



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111860** (13) **C2**
(51) МПК (2016.01)
B60K 6/12 (2006.01)
F01B 29/04 (2006.01)
F02B 69/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2014 04844</p> <p>(22) Дата подання заявки: 06.05.2014</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 24.06.2016</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 27.10.2014, Бюл.№ 20</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 24.06.2016, Бюл.№ 12</p>	<p>(72) Винахідник(и): Жалкін Олексій Денисович (UA), Жалкін Сергій Григорович (UA), Жалкін Денис Сергійович (UA), Фалендиш Анатолій Петрович (UA), Пузир Володимир Григорович (UA), Кравець Андрій Михайлович (UA), Анацький Олександр Олександрович (UA), Карлов Сергій Павлович (UA), Крамчанін Ірина Геннадіївна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 1588886 A1, 30.08.1990 RU 2075613 C1, 20.03.1997 RU 94022786 A1, 10.09.1996 UA 82136 U, 25.07.2013 DE 102008022304 A1 FR 29202163 A1, 17.04.2009 US 5992390 A, 30.11.1999 US 2002/0194850 A1, 26.12.2002 WO 2009/157807 A1, 30.12.2009 RU 2324060 C1, 10.05.2008</p>
--	--

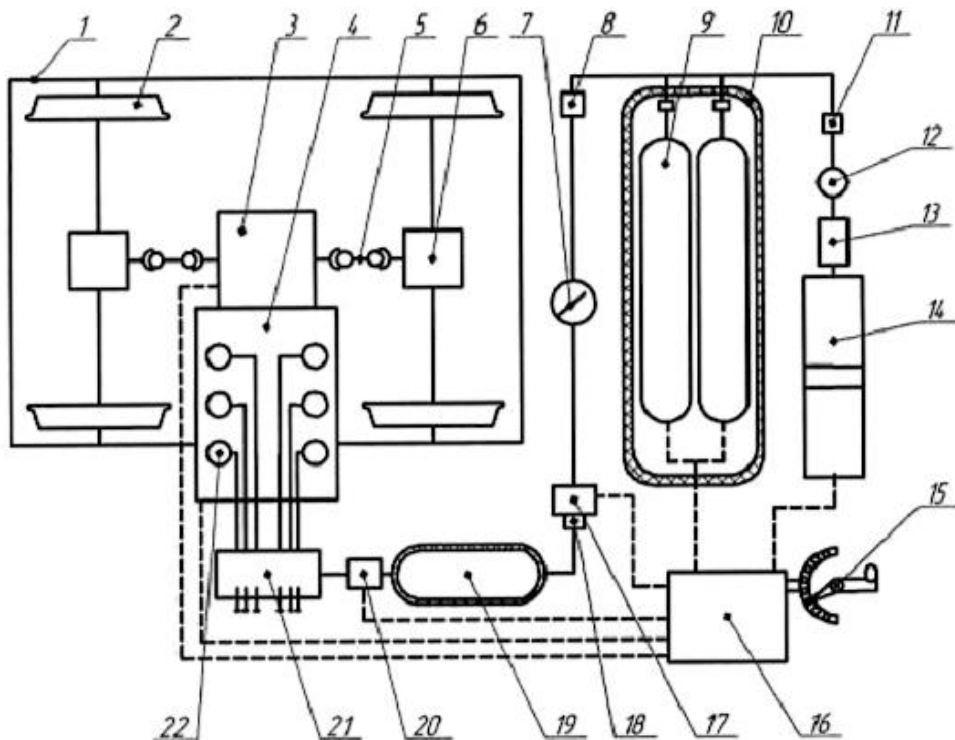
(54) КОМБІНОВАНА СИЛОВА УСТАНОВКА ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДА

(57) Реферат:

Винахід належить до транспортного машинобудування, а саме до конструкції і технічної експлуатації комбінованих силових установок для тягового рухомого складу залізниць, наприклад дизель-поїздів. Комбінована силова установка (КСУ) дизель-поїзда включає в себе двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) від якого крутний момент через гідропередачу потужності, карданні вали та осьові редуктори передається на рушійні колісні пари, які рамою об'єднані у візок, а режим руху задається контролером машиніста. Другим джерелом енергії є пневмосистема, до якої входять автономний вільноршневий генератор газу (ВПГГ), каталізатор та фільтр (вловлювач ТЧ) відпрацьованих газів, електромагнітний зворотний клапан високого тиску, пневмобалони, газовий редуктор високого тиску, електронний регулятор тиску з електропневмоклапаном, термоізолюваний повітряний ресивер, головний (маневровий) пусковий клапан, повітродозподільник, що забезпечує подачу стиснутого повітря з балонів до циліндрів ДВЗ, який за допомогою пневматичних пускових клапанів при виключеній подачі палива конвертується у пневмодвигун. Застосування ДВЗ, який зконвертовано, як пневмодвигуна та автономного ВПГГ виключає з конструкції КСУ окремий пневмодвигун та

UA 111860 C2

збільшує пробіг дизель-поїзда без поповнення балонів стисненою сумішшю відпрацьованих газів (ВГ) у стаціонарних умовах. У результаті з'являється можливість виключити роботу ДВЗ на режимах з низькою паливною економічністю та високою токсичністю відпрацьованих газів, знизити витрату вуглеводневого палива та шкідливий вплив цих газів на навколишнє середовище, особливо на територіях залізничних вокзалів та великих міст.



Винахід належить до транспортного машинобудування, а саме до конструкції комбінованих силових установок (КСУ) тягового рухомого складу (ТРС) залізниць з гідравлічною передачею потужності, наприклад дизель-поїздів які застосовуються на неелектрифікованих дільницях залізниць у приміському та регіональному перевезенні пасажирів. Дизель-поїзди Д1 та ДР1, які експлуатуються на залізницях України, мають по два та чотири причіпних вагонів відповідно [1], й облаштовані чотиритактними дизельними двигунами потужністю біля 800 к Вт.

Як передача потужності дизель-поїздів найбільш широко використовується гідравлічна передача, яка складається з гідротрансформатора і гідромуфти або з двох і більше гідротрансформаторів, [2,3]. Крутний момент від силової дизельної установки за допомогою карданних валів передається через осьові редуктори на рушійні колісні пари. Опалення пасажирських салонів дизель-поїздів - повітряне калориферне з використанням тепла, охолоджуючої води дизеля. Під час зупинок та при значному зниженні температури навколишнього середовища прогрів салонів додатково виконується за допомогою казана.

Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) не пристосовані до роботи як силова установка транспортних засобів. На режимах холостого ходу та малих навантажень двигун має найвищі питомі витрати палива, які викликані нестабільною роботою паливної апаратури та агрегатів наддування, низькою якістю робочого процесу, [4]. Значними за часом тривалості роботи двигунів дизель-поїздів, є неусталені процеси які викликають підвищену витрату палива та підвищений викид токсидів з відпрацьованими газами (ВГ).

Особливістю експлуатації дизель-поїздів приміського руху є наявність частих зупинок (відстань між зупинками складає від 3 до 10 км), що викликає значний час роботи двигуна на холостому ходу, малої (не номінальної) потужності на неусталених процесах. Дизель-поїзди значну частину часу знаходяться в містах та передмісті, де на вокзалах завжди є компактне скупчення пасажирів. Тому зменшення витрати палива і, як наслідок, кількості токсичних ВГ та шуму працюючих двигунів дизель-поїздів є актуальною проблемою, [5,6].

Для підвищення економічності та зменшення впливу ВГ на навколишнє середовище та населення розробляються різного роду гібридні та комбіновані установки, які являють собою комбінації декількох двигунів, що працюють на різних принципах. Найбільше застосування вони мають на автомобільному транспорті, [6,7]. На залізничному транспорті гібридні силові установки (ГСУ) застосовуються з накопичувачами енергії, які складаються з акумуляторних батарей, електрохімічних конденсаторів, а також з багатодизельних тепловозів.

Очікується, що застосування гідридних (комбінованих) силових установок дозволить зменшити витрати палива на 20-30 % та кількість планових технічних обслуговувань, збільшити міжремонтні пробіги, до 30 % знизити викиди шкідливих речовин, [6]. Гострота проблеми збільшується також в умовах зростання дефіциту вуглеводневого палива та збільшення його вартості.

На транспортних та стаціонарних двигунах знайшли застосування системи повітряного пуску (пневмопуск) при якому колінчастий вал обертається під дією стиснутого повітря, яке подається у циліндри дизеля під час ходу розширення, для чого застосовують балони зі стиснутим повітрям, [8]. В системах пуску деяких двигунів компресори відсутні й в пускові балони замість повітря накачується ВГ під час роботи двигуна на холостому ходу, що виключає підігрів суміші при подачі у циліндри двигуна. Пускові клапани розташовують в кришках циліндрів. Така система при вимкненій подачі палива дозволяє конвертувати дизельний двигун у пневматичну розширювальну машину (ПРМ).

До особливих конструкцій двигунів належать двигуни з поршнями, які рухаються вільно (ВПД). Такі двигуни за принципом роботи підрозділяються на дві основні групи: двигуни-компресори (вільнопоршневі дизель-компресори - ВПДК) та двигуни-генератори газу (вільнопоршневі генератори газу - ВПГГ), що працюють як дизелі, [8,9]. Дизель-компресори забезпечують тиск повітря у розмірі 0,7...40,0 МПа, а дизель-генератори газу на виході мають температуру ВГ 400...500 °С, яку можливо регулювати зміною подавання палива та повітря.

Організація та умови протікання робочого процесу ВПД забезпечують високий коефіцієнт корисної дії (ККД) та динамічні показники при відсутності задимлення, вібрацій та фундаменту. На довготривалих режимах холостого ходу ВПД мають витрату палива у 30-35 разів меншу в порівнянні з дизелем тепловоза або дизель-поїзда та практично відсутні неусталені процеси, [9]. ВПД є найкращим двигуном для створення пневматичного акумулятора з використанням як робочого тіла стиснутого повітря або ВГ, які є сумішшю продуктів згоряння та залишками надувного повітря. У подальшому ВГ дизелів ТРС та газу, що виробляє ВПГГ, позначаються як ВГ, [4,6,8], так як більша частина їх є дійсно ВГ.

Недоліками існуючих конструкцій дизель-поїздів є те, що при коротких пробігах та частих зупинках на залізничних вокзалах та зупинних пунктах дизельні двигуни більшу частину часу

працюють на неномінальних режимах та холостому ході, які є неекономічними та не екологічними режимами. На цих режимах роботи двигуна мають підвищену питому витрату палива, димність (особливо при зрушенні з місця) та шумність, [4,6,9].

5 Концентрація шкідливих речовин з систем живлення паливом, змащення, вентиляції картерів та ВГ двигунів у місцях зупинки, наприклад на вокзалах, створює екологічну небезпеку пасажиром та обслуговуючому персоналу, шкідливий вплив на навколишнє середовище. Тому, зменшення витрати палива й, як наслідок, викидів шкідливих речовин дизель-поїздами у приміському русі є актуальною задачею.

10 Рішення задачі пропонується виконати створенням більш екологічно чистих та одночасно більш економічних комбінованих (гібридних) силових установок для дизель-поїздів.

Відома комбінована силова установка автотранспортного засобу (АТЗ), яка прийнята як найближчий аналог (патент на корисну модель № 82136 "Комбінована силова установка автотранспортного засобу" від 25.07.2013, Бюл. № 14 та патент на винахід № 103978 "Комбінована силова установка автотранспортного засобу" від 10.12.2013, Бюл. № 23) містить 15 два двигуни, що використовують різні джерела енергії - двигун внутрішнього згоряння і пневмодвигун, виконаний з можливістю проходження робочого тіла із пневмобалона через теплообмінник, встановлений в приймальній трубі глушника, а обидва двигуни механічно пов'язані з механізмом трансмісії, що з'єднує двигуни з колесами ведучого моста, механізм трансмісії виконано у вигляді планетарного механізму, один вал якого пов'язаний з ДВЗ, другий 20 - з пневмодвигуном, а третій - з ведучими колесами автотранспортного засобу та автономним компресором, причому, згідно з корисною моделлю та винаходом, в рідинній патрубку системи охолодження ДВЗ встановлено додатковий теплообмінник для попереднього нагріву робочого тіла перед його нагрівом у теплообміннику, розташованому в приймальній трубі глушника.

Енергоносієм у пневмосистемі є стиснуте до високого тиску повітря, що зберігається у 25 пневмобалоні при температурі навколишнього середовища. Повітря, що надходить з балона, дроселюється в редукторі високого тиску до робочого тиску 0,6...1,5 МПа зі значним зниженням температури нижче температури навколишнього середовища. Для підвищення ККД пневмодвигуна і енергетичної активності стиснутого повітря, перш ніж останнє надійде у двигун і виконає роботу, його підігрівають у додатковому теплообміннику до рівня, що перевищує 30 температуру навколишнього середовища.

Для швидкого включення та відключення подачі підігрітого стиснутого повітря в пневмодвигун служить електронний регулятор тиску з електропневмоклапаном, які конструктивно являють собою регульований дросельний пристрій, що забезпечує такий рівень 35 тиску стиснутого повітря на вході в пневмодвигун, при якому досягається необхідний режим руху АТЗ, що задається педаллю циклової подачі палива у ДВЗ. Встановлений між електронним регулятором тиску і пневмодвигуном повітряний ресивер служить для згладжування пульсації тиску й має термоізоляцію від навколишнього середовища. Узгодженість роботи ДВЗ і пневмодвигуна забезпечує електронний блок керування.

40 Стиснуте повітря закачується в пневмобалон в стаціонарних умовах, а також може надходити в нього через зворотний клапан від автономного компресора, що знаходиться на борту АТЗ. Це дозволяє поповнювати запаси повітря в балоні гібридної установки в процесі її пересування.

Рішення за найближчим аналогом дозволяє одержати зниження витрати палива й викиду токсичних компонентів у навколишнє середовище, утилізує частку теплової енергії ВГ та охолоджуючої речовини для підігріву повітря до його надходження в пневмодвигун, проте має 45 ряд недоліків.

Причини, що перешкоджають досягненню технічного результату, полягають у наступному. Розташування теплообмінника у приймальній трубі глушника призведе до появи додаткового опору ВГ, закоксуванню й забрудненню газоповітряного тракту. У той же час відношення тиску

50 наддування P_s до тиску у випускному колекторі $P_T - \frac{P_s}{P_T}$ - є важливим параметром, що

впливає на економічність роботи ДВЗ. Зниження відношення $\frac{P_s}{P_T}$ чотиритактних дизельних 55 двигунів (наприклад, двигунів дизель-поїздів типу ДР1) призведе до збільшення насосних втрат, зниженню коефіцієнтів наповнення та надлишку повітря, падінню ефективного ККД, росту питомої витрати палива та можливого виникнення помпажу турбокомпресора. Крім того, розташування теплообмінника у приймальній трубі глушника потребує додаткових витрат на очищення теплообмінника від нагару та сажевих відкладень.

Використання теплоти рідини системи охолодження ДВЗ для підвищення енергетичної активності енергоносія, що подається у пневматичний двигун з балонів, не завжди можливо

реалізувати. Наприклад, у опалювальний період теплота системи охолодження дизеля та казана дизель-поїздів використовується тільки для опалювання салонів та підігріву палива.

За цими двома причинами ефективність запропонованої комбінованої силової установки з двома теплообмінниками, якими двічі передбачається підігрівати стиснуте повітря теплотою ВГ та рідини охолодження ДВЗ, буде значно знижена.

Привід автономного триступеневого компресора аналога виконано від планетарного механізму трансмісії ведучого моста. Накачка повітря у пневмобалони автономним компресором потребує додаткової витрати палива на режимах роботи ДВЗ не обов'язково економічних, а тільки за сигналом наявності повітря у балонах. Компресор має постійний привід за час роботи ДВЗ та руху АТЗ, що призводить до неефективної витрати палива на привід компресора та, як наслідок, збільшення кількості ВГ, додаткового спрацювання моторесурсу, що знижує позитивний результат такої КСУ.

Таким чином, наведений винахід та корисна модель аналога дозволяють одержати зниження витрати палива й викиду токсичних компонентів у навколишнє середовище, проте мають такі істотні недоліки:

розташування теплообмінника у приймальній трубі глушника призведе до збільшення питомої витрати палива й, як наслідок, збільшення викидів шкідливих речовин та витрат на технічне обслуговування;

використання теплоти рідини системи охолодження ДВЗ не завжди можливе, якщо вона витрачається на опалення, наприклад, салонів дизель-поїздів та автобусів;

накачка повітря у пневмобалони компресором, який має постійний (механічний) привід за весь час роботи ДВЗ та руху АТЗ, що призводить до марної витрати палива та його привід, додатковому спрацюванню моторесурсу компресора;

велика кількість додаткових складових КСУ (два планетарних механізми трансмісії, два теплообмінники, компресор, пневмодвигун, пневмобалони, прилади системи керування та інше) ускладнюють конструкцію АТЗ та збільшують витрати на технічне обслуговування, відбір потужності ДВЗ на власні потреби.

В основу винаходу поставлена задача удосконалити КСУ ТЗ, що дозволить скоротити час роботи ДВЗ на холостому ході, малих навантаженнях та неусталених процесах, зменшить витрати дизельного палива і, як наслідок, викидів ВГ у місцях з великою кількістю людей, наприклад, на пасажирських вокзалах залізниць, а також при пересуванні дизель-поїздів на територіях населених пунктів (особливо великих міст), спростити конструкцію КСУ та зменшити витрати на технічне обслуговування.

Удосконалення досягається виключенням із складу КСУ другого джерела енергії у вигляді окремого пневмодвигуна. Як пневмодвигун (другого джерела енергії) використовується штатний ДВЗ, на який встановлюється обладнання, подібне обладнанню для пневмозапуску, при якому колінчастий вал обертається під дією стиснутого повітря, яке подається в циліндри дизеля з вимкненою подачею палива. Кришки циліндрів традиційного ДВЗ обладнуються пусковими клапанами, які підключаються до балонів із стиснутим повітрям головним пусковим клапаном, тобто двигун стає конвертованим, [8], а система накопичення енергії пневмоакумулятором.

Не обмежене пересування ТРС, наприклад дизель-поїзда, за наявності стиснутого повітря в балонах пневмоакумулятора забезпечується бортовим джерелом стиснутого повітря у вигляді автономного ВПГГ, який значно економічніше традиційних ДВЗ, простий в експлуатації та ремонті. ВПГГ дозволяє стиснути ВГ до потрібного значення, яке забезпечує рухання дизель-поїзду з місця та його розгін (прискорення). В балони замість повітря закачуються ВГ, які виробляються ВПГГ й можуть мати температуру 400...500 °С, що приводить до їхньої енергетичної активності без підігріву після дроселювання перш ніж ВГ надійде в пневмодвигун, який конвертовано зі штатного ДВЗ.

Закачування в балони ВГ, що виробляє ВПГГ, з високою температурою виключає зі складу КСУ аналога два теплообмінники, якими підігрівалось стиснуте повітря перед подачею у пневмодвигун після розширення (дроселювання) теплотою ВГ та системи охолодження ДВЗ. Для попередження забруднення пневмоакумулятора, газу які виробляє ВПГГ, проходять нейтралізацію продуктів згорання каталізаторами та фільтрацію вловлювачами твердих частинок (ТЧ). Для збереження температури ВГ, що виробляє ВПГГ, балони пневмоакумулятора розміщені у термоізолюваному контейнері, а зовнішня поверхня ресивера, що згладжує пульсації тиску, має термоізоляцію.

Застосування відмінних ознак в порівнянні з прототипом, забезпечує зменшення витрати палива та, як наслідок, викидів ВГ за рахунок скорочення часу роботи ДВЗ на неекономічних те неекологічних режимах (холостому ході, малих навантаженнях та неусталених процесах), які

замінюються роботою другого двигуна, який сконвертовано з ДВЗ у пневмодвигун з живленням його від балонів зі стиснутими ВГ, які виробляються та накачуються автономним ВПГГ.

5 При наближенні дизель-поїзда до пасажирського вокзалу або зупинного пункту на певну відстань, наприклад у 1 км, ДВЗ вимикається й рушання потягу виконується пневмодвигуном, який зконвертовано з ДВЗ у пневмодвигун. Віддалення від вокзалу або зупинного пункту, наприклад у 1 км, та розгін дизель-поїзда також виконується пневмодвигуном, який було сконвертовано з ДВЗ.

10 Конвертація ДВЗ дизель-поїзда у пневмодвигун виключає із складу КСУ окремий пневмодвигун, що спрощує конструкцію КСУ, а застосування ВПГГ не обмежує час її роботи, при цьому не потрібен підігрів стиснутих ВГ після дроселювання. Кількість балонів із стиснутими ВГ та тривалість роботи пневмодвигуна, можна корегувати в залежності від часу проїзду дизель-поїзда, наприклад, по великому місту, а температуру ВГ, які накопичуються у балони, регулювати зміною подачі палива та повітря ВПГГ.

15 На кресленні у вигляді блочної схеми представлена запропонована КСУ дизель-поїзда, де 1 - рама візка, 2 - рушійна колісна пара, 3 - гідропередача, 4 - ДВЗ, 5 - карданний вал, 6 - осьовий редуктор, 7 - електротермометр, 8 - газовий редуктор високого тиску, 9 - пневмобалони з запобіжними клапанами, 10 - теплоізолюваний контейнер, 11 - електромагнітний зворотний клапан високого тиску, 12 - вловлювач ТЧ, 13 - каталізатор ВГ, 14 - ВПГГ, 15 - контролер машиніста, 16 - електронний блок керування, 17 - електронний регулятор тиску, 18 - електропневматичний клапан регулятора; 19 - термоізолюваний ресивер, 20 - головний пусковий клапан, 21 - повітророзподільник, 22 - пускові пневматичні клапани.

20 Комбінована силова установка дизель-поїзда працює наступним чином. КСУ містить ДВЗ 4, від якого крутний момент через гідропередачу 3, карданні вали 5 та осьові редуктори 6 передається на рушійні колісні пари 2, які рамою 1 об'єднанні у візок. ДВЗ є основним джерелом енергії і забезпечує рух дизель-поїзда у режимі, який задається контролером машиніста 15. Іншим джерелом енергії є пневмоакумулятор до якого входять ВПГГ 14, електромагнітний зворотний клапан високого тиску 11, пневмобалони 9, газовий редуктор високого тиску 8, електротермометр 7, електронний регулятор тиску 17 з електропневмоклапаном 18, які конструктивно являють собою регульований дросельний пристрій. Основна задача цього пристрою полягає у тому, щоб забезпечити такий рівень тиску стиснутих ВГ на вході в головний пусковий клапан 20, який через повітророзподільник 21 та пускові клапани з пневматичним приводом 22 подає стиснуті ВГ у кожний циліндр ДВЗ під час такту розширення з вимкненою подачею палива, що призводить до обертання колінчастого вала - тобто ДВЗ починає працювати як пневмодвигун і через штатну гідропередачу 3, карданні вали 5, осьові редуктори 6 35 крутний момент передається на рушійні колісні пари 2, що забезпечує рух дизель-поїзда.

Енергоносієм пневмоакумулятора є стиснені до високого тиску (наприклад, 15...20 МПа) ВГ, що зберігаються у пневмобалонах 9 та постійно поповнюються автономним ВПГГ 14, що зменшує витрату палива та викиди ВГ у порівнянні з тим, як що повітря нагніталось компресором з приводом від ДВЗ.

40 Відпрацьовані гази, які були нейтралізовані каталізатором 13 та відфільтровані вловлювачем ТЧ 12, що надходять із пневмобалонів 9, дроселюються в газовому редукторі високого тиску 8 до робочого тиску 8...10 МПа (але не вище максимального тиску згоряння у циліндрі при повному навантаженні ДВЗ). З газового редуктора високого тиску 8 ВГ надходять до електронного регулятора 17 та електропневматичного клапана 18. Електротермометр 45 контролює температуру ВГ перед подачею в циліндри пневмодвигуна, який конвертовано з ДВЗ, яка не повинна перевищувати температуру газів у у випускному колекторі ДВЗ (200...300 °С).

Встановлений між електронним регулятором тиску 17 і головним пусковим клапаном 20 термоізолюваний повітряний ресивер 19 служить для згладжування пульсацій тиску, що виникають внаслідок нерівномірності надходження ВГ в циліндрі ДВЗ, який у цей час працює як пневмодвигун. Стиснені та очищені ВГ надходять в головний пусковий клапан 20 і якщо його відкрито, ВГ підводяться паралельно до повітророзподільника 21 та до пневматичних пускових клапанів 22. Крізь повітророзподільник 21 стиснуті ВГ відповідно до порядку роботи циліндрів двигуна надходять до поршнів керування пусковими клапанами 22 і клапани відчиняються. У 55 циліндри пневмодвигуна, який зконвертовано з ДВЗ, стиснуті та очищені ВГ направляються поза повітророзподільник, через який проходить невелика частина повітря, що потрібна для керування пусковими клапанами.

Узгодженість роботи ДВЗ/пневмодвигуна і ВПГГ забезпечує електронний блок керування 16, що одержує інформацію про тягове зусилля КСУ, яка надходить від контролера машиніста 15 та

від датчиків, що реєструють режими роботи кожного з елементів пневмосистеми і наявність стиснених ВГ в пневмобалонах 9.

Керування роботою елементів КСУ здійснюється в такій послідовності. При наближенні дизель-поїзда до вокзалу або зупинного пункту машиніст на певній відстані (наприклад, у 1 км) вимикає ДВЗ 4, який був тяговим, і додатковим контактом контролера машиніста 15 надає сигнал електронному блоку керування 16, який надає сигнал електронному регулятору тиску 17 та його електропневмоклапану 18 на подачу стиснених ВГ до головного пускового клапана 20 й далі повітродозподільник 21 направляє стиснені ВГ до пускових пневматичних клапанів 22. З моменту обертання колінчастого вала гідропередача 3 з режиму змазування (холостого ходу при вимкненому ДВЗ) переходить у режим навантаження та передає крутий момент колісним парам 2. Подальший рух дизель-поїзда продовжується пневмодвигуном, який сконвертовано з ДВЗ. При зупинці дизель-поїзда від дії штатного гальма гідропередача 3 вимикається і за сигналом її датчика електронний блок керування 16 через електронний регулятор тиску 17 зупиняє подачу стиснених ВГ.

Початок руху дизель-поїзда після зупинки здійснюється також по команді контролера машиніста 15 електронному блоку керування 16 і дія пневмоакумулятора КСУ повторюється як це було до зупинки з тією різницею, що гідропередача 3 зразу починає роботу у режимі навантаження. Після віддалення від зупинки (наприклад, вокзалу) на певну відстань (наприклад, у 1 км) машиніст включає ДВЗ та установлює позицію контролера машиніста 15, яка відповідає швидкості руху дизель-поїзда (за показниками штатного швидкостеміра), при цьому одночасно вимикається електронним блоком керування 16 пневмосистема забезпечення стиснутими ВГ пневмодвигуна, який стає традиційним ДВЗ.

Поповнення стиснутих ВГ пневмоакумулятора КСУ здійснюється автономним ВПГТ 14 за командою електронного блока керування 16 за сигналом від пневмобалонів 9. ВПГТ 14 працює незалежно від роботи ДВЗ/пневмодвигуна 4. Для забезпечення руху дизель-поїзда у великих містах, де час роботи пневмодвигуна зконвертованого ДВЗ, значно збільшується, кількість пневмобалонів може корегуватися після випробувань на таких дільницях. Паливом ВПГТ забезпечується штатною паливною системою дизель-поїзда.

Поставлену задачу на розроблення КСУ більш економічною та екологічною для дизель-поїздів вирішено створенням гібридної КСУ, яка використовує різні джерела енергії - енергію дизельного палива та енергію стиснутих ВГ, при цьому обидва види енергії використовуються одним й тим же двигуном, що працює в залежності від потреби як традиційний ДВЗ на дизельному паливі або як пневмодвигун, що живиться від балонів зі стисненими ВГ. Балони зі стисненими ВГ поповнюються автономним ВПГТ, який має кращі економічні та екологічні показники в порівнянні з традиційним ДВЗ, якщо він використовується для привода компресора. Накачка пневмоакумулятора КСУ замість повітря ВГ (сумішшю продуктів згорання та залишками наддувального повітря з високою температурою) включає підігрів ВГ при подачі у циліндри двигуна після дроселювання, що виключає з конструкції КСУ теплообмінники. Для конвертації у пневмодвигун на ДВЗ встановлюється обладнання подібне обладнанню для пневмозапуску, а перехід від ДВЗ до пневмодвигуна і обернено виконується блоком керування за командою контролера машиніста. В результаті є можливість скоротити роботу ДВЗ на режимі холостого ходу, малих навантажень і неусталених процесах з низкою паливною економічністю та високою токсичністю ВГ, знизити витрату дизельного палива та шкідливий вплив цих газів на навколишнє середовище, спростити конструкцію КСУ дизель-поїзда, зменшити витрати на технічне обслуговування.

Перелік посилань:

1. Лернер, Б.М. Дизель-поезда. Устройство, ремонт, эксплуатация [Текст] / Б.М. Лернер, Н.П. Ковалёв, В.П. Лебедев, А.А. Курятников. - М.: Транспорт, 1982.-279 с.
2. Шаройко, П.М. Гидравлические передачи тепловозов [Текст]: учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта / П.М. Шаройко, В.Т. Серета. - М.: Транспорт, 1969.-160 с.
3. Овчинников, В.М. Гидравлические передачи тепловозов [Текст]: учебное пособие / В.М. Овчинников, В.А. Халиманчик, В.В. Невзоров. -Гомель: БелГУТ, 2006.-155 с.
4. Симсон, А.Э. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания [Текст]: 2-е изд. перераб. и доп. / А.Э. Симсон, А.З. Хомич, С.Г. Жалкин. - М.: Транспорт, 1987.-536 с.
5. Басов, Г.Г. Прогнозування розвитку дизель-поїздів для залізниць України [Текст]: Монографія / Г.Г. Басов. - Харків: Аепкс+, 2004.-240 с.
6. Марченко, А.П. Двигуни внутрішнього згорання [Текст]: Серія підручників у 6 томах. Т. 5. Екологізація ДВЗ / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов. - Харків: НТУ "ХПІ", 2004.-360 с.

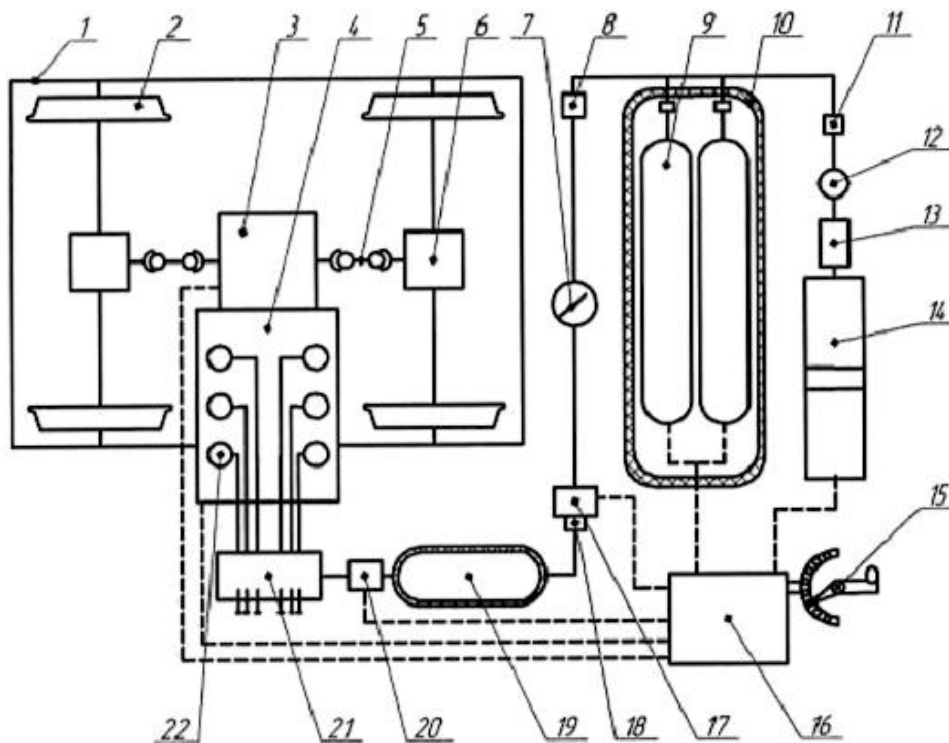
7. Бажинов, О.В. Гібридні автомобілі [Текст] / О.В. Бажинов, О.П. Смірнов, С.А. Серіков, А.В. Гнатов, А.В. Колесніков. - Харків: Крок, 2008.-327 с.

8. Байков, Б.П. Дизели [Текст]: Справочник / Б.П. Байков, С.М. Баранов, В.А. Ваншейдт и др. - М.: Машиностроение, 1977.-480 с.

5 9. Алексеев, В.П. Двигатели внутреннего сгорания [Текст]: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для студентов вузов по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" / В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др. - М.: Машиностроение, 1990.-288 с.

10 **ФОРМУЛА ВИНАХОДУ**

Комбінована силова установка транспортного засобу, що містить два двигуни, які використовують різні джерела енергії - двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) і пневмодвигун, робоче тіло якого із пневмобалона проходить крізь теплообмінники, де нагрівається та поповнюється автономним компресором, а обидва двигуни пов'язані з ведучими колесами транспортного засобу, яка **відрізняється** тим, що другим джерелом енергії є пневмодвигун, який конвертується зі штатного ДВЗ під час подачі стиснутих відпрацьованих газів у циліндри за командою контролера машиніста при вимкненій подачі палива та живиться з пневмобалонів, які з'єднані з вільнопоршневими генераторами газу, у процесі пересування дизель-поїзда, з непрацюючим ДВЗ при наблизенні до зупинки, рушанні з місця, розгоні, віддалені від зупинки, проїзді територією населеного пункту, причому передача крутного моменту до рушійних колісних пар виконується штатною гідропередачею.



Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601