



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36875 (13) U
(51) МПК (2006)
F02M 59/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ І МЕХАНІЗМ РЕГУЛЮВАННЯ КУТА ВИПЕРЕДЖЕННЯ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА ДО ЦИЛІНДРІВ ДИЗЕЛЯ

1

2

(21) u200806997

(22) 20.05.2008

(24) 10.11.2008

(46) 10.11.2008, Бюл.№ 21, 2008 р.

(72) ГОЛОВЧУК АНДРІЙ ФЕДОРОВИЧ, UA, АРЕН-
ДАРЕНКО ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, UA,
ІВАНОВ ОЛЕГ МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА АКА-
ДЕМІЯ, UA

(57) 1. Спосіб регулювання кута випередження
впорскування палива (далі КВВП), заснований на
використанні осьового обертання нагнітального
плунжера для здійснення розподілу палива по

циліндрах дизеля та керування моментом сполу-
чення надплунжерного об'єму з відповідними па-
ливними каналами, який **відрізняється** тим, що
здійснюється кутове коректування нагнітального
плунжера в межах від 0 до 7° по відношенню до
паливних каналів при своєму осьовому обертанні
для змінення КВВП в діапазоні 19-32° по куту по-
вороту колінчатого вала дизеля.

2. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що здій-
снюється зміна КВВП в залежності від умов роботи
дизеля за допомогою електронної мікроконтроле-
рної системи керування.

Корисна модель відноситься до галузі двигу-
нобудування, зокрема до систем автоматичного
керування дизеля, і може знайти своє застосуван-
ня при вдосконаленні існуючих та проектуванні
нових систем паливоподачі автотракторних дизе-
лів.

Необхідність у регулюванні кута випередження
впорскування палива (далі КВВП) обумовлюється
визначальним впливом цього параметра на фор-
мування енергетичних, економічних та екологічних
властивостей дизеля на більшості режимах його
роботи.

Відома паливовпорскувальна апаратура [по
патенту РФ №2129217С1 (МПК⁶ F02D1/04 опубл.
20.04.99 бюлетень №11)], яка містить в собі меха-
нізм зміни КВВП у вигляді кінематичного поєднан-
ня двох складових: фазової втулки, коаксіальне
закріпленої на нагнітальному плунжері, та фазової
рейки, яка через систему послідовно сполучених
важелів знаходиться в з'єднанні з механічним від-
центровим регулятором частоти обертання дизе-
ля. Зміна КВВП, згідно даного патенту, відбуваєть-
ся шляхом корегування на такті стиску моменту
перекриття наповнювального каналу паливної
секції скошеною торцевою поверхнею нагнітально-
го плунжера. Це досягається завдяки синхронному
кутовому повороту плунжера та фазової втулки у
відповідності до лінійного переміщення фазової

рейки, величина якого обумовлюється відцентро-
вим регулятором.

Основним недоліком даного механізму є неви-
сока точність регулювання, що пояснюється засто-
суванням в якості керуючого елемента регулятора
відцентрового типу з притаманними для цих регу-
ляторів характерними вадами. Також до недоліків
можна віднести достатньо ускладнену та багато-
ланкову конструкцію.

Відома муфта автоматичної зміни КВВП [за
авторським свідоцтвом СРСР №1379487А1 (МПК⁴
F02M59/20 опубл. 07.03.88 бюлетень №9)], яка
дозволяє здійснювати керування КВВП з враху-
ванням багатьох факторів впливу завдяки елек-
тронної системи управління. Зміна КВВП даною
муфтою відбувається шляхом зміни фази обер-
тання кулачкового вала відносно привідного валу
на величину пропорційну КВВП. Для розведення
валів муфта обладнана поздовжньо рухомою ве-
дучою та фіксованою веденою півмуфтами, які
взаємодіють між собою через косі шліци і поса-
джені відповідно на привідний та кулачковий вал.
Управління ведучою півмуфтою здійснюється че-
рез знижувальний редуктор електродвигуном по-
стійного струму, керування яким проводиться еле-
ктронною системою на підставі інформаційних
сигналів від вимірювальних датчиків.

Недоліками цієї муфти є складна конструкція
та необхідність розвивати електродвигуном значні

UA (19) 36875 (11) 36875 (13) U

пересувні зусилля для переміщення ведучої півмуфти, що негативно позначається на точності регулювання КВВП.

Відомий паливний насос розподільного типу [Строков О.П., Головчук А.Ф. та інші. Системи живлення дизелів типу СМД: Довідник. - Дніпропетровськ: «Пороги», 1996. - С.30], в якому початок процесу подачі палива відбувається при умові сполучення надплунжерного об'єму паливної секції з лінією високого тиску певного циліндра двигуна. В якості об'єднуючого елемента виступає нагнітальний плунжер паливного насоса, який також виконує функцію розподілу палива між декількома лініями високого тиску за рахунок свого осьового обертання. Для здійснення обертального руху плунжер за допомогою спеціального прямокутного профілю поєднується з зубчатою втулкою, яка через проміжну шестерню приводиться в обертальний рух валом регулятора частоти обертання. Водночас, вал регулятора через конічну зубчасту передачу перебуває в кінематичному зачепленні з кулачковим валом насоса, який приводиться в обертання від зубчатого колеса розподільного вала дизеля за допомогою механічної муфти відцентрового типу призначеної для регулювання моменту початку подачі палива (КВВП).

Даний спосіб регулювання за своїми функціональними властивостями та принципом дії найбільш близький до запропонованого, тому він і був вибраний в якості прототипу.

Недоліками вищезгаданого способу (механізму) регулювання КВВП є значна інерційність при сприйнятті збуджувальної та виробленні керуючої дії, відсутності стабільності роботи при постійній частоті обертання кулачкового валу, що негативно позначається на точності й якості регулювання КВВП.

Метою корисної моделі є забезпечення на необхідному рівні якості і точності регулювання КВВП, дотримання стабільності значень КВВП на ustalених режимах роботи двигуна, здійснення багатокритеріального принципу регулювання КВВП та покращення якості паливоподачі.

Поставлена мета досягається наступним чином.

Регулювання КВВП в запропонованому способі пропонується здійснювати шляхом керування моментом початку надходження палива з надплунжерного об'єму в лінії високого тиску циліндрів двигуна. Це досягається завдяки здійсненню кутової корекції нагнітального плунжера розподільного паливного насоса по відношенню до паливних каналів ліній високого тиску в паливній секції.

Пропонований спосіб базується на особливості плунжера розподільного паливного насоса виконувати розподільчу функцію, а саме, циклічно стискаючи паливо в одному надплунжерному об'ємі розподіляти його на декілька паливних ліній високого тиску в певній послідовності (черговості). Для виконання цієї функції плунжер містить центральний канал, який з одного боку сполучається з надплунжерним об'ємом, а з іншого - з спеціальним розподільним пазом, саме через який, при визначеному куті повороту плунжера, і відбувається

надходження палива до певного паливного каналу.

Для реалізації представленого способу регулювання КВВП пропонується застосувати спеціальний корегуючий механізм, креслення якого приведене на Фіг.1.

Механізм складається з основи 1 закріпленого в корпусі паливного насоса за допомогою осьового кронштейна 2; обертаючого в основі 1 вала 3 з похилими шліцями; веденої шестерні 4, закріпленої на вісі обертання 5 і поєднаної зі зубчатою втулкою 6 плунжера 7 паливного насоса; ведучої шестерні 8, яка закріплена на шліцьовому валі 3 і перебуває в зачепленні з веденою шестернею 4. Також до складу механізму входить рухома шестерня 9 з внутрішніми похилими шліцями. Ця шестерня перебуває одночасно в зачепленні з шліцьовим валом 3 і валом 10 відцентрового регулятора 11 частоти обертання, що дозволяє їй здійснювати як обертальний, так і зворотно-поступальний рух.

При обертальному русі рухомої шестерні 9 шліцьовий вал 3 разом з ведучою 8 та веденою 4 шестернею приводить зубчасту втулку 6 плунжера 7 в обертаний рух, тим самим задаючи обертання і плунжеру 7.

Повздовжнє переміщення рухомої шестерні 9 за рахунок шліцьового з'єднання з похилими шліцями призведе до кутового зміщення вала 3 на величину, яку обчислюють з формули:

$$\varphi = h_{\text{шест}} \cdot \frac{360^\circ}{\pi \cdot D_{\text{шл}} \cdot \text{tg}(90^\circ - \alpha)} \quad (1)$$

де $h_{\text{шест}}$ - величина переміщення рухомої шестерні, мм;

$D_{\text{шл}}$ - зовнішній діаметр шліців, мм;

α - кут нахилу шліців до вісі обертання за їх зовнішнім діаметром, градуси.

При цьому кут повороту плунжера 7 з врахуванням передаточних чисел зубчастих передач складає:

$$\varphi_{\text{плунжер}} = \frac{Z_{\text{вед}}}{Z_{\text{втулки}}} \cdot \varphi \quad (2)$$

де $Z_{\text{вед}}$ - кількість зубів ведучої шестерні 8;

$Z_{\text{втулки}}$ - кількість зубів зубчатої втулки 6 плунжера 7.

Зважаючи на те, що рухома шестерня 9 може рухатися вздовж шліцьового вала 3 вгору і вниз, можливо здійснювати кутове корегування плунжера 7 як за годинниковою, так і проти годинникової стрілки. Організуючи таким чином корекцію кута повороту плунжера 7 можна контролювати безпосередньо і момент сполучення розподільного пазу 12 плунжера з паливними каналами 13 і, відповідно, змінювати КВВП, величина якого буде визначатися з формули:

$$\varphi_{\text{ВВП}} = \varphi_{\text{ВВП}}^{\text{НОМ}} \pm \lambda \cdot \varphi_{\text{плунжер}} \quad (3)$$

Де

$\varphi_{\text{ВВП}}$ - КВВП виражений в градусах повороту колінчатого валу двигуна,;

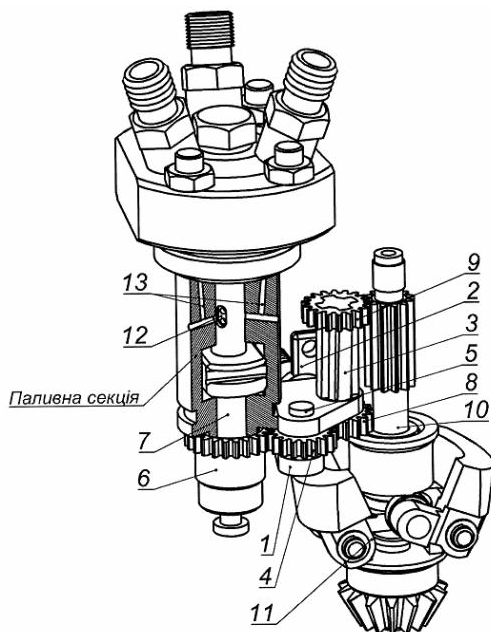
$\varphi_{\text{ВВП}}^{\text{НОМ}}$ - номінальне значення КВВП на номінальному режимі роботи двигуна, градуси;

λ - загальне передаточне число від колінчатого валу до плунжера паливного насоса.

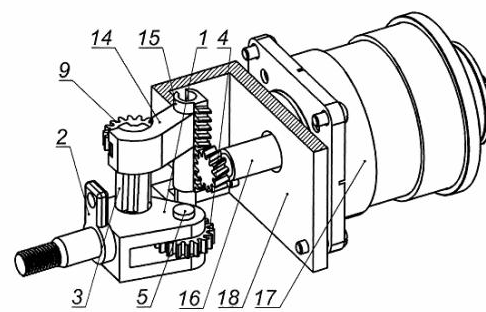
Для переміщення рухомої шестерні 9 вздовж шліцьового вала 3 використовується електромеханічний керуючий механізм, креслення якого представлено на Фіг.2. До складу механізму входять: повздовжній важіль 14, який охоплює рухому шестерню 9, рейкова передача в складі зубчастої рейки 15 та зубчастої втулки 16 приєднаної до крокового електродвигуна 17 та кронштейн 18, закріпленого на корпусі паливного насосу. Управління кроковим електродвигуном 17 здійснюється електронною мікроконтролерною системою управління (далі ЕМСУ), яка фіксує зміну параметрів роботи дизеля відповідними датчиками та на основі отриманої інформації обраховує оптимальний КВВП для даного режиму роботи.

Регулювання КВВП за запропонованим способом і механізмом відбувається в такий спосіб.

При відсутності потреби корегування КВВП керуючий та корегуючий механізм залишаються не задіяними. В даному випадку розподіл палива з встановленим КВВП відбувається в такий спосіб. Обертний рух зубчастого колеса розподільного валу двигуна через жорсткий привід, кулачковий вал і конічну передачу передається до валу 10 регулятора частоти обертання 11, який в свою чергу приводить в обертний рух шестерні 9, 8 та 4 корегуючого механізму та зубчасту втулку 6 плунжера 7. Плунжер 7 починає обертання та розподіляти паливо по паливним каналам 13 у визначеній черговості з номінальним значенням КВВП.



Фіг. 1



Фіг. 2

При зміні умов роботи двигуна ЕМСУ генерує відповідний керуючий сигнал до крокового електродвигуна 17 з метою зміни КВВП у відповідності до нових умов роботи. На підставі керуючого сигналу кроковий електродвигун 17 здійснює зміщення рухомої шестерні 9 корегуючого механізму за допомогою рейкової передачі і повздовжнього важеля 14 в напрямку необхідному до встановлення оптимального КВВП. Внаслідок переміщення рухомої шестерні 9 плунжер 7 скорегує своє кутове положення по відношенню до паливних каналів 13 на визначену ЕМСУ величину і змінить КВВП. В даному випадку плунжер 7 буде здійснювати обертний рух з певним кутовим зміщенням пропорційного до скорегованої величини КВВП відносно свого номінального значення.

Таким чином, залучаючи деталі паливного насосу для регулювання КВВП даний спосіб дозволяє більш якісно та гнучкіше здійснювати це регулювання. Крім того, використання в запропонованому механізмі крокового електродвигуна з електронною системою управління дозволить значно підвищити точність та швидкість зміни КВВП, а також забезпечить виконання принципу багатокритеріальності при регулюванні КВВП. Це в кінцевому випадку призведе до покращення роботи двигуна та поліпшення економічних та екологічних показників автотракторних дизелів.