



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36378 (13) U
(51) МПК (2006)
G01F 9/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту(54) ЛІЧИЛЬНИК ПАЛИВА З КОМПЕНСАТОРОМ ГІДРАВЛІЧНОГО УДАРУ ДЛЯ ПАЛИВНИХ СИСТЕМ
ДВИГУНІВ

1

(21) u200806047

(22) 08.05.2008

(24) 27.10.2008

(46) 27.10.2008, Бюл.№ 20, 2008 р.

(72) ІВАНЕНКО ВЯЧЕСЛАВ ІВАНОВИЧ, UA

(73) ІВАНЕНКО ВЯЧЕСЛАВ ІВАНОВИЧ, UA

(57) Лічильник палива з компенсатором гідравлічного удару для паливних систем двигунів, який містить вимірювальний і реєструючий пристрій з рухомим елементом, що безпосередньо контактує з паливом, датчик для перетворення руху вказаного елемента в електричний сигнал, який передається на прилад, що реєструє електричний сигнал, і виконаний у вигляді аналогового блока та електронного дисплея для візуального відображення інформації про витрату палива, а компенсатор гідравлічного удару виконаний у вигляді вузла, у якому відбувається розтинання суцільного потоку палива та безліч окремих потоків, який **відрізняється** тим, що як реєструючий пристрій використовується механічний кільцевий лічильник витрати палива, який своїми входним та вихідним отворами для палива приєднаний до компенсатора гідравлічного удару, який виконаний у вигляді єдиної ємності більшого діаметра, ніж діаметр трубок пали-

2

вної магістралі, з приєднаними до її торців штуцерами підводу/відводу палива, яка містить усередині внутрішню глуху перегородку, що розділяє вказану ємність на дві багатопрохідні компенсаційні камери, що сполучаються між собою тільки через лічильник палива, а також внутрішній об'єм кожної компенсаційної камери розділений діаметрально на декілька порожнин дисками, в кожному з яких виконаний периферійний отвір для переходу робочої рідини з однієї порожнини у іншу, причому розмір вказаного отвору у диску дорівнює розміру штуцерів підводу/відводу палива у ємність компенсатора, крім того, при цьому суміжні диски встановлені таким чином, що їх отвори опиняються на діаметрально протилежних боках ємності компенсатора для зміни напрямку руху робочої рідини у компенсаційній камері, яка повністю заповнена демпфуючими елементами, виконаними у вигляді вкладкишів опуклої форми з пружного мастилобензостійкого матеріалу, наприклад, виконаних у вигляді гумових кульок, а також лічильник палива та компенсатор гідравлічного удару змонтовані у єдиному корпусі для запобігання можливості їх окремого розташування у паливній системі двигуна.

Корисна модель відноситься до засобів гідравлічної техніки, зокрема, до лічильників палива та компенсаторів коливань тиску і гідравлічного удару, і може бути використана для точного автоматичного вимірювання і обліку витрати палива у паливних системах двигунів внутрішнього згоряння, як при діагностуванні двигунів на випробувальних стендах, так і в процесі їх експлуатації у транспортних засобах, а також в паливороздавальних колонках автозаправних станцій, та в інших будь-яких гідросистемах будь-якого призначення де використовують будь-які засоби контролю, вимірювання і обліку параметрів робочої або транспортувальної рідини, що рухається у цих гідросистемах.

Відома паливна система транспортного засобу, яка включає паливний бак, від якого відходить

паливна магістраль низького тиску, в яку послідовно включені запірний клапан, паливнопідкачувальний насос низького тиску (помпа), фільтр тонкого очищення палива, лічильник витрати палива, паливний насос високого тиску, від якого паливо по розгалуженій магістралі подається в уприскуючі форсунки, і магістраль повернення невикористаного палива в нагнітальну ділянку магістралі перед паливним насосом високого тиску. У цій паливній системі лічильник витрати палива містить датчик тиску палива, який виконаний у вигляді манометра. Це єдиний реєструючий вузол в конструкції відомого лічильника палива. Для визначення витрати палива спочатку забезпечують роботу двигуна на мінімальних стійких оборотах холостого ходу і датчиком вимірюють тиск палива на цих оборотах двигуна. Потім забезпечують роботу

(13) U

(11) 36378

(19) UA

двигуна на максимальних стійких оборотах холостого ходу і датчиком вимірюють тиск палива на цих оборотах. По різниці двох зміряних датчиком тисків палива, використовуючи наперед встановлену залежність, визначають максимальну годинну витрату палива, що має місце при номінальних оборотах двигуна [див. патент Росії № 2222785 з класу G 01 F 9/00 опублікований 27.01.2004 року].

Основним недоліком цього лічильника палива є те, що він не дозволяє проводити облік витрати палива у автоматичному режимі під час роботи двигуна, що дає підставу вважати його конструкцію невдосконаленою. Наявність цього недоліку обумовлена тим, що його робота заснована на виміру тиску палива у паливній системі двигуна. Тому його основним і єдиним вузлом є датчик виміру тиску палива, який вимірює, за суттю, не витрати палива, а лише його тиск. Отже, саме ця обставина - вимірювання тиску - вимушує проводити додаткові обчислення і порівняння з заздалегідь встановленою залежністю саме для цього типу двигуна, а загальну витрату палива також необхідно обчислювати, заздалегідь зафіксувавши загальний час роботи двигуна.

Цей недолік усунений у лічильнику палива, який містить ємнісний датчик перетворення швидкості потоку палива в електричний сигнал, що передається через диференціатор на прилад, що реєструє. Цей відомий лічильник палива входить у замкнуту паливну систему двигуна транспортного засобу, яка включає паливний бак, від якого відходить паливна магістраль низького тиску, в яку послідовно включені запірний вентиль, паливнопідкачувальний насос низького тиску (помпа), лічильник палива, фільтр тонкого очищення палива, паливний насос високого тиску, від якого паливо по розгалуженій магістралі подається в уприскуючі форсунки, і магістраль повернення невикористаного палива в паливний бак [див. книгу: Лившиц В.М. и др. Определение расхода топлива тракторных двигателей в эксплуатационных условиях // Научные труды СибИМЭ. - Вып.8. - Ч.2.: Новосибирск, 1972. - 87 - 98с].

Основним недоліком цього лічильника палива те, що він не містить компенсатора коливань тиску та гідравлічного удару, які неминуче виникають під час роботи двигунів та, з-за чутливості ємнісного датчика, природно, впливають на його роботу. Це відбувається тому, що ємнісний датчик лічильника розташований у паливній магістралі низького тиску відразу ж після паливнопідкачувального насоса низького тиску. Оскільки паливно-підкачувальний насос низького тиску подає паливо імпульсами значної амплітуди і шпаруватості, ємнісний датчик, виконаний у вигляді індукційного поплавця, через інерційність, не може точно реагувати на локальні коливання швидкості потоку палива, а тому і не може точно формувати електричний сигнал, внаслідок чого, такий лічильник (без компенсатора гідравлічного удару та коливань тиску) не дає можливості вести точний облік витрати палива двигуном.

Найбільш близьким за своєю суттю та ефектом, що досягається, і який приймається за прототип, є лічильник палива з компенсатором гідравлічного удару для паливних систем двигунів, який

містить вимірювальний рухомий занурюваний елемент, що безпосередньо контактує з паливом, ємнісний датчик для перетворення ваги палива в електричний сигнал, який передається на прилад, що реєструє електричний сигнал, і виконаний у вигляді аналогового перетворювача та електронного дисплея для візуального відображення інформації про витрати палива, а компенсатор гідравлічного удару виконаний у вигляді демпфуючої решітки, що виконує безпосередньо функцію компенсатора, шляхом розтинання суцільного потоку палива та безліч окремих потоків, над якою розташований вказаний занурюваний елемент. Такий лічильник палива з компенсатором гідравлічного удару розташовують в паливній системі транспортного засобу, яка включає паливний бак, від якого відходить паливна магістраль низького тиску, в яку послідовно включені запірний вентиль, паливнопідкачувальний насос низького тиску (помпа), фільтр тонкого очищення палива, компенсатор гідравлічного удару, який знаходиться з боку насоса низького тиску, лічильник палива, паливний насос високого тиску, від якого паливо по розгалуженій магістралі подається в уприскуючі форсунки, і магістраль повернення невикористаного палива в паливний бак [див. патент Росії №2097707 з класу G01F9/00, 25/00 опублікований 27.11.1997 року].

Основним недоліком відомого лічильника палива з компенсатором гідравлічного удару є обмеженість області його використання, а саме: тільки у стаціонарних умовах на випробувальних стендах. Наявність цього недоліку зумовлена тим, що у конструкції цього вузла є елемент, що занурюється. Отже точність вимірювання витрати палива залежить від вільності занурювання елемента та забезпечується тільки у тому випадку, якщо цей елемент не буде торкатися до стінок корпусу, у якому він розташований. У протилежному випадку, під час торкання вказаного елемента до стінок, через тертя, він не може точно відображати вагу палива, а тому буде передавати сигнал на аналоговий пристрій, який не відповідає дійсності. У реальних умовах експлуатації транспортних засобів, їх двигуни, природно, знаходяться в умовах постійних коливань під час руху із-за нахилу шасі транспортного засобу в залежності від стану та похилу покриття шляху. Тому, саме ця обставина - наявність у конструкції елемента поплавкового типу - виключає можливість обліку витрати палива у реальних умовах експлуатації транспортних засобів, хоча саме для цього, за суттю, і наділяють паливні системи двигунів лічильниками.

Другим суттєвим недоліком відомого лічильника палива з компенсатором гідравлічного удару є те, що в ньому відсутні будь-які засоби компенсації гідравлічного удару на ділянці між лічильником і паливним насосом високого тиску, що не дає можливості точного виміру та обліку витрати палива лічильником. Наявність цього недоліку пояснюється наступним. Загальновідомо, що при роботі паливного насоса високого тиску, в нагнітальній магістралі виникає пульсуючий гідравлічний удар, при якому тиск палива на цій ділянці збільшується до двох разів. Саме цей гідравлічний удар (з боку насоса високого тиску) спотворює свідчення лічи-

льника (будь-якого типу), а також призводить до швидкого зменшення його ресурсу роботи, а то й до руйнування. Але відома система реєстрації сигналу містить тільки один компенсатор гідравлічного удару, розташований тільки з боку насоса низького тиску, тобто з боку джерела менших коливань тиску, ніж з боку джерела занадто більших коливань. Тому демпфуюча решітка, хоча і зменшує імпульси і шпаруватості від паливнопідкачувального насоса, але все ж таки не може забезпечити точність вимірювання витрати палива через вплив на лічильник коливань тиску з іншого боку, зокрема, з боку насоса високого тиску.

Третім недоліком відомого лічильника палива з компенсатором гідравлічного удару є те, що ці два вузли не являють собою єдину конструкцію. Цей недолік пояснюється наступним. Власно кажучи, компенсатор - це вузол, який забезпечує необхідну якість роботи лічильника, зокрема, необхідну точність результатів вимірювання витрати палива, яка досягається через стабілізацію параметрів рушення палива у паливній системі двигуна і ніяких інших функцій не виконує. Тому оснащення лічильника палива компенсатором є обов'язковою і необхідною умовою, що гарантує отримання дійсних відомостей про витрати палива та запобігають поламанню лічильника імпульсами тиску. Але якщо ці вузли виконані окремо один від другого, тобто не є єдиною конструкцією, то з'являється змога компенсатор гідравлічного удару встановити у будь-якому місті паливної системи двигуна, зручному для виробника, або за роздумом користувача транспортним засобом і не обов'язково послідовно разом з лічильником або на деякій відстані один від другого. У таких випадках, коли компенсатор буде розташований не послідовно і разом з лічильником палива, неможливо запобігти впливу коливань та гідравлічного удару на роботу останнього. Отже, якщо компенсатор і лічильник об'єднати у єдину конструкцію, то це виключатиме будь-яку можливість встановити компенсатор на якісь-там ділянці паливної системи окремо від лічильника, де його робота мало чим корисна для лічильника.

Четвертим недоліком відомого лічильника палива з компенсатором гідравлічного є власна невідосконаленість самого компенсатора, зокрема, його конструкції. Цей недолік пояснюється наступним. Використання в його конструкції принципу вирівнювання коливань тиску через компенсуючі решітки вимагають наявності безліч отворів, або розташування їх у декілька ярусів. У першому випадку зростає трудомісткість виготовлення такої решітки, а у другому - зростає складність цього вузла, та у обох випадках зростають габарити компенсатора коливань тиску. І саме цей конструктивний недолік робить його незручним. Також виникають проблеми його розташування під капотом більшості транспортних засобів через відсутність такого вільного за розмірами простору для розміщення таких величезних за габаритами додаткових вузлів. Крім того, компенсатор такої конструкції має досить велику вагу, що також надає деякі незручності при його монтажі (демонтажі) на паливній системі двигуна, а також задає додаткових навантажень безпосередньо на паливопровід, що

небезпечно під час експлуатації транспортного засобу.

У основу корисної моделі поставлене завдання, насамперед, підвищення точності обліку витрати палива та області використання контролюючого вузла, а також запобігання можливості поламання лічильника палива та збільшення терміну його служби з одночасним підвищенням надійності роботи та спрощенням конструкції з відповідним зниженням вартості та ваги компенсатора, шляхом повного виключення впливу динамічного коливання тиску палива на лічильник з будь-якого боку паливної системи двигуна і шляхом безпосередньої реєстрації витрати палива без проміжних перетворень будь-яких показників у форму, зручну для контролю, за рахунок принципової зміни конструкції компенсатора гідравлічного удару та виконання його невід'ємною частиною лічильника палива у одному корпусі, що запобігає можливості окремого використання одного з двох вузлів контрольного засобу витрати та обліку палива у паливній системі двигуна.

Рішення поставленої задачі досягається тим, що у лічильнику палива з компенсатором гідравлічного удару для паливних систем двигунів, який містить вимірювальний і реєструючий пристрій з рухомих елементом, що безпосередньо контактує з паливом, датчик для перетворення руху вказаного елемента в електричний сигнал, який передається на прилад, що реєструє електричний сигнал, і виконаний у вигляді аналогового блоку та електронного дисплея для візуального відображення інформації про витрати палива, а компенсатор гідравлічного удару виконаний у вигляді вузла, у якому відбувається розтинання суцільного потоку палива та безліч окремих потоків, згідно з пропозицією, у якості реєструючого пристрою використовується механічний кільцевий лічильник витрати палива, який своїми вхідним та вихідним отворами для палива приєднаний до компенсатора гідравлічного удару, який виконаний у вигляді єдиної ємності більшого діаметру, ніж діаметр трубок паливної магістралі, з приєднаними до її торців штуцерами підводу/відводу палива, яка містить у середині внутрішню глуху перегородку, що розділяє вказану ємність на дві багатопрохідні компенсаційні камери, що сполучаються між собою тільки через лічильник палива, а також внутрішній об'єм кожної компенсаційної камери розділений діаметрально на декілька порожнин дисками, в кожному з яких виконаний периферійний отвір для переходу робочої рідини з однієї порожнини у іншу, причому розмір вказаного отвору у диску дорівнюється розміру штуцерів підводу/відводу палива у ємність компенсатора, крім того, при цьому суміжні диски встановлені таким чином, що їх отвори опиняються на діаметрально протилежних боках ємності компенсатора для зміни напрямку рушення робочої рідини у компенсаційній камері, яка повністю заповнена демпфуючими елементами, виконаними у вигляді вкладишів опуклої форми з пружного маслостійкого матеріалу, наприклад, виконаних у вигляді гумових кульок, а також лічильник палива та компенсатор гідравлічного удару змонтовані у єдиному корпусі для запобігання можли-

вості їх окремого розташування у паливній системі двигуна.

Запропонований лічильник палива, завдяки використанню в ньому механічного кільцевого лічильника, стає не чутливим до коливань двигуна під час руху транспортного засобу, оскільки його робота базується не на занурюванні, а не примусовому обертанні кільця (реєструючого елемента) потоком палива, тобто, він нечутливий до тертя, а через те, й спотворювати відомості про витрати палива.

Запропонований компенсатор гідравлічного удару конструктивно досить простий і виглядає у вигляді послідовно розташованих компенсаційних камер, порожнини яких заповнені демпфуючими (або пружними) елементами, наприклад, кульками з маслобензостійкої гуми. Периферійне виконання отворів у дисках, що розділяють ємність компенсатора на окремі порожнини, забезпечує послідовне проходження робочої рідини через всі порожнини демпфуючих камер із зміною напрямку рушення потоку робочої рідини у кожній порожнині. Саме зміна напрямку рушення робочої рідини, примушує останню взаємодіяти зі всіма демпфуючими елементами. Отже, у випадку виникнення гідравлічного удару чи просто коливань тиску у паливній системі, хвиля тиску гаситься спочатку за рахунок дисипації енергії на отворах штуцерів і дисків, потім внаслідок пружного стиснення демпфуючих елементів. Регулювання діапазону частот хвиль, що гасяться, і ступеню зниження їх амплітуди досягається варіюванням розмірами пружних гумових кульок та їх жорсткістю. Виконання демпфуючих елементів у вигляді пружних кульок гранично спрощує їх конструкцію і технологію виготовлення. Опукла форма демпфуючих елементів обрана не випадково. Саме опуклість запобігає їх прилягання один до одного площинами, отже залишати постійним рівень загальних «гасячих» властивостей кожної порожнини компенсаційних камер. Глуха перегородка у середині компенсатора розподіляє його на дві окремі частини, одна з яких опиняється у паливній системі з боку насоса низького тиску, а друга - з боку насоса високого тиску, тобто між двома компенсаційними камерами утворюється сама безпечна ділянка паливної системи з точки зору можливості виникнення на ній будь-яких коливань тиску робочої рідини. Отже розташування лічильника палива між компенсаційними камерами - це майже єдине місце, де його робота не залежить від стану робочої рідини у паливній системі. Тому у компенсаторі передбачені додаткові отвори для приєднання до нього лічильника, через який обидві компенсаційні камери й сполучаються. Лічильник палива з компенсатором гідравлічного удару монтують у одному корпусі. Саме таке конструктивне виконання лічильника з компенсатором, не тільки дозволяє звести до мінімуму габаритні розміри вузла, контролюючого витрати палива, але й виключає можливість встановлювати лічильник палива окремо від компенсатора у іншому місці паливній системі двигуна, та саме так забезпечити високу точність обліку сумарної масової витрати палива. Використання у якості реєструючого пристрою механічного лічильника палива, наприклад, механічного марки BRAUN HZ-5, до-

зволяє вести безпосередній облік витрати палива без використання заздалегідь розробленим номограм, зокрема, і в процесі експлуатації транспортного засобу, причому компенсатор гідравлічного удару збільшує ресурс роботи лічильника палива за рахунок зниження локального навантаження коливань тиску на його механічну частину. Таким чином, запропонований лічильник палива з компенсатором гідравлічного удару утворюють єдиний вузол контролю за витратами палива.

Запропонований компенсатор з лічильником палива розташовують у паливній системі транспортного засобу, яка включає паливний бак, від якого відходить паливна магістраль низького тиску, в яку послідовно включені запірний вентиль, паливнопідкачувальний насос низького тиску (помпа), лічильник палива з компенсатором гідравлічного удару, фільтр тонкого очищення палива, паливний насос високого тиску, від якого паливо по розгалуженій магістралі подається в уприскувачі форсунки, і магістраль повернення невикористаного палива в паливний бак. Зазначене місце розташування контролюючого вузла є найбільш ефективним місцем його використання, з погляду виникнення хвилі підвищеного тиску палива у паливній системі двигуна.

Подальша сутність корисної моделі пояснюється ілюстративним матеріалом, на якому зображена схема запропонованого лічильника палива з компенсатором гідравлічного удару.

Запропонований лічильник палива 1 з компенсатором гідравлічного удару 2 для паливних систем двигунів містить механічний кільцевий лічильник 3 витрати палива, який своїми вхідним та вихідним отворами 4 для палива приєднаний безпосередньо до компенсатора гідравлічного удару 2, датчик 5 для перетворення механічного сигналу кільцевого лічильника 3 в електричний сигнал, який передається на прилад, що реєструє цей електричний сигнал, і виконаний у вигляді аналогового блоку 6 та електронного дисплея 7 для візуального відображення інформації про витрати палива.

Компенсатор гідравлічного удару 2 виконаний у вигляді вузла, у якому відбувається розтинання суцільного потоку палива та безліч окремих потоків. Для цього компенсатор гідравлічного удару 2 виконаний у вигляді єдиної ємності, яку утворює суцільний корпус 8 занадто більшого діаметру, ніж діаметр паливопровідної магістралі двигуна, з приєднаними до його торців штуцерів 9 підводу/відводу палива. Корпус 8 може бути виконаним і не циліндричним, проте циліндрична його форма найбільш технологічна у виготовленні.

Корпус 8 містить у середині внутрішню глуху перегородку 10, яка розділяє його завдовжки на дві багатопрхідні компенсаційні камери 11, що сполучаються між собою тільки через кільцевий лічильник 3 палива. Внутрішній об'єм кожної компенсаційної камери 11 розділений діаметрально на декілька порожнин 12 дисками 13, в кожному з яких виконаний периферійний отвір 14 для переходу робочої рідини з однієї порожнини 12 у іншу. Розмір периферійного отвору 14 у диску 13 дорівнюється діаметру штуцерів 9 підводу/відводу палива у корпус 8 компенсатора 2. Таке співвідно-

шення розмірів периферійних отворів 14 та розмірів штуцерів 9 є оптимальним. Саме у цьому випадку з'являється можливість компенсувати гідравлічний удар повністю. Якщо отвори 14 у дисках 13 будуть більшими за розмір штуцерів 9, то частина хвилі підвищеного тиску, не зустрічаючи чинної перешкоди, «проскакуватиме» у лічильник 1. А якщо отвори 14 у дисках 13 будуть меншими за розмір штуцерів 9, то в порожнинах 12 виникатиме підвищений тиск робочої рідини, яка, входячи у лічильник 1, буде дестабілізувати його роботу.

Суміжні диски 13 встановлені таким чином, що їх периферійні отвори 14 опиняються на діаметрально протилежних боках корпусу 8 компенсатора гідравлічного удару 2 для зміни напрямку рушення робочої рідини у компенсаційній камері 11. Периферійне виконання отворів 14 у дисках 13, а також їх розташування на суміжних дисках 13 з діаметрально протилежних боків, забезпечує послідовне проходження робочої рідини через всі порожнини компенсаційних камер 11 із зміною напрямку рушення потоку робочої рідини у кожній порожнині 12. Кількість порожнин 12 у кожній компенсаційній камері 11 може бути різною, але, як доведено практикою, цілком достатньо для повного гасіння гідравлічного удару, досить встановити лише два диски 13.

Порожнини 12 компенсаційних камер 11 повністю заповнені демпфуючими елементами 15, виконаними у вигляді вкладишів опуклої форми з пружного мастилобензостійкого матеріалу, наприклад, виконаних у вигляді гумових кульок. Зміна напрямку рушення робочої рідини, про яку казалося вище, примушує останню взаємодіяти зі всіма демпфуючими елементами 15. Демпфуючі елементи 15 можуть мати різну жорсткість та розміри у залежності від діапазону частот хвиль тиску, що гасяться, і ступеню зниження їх амплітуди. Виконання демпфуючих елементів 15 у вигляді пружних кульок гранично спрощує їх конструкцію і технологію виготовлення. Опукла форма демпфуючих елементів 15 запобігає їх прилягання один до одного площинами (або злипання між собою), отже залишати постійним рівень загальних «гасячих» властивостей кожної порожнини 12 компенсаційних камер 11. Демпфуючі елементи 15 можуть мати і довільну форму, але обов'язково опуклу, що виключатиме можливість прилягання їх один до другого площинами.

Механічний кільцевий лічильник 3 витрати палива своїми вхідним та вихідним отворами 4 для палива приєднаний окремо до кожної компенсаційної камери 11 компенсатора 2 гідравлічного удару. Використання у якості реєструючого пристрою механічного лічильника 2 палива, дозволяє засіб контролю зробити надійним й нечутливим до коливань двигуна під час руху транспортного засобу. Витрата палива при роботі двигуна спостерігається візуально по дисплею 7. Розташування кільцевого лічильника 3 палива між компенсаційними камерами 11 безпосередньо над компенсатором 2 гідравлічного удару робить його роботу незалежною від стану робочої рідини у паливній системі, оскільки з обох боків від нього розташовані компенсаційні камери 11. Таким чином, запропонований компенсатор 2 гідравлічного удару з лічи-

льником 1 утворюють єдиний безпечний та точний вузол контролю за витратами палива двигуном.

Лічильник палива 1 та компенсатор гідравлічного удару 2 змонтовані у єдиному корпусі 16 для запобігання можливості їх окремого розташування у паливній системі двигуна.

Запропонований лічильник 1 палива з компенсатором 2 гідравлічного удару для паливних систем двигунів працює наступним чином.

Запропонований лічильник 1 палива з компенсатором 2 гідравлічного удару розташовують у будь-який в паливній системі транспортного засобу (система не показана, з-за численної різноманітності можливих їх схем і з-за незалежності від схеми паливної системи), яка включає паливний бак, від якого відходить паливна магістраль низького тиску, в яку послідовно включені запірний вентиль, паливнопідкачувальний насос низького тиску (помпа), лічильник 1 палива з компенсатором 2 гідравлічного удару, фільтр тонкого очищення палива, паливний насос високого тиску, від якого паливо по розгалуженій магістралі подається в уприскуючі форсунки, і магістраль повернення невикористаного палива в паливний бак. Зазначене місце розташування контролюючого вузла є найбільш ефективним місцем його використання, з погляду виникнення хвилі підвищеного тиску палива у паливній системі двигуна.

При запуску двигуна, паливо по паливній магістралі починає рухатися з паливного баку до уприскуючих форсунок. При сталому режимі руху робочої рідини у гідросистемі, вона через штуцер 9 потрапляє у корпус 8 компенсатора 2 і, опиняючись у компенсаційній камері 11, розосереджується у першій порожнині 12 між демпфуючими елементами 15. Далі, зіштовхнувшись з першим диском 13, робоча рідина змінює свій напрям руху, зосереджується біля отвору 14 і через нього потрапляє у другу порожнину 12, де знову розосереджується. Потім робоча рідина, знову зіштовхнувшись з другим диском 13, і знову змінює свій напрям руху, зосереджуючись біля отвору 14 і через нього потрапляє у третю порожнину 12, де знову розосереджується. В міру просування по третій порожнині 12, робоча рідина зіштовхується з глухою перегородкою 10. Оскільки вказана перегородка 10 запобігає подальший рух робочої рідини позовж корпусу 8, вона потрапляє у вхідний отвір 4 кільцевого лічильника 3, вимушуючи його своєю механічною частиною враховувати об'єм рідини, що в нього потрапляє. Далі, робоча рідина, через вихідний отвір 4 кільцевого лічильника 3 потрапляє у другу компенсаційну камеру 11, це цикл її розосередження та змін напрямку рушення повторюється, аналогічно тому, як це проходило у першій компенсаційній камері 11. Виходячи з компенсатора 2 гідравлічного удару через штуцер 9, робоча рідина знову потрапляє у паливну магістраль. Отже, робоча рідина, в процесі рушення через компенсатор 2, постійно омиває демпфуючі елементи 15 і багато разів розосереджується та зосереджується і змінює свій напрямок рушення позовж корпусу 8 компенсатора 2 гідравлічного удару.

При роботі паливного насоса низького тиску, із-за поперемінного відкриття-закриття його клапа-

нів, постійно виникає гідравлічний удар в магістралі низького тиску, який не тільки спотворює свідчення кільцевого лічильника 3 палива, але й приводить до його передчасного виходу з ладу. Це негативне явище попереджає перша компенсаційна камера 11. Ще більший гідравлічний удар виникає у нагнітальній магістралі 3-за поперемінного відкриття-закриття клапанів насоса високого тиску. Це негативне явище попереджає вже друга компенсаційна камера 11. Отже, з якого б боку не з'явився гідравлічний удар, хвиля підвищеного тиску, в першу чергу, стикається з першою компенсаційною камерою 11, де частково (пікові навантаження) гаситься за рахунок дисипації енергії в розширеній частині корпусу 8. Далі, частина ще невірноваженого потоку робочої рідини, що проскочила, стикається з демпфуючими елементами 15, які, завдяки своїй податливості (пружності матеріалу), розсіюють ще в більшій мірі. При подальшому просуванню робочої рідини позовж компенсаційній камери 11, через багаторазову зміну напрямку її рушення та пружність демпфуючих елементів 15, її тиск поступово вирівнюється до прийнятливих рівня, що виключає дію хвилі початкового тиску на кільцевий лічильник 3 і не вносить дестабілізацію його роботи. Таким чином кільцевий лічильник 3 опиняється повністю захищеним від гідравлічного удару, з якого б боку він не з'явився у паливній системі двигуна, оскільки повністю гаситься за рахунок одночасної дії одразу ж трьох факторів, а саме: дисипації енергії при переході з однієї порожнини 12 в іншу, багаторазової зміни напрямку протікання робочої рідини і пружних властивостей демпфуючих елементів 15.

Запропонована конструкція лічильника 1 палива з компенсатором гідравлічного удару 2 при випробуваннях в реальних умовах експлуатації енергонасичених транспортних засобів (тракторів) дозволила знизити погрішність виміру витрати палива до 1% для тих лічильників, які без компенсатора гідравлічного удару 2 мають погрішність виміру витрати палива у межах 13-30%.

Суттєва відмінність об'єкту корисної моделі, що заявляється, від раніш відомих полягає в тому, що лічильник палива з компенсатором гідравлічного удару розташовані у одному корпусі і разом утворюють єдиний засіб вимірювання витрати палива, який нечутливий до коливань тиску з якого б боку вони не виникали під час роботи двигуна завдяки розділенню корпусу компенсатора на дві компенсаційні камери, у яких є декілька дисків з однаковими за розмірами, але різними за розташуванням у просторі отворами, та повністю заповненими демпфуючими елементами занадто опуклої форми з пружного матеріалу, що робить його дуже простим і компактним конструктивно. Вказані відмінності, у сукупності, дозволяють стабілізувати роботу лічильника палива, вести візуальний облік витрати палива без будь-яких попередніх перетворень свідчень, а також гасити коливання тиску палива в системі перед лічильником з якого б боку вони не з'явилися, і, саме так, підвищити надійність і ресурс роботи всіх вузлів паливної системи, оскільки зникає динамічне навантаження на них, та виключає можливість окремого викорис-

тання лічильника чи компенсатора або їх встановлення на різних ділянках паливної системи двигуна. Жодний з відомих лічильників палива з компенсаторами гідравлічного удару не може володіти відміченими властивостями, оскільки або взагалі не містять в своїх конструкціях лічильників палива, або містять лічильники у паливній системі, але відокремлені, або компенсатори запобігають виникненню гідравлічного удару тільки з одного боку від лічильника, що не дозволяє отримати відомості про реальні витрати палива.

До технічних переваг запропонованого технічного рішення, в порівнянні з прототипом, можна віднести наступне:

- підвищення точності обліку витрати палива за рахунок гарантованого виключення дії гідравлічного удару на лічильник, з якого б боку паливний системи він не з'явився;

- збільшення довжини тракту руху робочої рідини по довжині компенсатора за рахунок використання розділяючих дисків із спеціальним розташуванням в них отворів і певних розмірів;

- збільшення строку експлуатації (практично не обмежений) до природного зносу демпфуючих елементів за рахунок відсутності в конструкції компенсатора рухомих деталей та деталей, що руйнуються;

- підвищення технологічності виготовлення компенсатора за рахунок використання єдиного корпусу та простих демпфуючих елементів;

- висока надійність гасіння гідравлічного удару за рахунок впливу на хвилю підвищеного тиску одразу трьох факторів: дисипації енергії при переході з однієї порожнини в іншу, багаторазової зміни напрямку протікання робочої рідини і пружних властивостей демпфуючих елементів;

- можливість гасіння гідравлічного удару з будь-якого боку за рахунок розділу корпусу на дві частини глухою перегородкою;

- можливість гасіння гідравлічного удару будь-якої потужності за рахунок використання адекватних за жорсткістю демпфуючих елементів;

- універсальність лічильника з компенсатором з цієї ж причини;

- збільшення терміну служби реєструючого пристрою з тієї ж причини;

- можливість використання реєструючого пристрою будь-якої відомої конструкції з цієї ж причини;

- спрощення контролю витрати палива за рахунок використання у якості реєструючого пристрою звичайного механічного лічильника витрати палива;

- спрощення конструкції реєструючого пристрою з тієї ж причини;

- спрощення конструкції компенсатора за рахунок використання розділення його корпусу простими дисками з отворами та використання простих демпфуючих елементів;

- виключення можливості використання лічильника без компенсатора за рахунок того, що вони утворюють єдину однокорпусну конструкцію;

- зменшення габаритів контрольного засобу за рахунок того, що лічильник примикає безпосередньо до компенсатора;

- забезпечення стабільності роботи двигуна і виключення можливості руйнування його паливної системи, за рахунок зниження динамічного навантаження на вузли паливної системи;

- можливість регулювання експлуатаційних характеристик контролюючого засобу за рахунок використання демпфуючих елементів різної жорсткості та за рахунок можливості підключення до компенсатора лічильника будь-якої конструкції.

До соціальних переваг запропонованого технічного рішення, в порівнянні з прототипом, можна віднести високу точність контролю витрати палива в результаті високої надійності і повного гасіння енергії обуреного середовища, розширення області використання контролюючого засобу у наслідок зменшення його габаритів і ваги. Саме з цих причин відомі лічильники палива та компенсатори гідравлічного удару не використовуються в паливних системах більшості транспортних засобів, оскільки або не гасять повністю гідравлічний удар та коливання тиску, або їх не можливо розмістити під капотом транспортного засобу. Наявність у паливній системі запропонованого лічильника палива з компенсатором гідравлічного удару дозволяє не тільки точно контролювати витрату палива, але й попередити несанкціонований доступ для вилучення палива з паливної системи транспортного засобу.

Економічний ефект від впровадження запропонованого технічного рішення, в порівнянні з використанням прототипу, одержують за рахунок збільшення ресурсу роботи вузлів паливної системи і зниження вартості контролюючого вузла, що складається з компенсатора гідравлічного удару з лічильником палива у паливних системах двигунів.

Після опису вищезазначеної конструкції лічильника палива з компенсатором гідравлічного удару для паливних систем двигунів транспортних засобів, фахівцям в даній області техніки повинно бути, наявно, що все вищеописане є лише ілюстративним, а не обмежувальним, будучи представленим даним прикладом. Численні можливі модифікації і інші варіанти застосування відомих елементів реєструючого пристрою, дисплеїв, датчиків, аналогових перетворювачів, розмірів та форми корпусу компенсатора, кількості порожнин та отворів у дисках, їх товщина, та матеріали, що використовуються, можуть змінюватися у різному співвідношенні і, зрозуміло, знаходяться в межах об'єму одного із звичайних і природних підходів в даній області знань і розглядаються такими, що знаходяться в межах об'єму даного технічного рішення.

Квінтесенцією запропонованого технічного рішення є те, що лічильник палива з компенсатором гідравлічного удару запропонованої конструкції складають єдину однокорпусну конструкцію, і саме ця обставина дозволяє надбати вузлу обліку палива перераховані і інші переваги. Виготовлення, зміна і використання лише окремих деталей у цьому вузлі, природно, обмежує спектр переваг, перерахованих вище, і не може вважатися новими технічними рішеннями в даній області знань, оскільки інше подібно описаній конструкція лічильника палива з компенсатором гідравлічного удару вже не вимагатиме будь-якого творчого підходу від конструкторів і інженерів, а тому і не може вважатися результатами їх творчої діяльності або новими об'єктами інтелектуальної власності, відповідними до захисту охоронними документами.

