 приводить до підвищення ефективності ККД КСУ в цілому, а також дозволяє збільшити пробіг АТЗ між заправленнями пневмобалонів 4. Для швидкого включення та відключення подачі підігрітого стиснутого повітря в двигун 1 існує електронний регулятор тиску 7 з електропневмоклапаном 8, які конструктивно являють собою регульований дросельний пристрій, що забезпечує такий рівень тиску стиснутого повітря на вході в двигун 1, за якого досягається необхідний режим руху АТЗ, що задається педаллю циклової подачі палива 12 комбінованого двигуна 1. Встановлений між електронним регулятором тиску 7 і двигуном 1, повітряний ресивер 24 призначений для згладжування пульсацій тиску, що виникають внаслідок нерівномірності надходження повітря в циліндри двигуна 1 на режимі пневматичного двигуна.

Зовнішня поверхня повітряного ресивера 24 термоізольована від навколишнього середовища. Узгодженість роботи в режимах ДВЗ чи пневмодвигуна забезпечує електронний блок керування 11, який одержує інформацію про режим роботи двигуна, що надходить від педалі циклової подачі палива 12, від датчиків, що реєструють кожний з режимів роботи і наявність стиснутого повітря в пневмобалонах 4.

Стиснуте повітря закачується в пневмобалони 4 в стаціонарних умовах, а також може надходити в них через зворотний клапан 15 від автономного компресора 14, що знаходиться на борту АТЗ. Це дозволяє поповнювати запаси повітря в балонах 4 КСУ в процесі її пересування. Компресор 14, установлений на борту АТЗ призначений для поповнення запасів стиснутого повітря, продуктивність компресора обмежується тільки потужністю гібридного двигуна 1 на режимі ДВЗ.

Керування роботою елементів КСУ здійснюється у такій послідовності. Водій, за допомогою педалі циклової подачі палива 12, задає необхідний режим роботи двигуна. Сигнали від педалі 12 і датчиків 21, 23, що реєструють режими роботи двигуна і наявність стиснутого повітря в пневмобалонах 4, надходять для обробки в електронний блок керування 11.

Після обробки отриманих сигналів програмою електронного блока керування 11, керуючий сигнал в необхідній пропорції розподіляється між відповідною системою двигуна 1 і електронним регулятором тиску 7 з електропневмоклапаном 8. Програма, при повній витраті повітря і інших рівних умовах, забезпечує оптимальні умови щодо режимів роботи як ДВЗ чи пневмодвигун.

Таким чином, вирішені такі задачі:

- передбачена можливість утилізації теплової енергії систем відпрацьованих газів, охолодження, а також системи змазки комбінованого двигуна на режимі роботи двигуна внутрішнього згоряння, а також накопичення і подальше її використання;

- в режимі роботи пневматичного двигуна КСУ, передбачено можливість використання підігрітого робочого тіла (стиснутого повітря) в теплоаккумуляторі з метою підвищення його енергетичної активності;

- при зупинках на маршруті (пробки, світлофори та ін.) гібридний двигун працює в режимі пневматичного двигуна, забезпечуючи рух АТЗ, причому в цей час робоче тіло (стиснуте повітря) підігрівається у теплообміннику, встановленому в теплоаккумуляторі, призначеному для накопичування, зберігання та віддачі теплової енергії відпрацьованих газів;

- режим пневмодвигуна використовується при рушанні АТЗ з місця й низьких швидкостях руху, коли робота комбінованого двигуна на режимі ДВЗ вкрай неекономічна;

- стиснуте повітря, необхідне для роботи на режимі пневмодвигуна, підігрівається і зберігається в теплообміннику, встановленому в теплоаккумуляторі до 300-400 °С;

- КСУ працює на режимі ДВЗ при мінімальній питомій витраті палива;

- на неефективній роботі в режимі ДВЗ з'являється можливість підключення диференційного компресора для поновлення пневмобалонів стиснутим повітрям (робочим тілом), умови роботи якого узгоджуються із загальною системою керування КСУ;

- використовується інерційна маса АТЗ на режимах гальмування шляхом застосування автономного компресора для накачування повітря у пневмобалони.

Комбінована енергетична установка, що заявляється, є технічно завершеним рішенням, її промислова придатність очевидна та підтверджується проведеними випробуваннями.

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Комбінована силова установка автотранспортного засобу, яка використовує різні джерела енергії: теплову енергію при роботі КСУ в режимі двигуна внутрішнього згоряння та енергію стиснутого повітря при роботі її в режимі пневмодвигуна, виконана з можливістю проходження робочого тіла, при роботі КСУ в режимі пневмодвигуна, через теплообмінник, встановлений на борту АТЗ, причому механізм трансмісії виконано у вигляді планетарного механізму, який зв'язаний з двигуном, ведучими колесами та автономним компресором, призначеним для поповнення балонів стиснутим повітрям при гальмуванні, яка **відрізняється** тим, що використовується один двигун з можливістю його роботи по черзі за різними фізичними принципами: як ДВЗ та пневмодвигун, причому теплообмінник встановлено в теплоаккумулятор, призначений для накопичення і зберігання теплової енергії відпрацьованих газів та її використання при роботі КСУ в режимі пневмодвигуна, а теплова енергія систем охолодження та змащення використовується для підтримання температури в теплоаккумуляторі, коли КСУ працює в режимі пневмодвигуна.

