



УКРАЇНА

(19) UA (11) 8373 (13) U

(51) 7 F02D43/00,41/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

### ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ ДИЗЕЛЕМ З НАДДУВАННЯМ

1

2

(21) 20040604895

(22) 21.06.2004

(24) 15.08.2005

(46) 15.08.2005, Бюл. № 8, 2005 р.

(72) Кравець Валерій Олексійович, Колибін Юрій Миколайович, Борисенко Анатолій Миколайович, Ріттер Антон Володимирович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Пристрій керування дизелем з наддуванням, що містить датчики верхньої і нижньої мертвих точок, перший і другий формувачі прямокутних імпульсів, першу і другу схеми АБО, першу, другу, третю і четверту схеми І, перший тригер, перший і другий керовані генератори, перший і другий лічильники імпульсів, схему рівнозначності, керований формувач імпульсів упорскування палива, датчик навантаження, інвертор, підсилювач потужності й електромагнітний клапан, зв'язані між собою, який відрізняється тим, що в нього уведено фотоелектричний вимірювач димності, диференціатор, суматор, компаратор, другий тригер, електронний

ключ, електродинамічний привід, генератор опорної напруги і генератор лінійно змінюваної напруги, причому вхід першого диференціатора і вхід керування генератора напруги, що лінійно змінюється, підключені до виходу датчика навантаження, вихід диференціатора підключений до одиничного входу другого тригера і входу запуску генератора напруги, що лінійно змінюється, вихід генератора напруги, що лінійно змінюється, і фотоелектричний вимірювач димності підключені відповідно до першого і другого входів суматора, вихід якого з'єднаний з першим входом компаратора і першим контактом електронного ключа, другий контакт якого зв'язаний з обмоткою електродинамічного приводу пневматичного клапана, вихід компаратора з'єднаний із входом другого диференціатора, вихід якого підключений до нульового входу другого тригера, вихід другого тригера з'єднаний з керуючим входом електронного ключа, причому другий вхід компаратора з'єднаний з виходом генератора опорної напруги.

Корисна модель відноситься до машинобудування, зокрема до двигунобудування, переважно до систем паливоподачі і повітропостачання дизелів з наддуванням.

Корисна модель може бути використаний в системах паливоподачі і повітропостачання дизелів з електронним керуванням.

Відомий пристрій керування упорскуванням палива в двигун внутрішнього згоряння, що містить блок керування, реверсивний лічильник, схему АБО, одновібратор, підсилювач і електромагнітний клапан, причому блок керування через реверсивний лічильник зв'язаний зі схемою АБО, вихід якої підключений до входу блоку керування, а одновібратор, підсилювач і електромагнітний клапан зв'язані послідовно [1].

Недоліком відомого пристрою є низька точність регулювання кута випередження паливопостачання.

Відомий пристрій керування упорскуванням

палива в двигун внутрішнього згоряння, що містить блок керування, реверсивний лічильник, схему АБО, одновібратор, підсилювач й електромагнітний клапан зв'язані послідовно, формувач коротких імпульсів, що підсумовує лічильник, схема рівнозначності, схема І, тригер і датчик переміщення електромагнітного клапана, причому входи схеми рівнозначності з'єднані з виходами двійкових комірок реверсивного і підсумовуючого лічильників, а її вихід безпосередньо підключений до виходу одновібратора і через формувач коротких імпульсів - до шини скидання в нульовий стан підсумовуючого лічильника, одиничний вхід тригера з'єднаний з виходом одновібратора, нульовий вхід - з датчиком електромагнітного клапана, а вихід - з першим входом схеми І, другий вхід якої підключений до інформаційного входу реверсивного лічильника [2].

У порівнянні з першим аналогом цей пристрій забезпечує більш високу точність регулювання

(13) U

(11) 8373

(19) UA

кута в залежності від частоти обертання вала. Однак при роботі двигуна по навантажувальній характеристиці, тобто при незмінній частоті обертання і перемінному навантаженню, дане пристрій не забезпечує зміну кута випередження паливостачання, у зв'язку з чим паливна економічність двигуна є низькою.

Найбільш близьким до заявленого по технічній сутності є пристрій керування упорскуванням палива в двигун внутрішнього згоряння який містить датчик верхньої мертвої точки, датчик нижньої мертвої точки, перший формувач прямокутних імпульсів, другий формувач прямокутних імпульсів, першу схему АБО, тригер, першу схему I, другу схему I, перетворювач частоти в напругу, четверту схему I, перший керований генератор, другий керований генератор, третю схему I, другу схему АБО, другий лічильник імпульсів, перший лічильник імпульсів, схему рівнозначності, одновібратор, керований формувач імпульсів упорскування, датчик навантаження, інвертор, підсилювач потужності, електромагнітний клапан, зв'язані між собою [3].

У порівнянні з відомими пристрій - прототип має більш широкі функціональні можливості і забезпечує більш високу паливну економічність двигуна, тому що регулює фазу паливостачання не тільки у функції кутувої швидкості, але й у функції навантаження дизеля. Однак у перехідних режимах при різких накиданнях навантаження на дизель з наддуванням це не забезпечує якісного сумішоутворення і згоряння палива, що впорскується, у зв'язку з дефіцитом повітряного заряду, обумовлений інерційністю турбокомпресора. Відповідно до цього, при різких накиданнях навантаження, перехідні процеси протікають незадовільно і супроводжуються підвищеною димністю газів, що відпрацювали.

Таким чином, недолік прототипу полягає в тому, що він не забезпечує задовільних техніко-економічних і екологічних показників дизеля з наддуванням у перехідних режимах його роботи.

Задача корисної моделі - підвищення техніко-економічних і екологічних показників дизеля з наддуванням у перехідних режимах роботи при різких змінах навантаження.

Задача вирішується завдяки тому, що в пристрій уведено додаткові датчики й елементи, такі як фотоелектричний вимірювач димності, перший диференціатор, генератор лінійно змінюваної напруги (ГЛЗН), підсумувач, компаратор, другий диференціатор, RS-тригер, електронний ключ і електродинамічний привід пневматичного клапану. У результаті додавання перерахованих вище елементів буде поліпшена якість сумішоутворення палива і повітря, за рахунок визначення моменту упорскування з однієї сторони і подачі необхідної кількості додаткового повітря з іншої. Причому подача додаткового повітря починається в момент різкої зміни моменту навантаження, що дозволяє попередити збільшення димності вихлопних газів. Також корекція кількості додаткового повітря здійснюється за допомогою фотоелектричного вимірювача димності.

В основу пристрою покладена реалізація три-

кутного закону, визначаючого залежність кількості додаткового повітря від величини навантаження. Трикутний закон подачі додаткового повітря обумовлений високою інерційністю турбокомпресора, що не може забезпечити необхідну кількість повітря в циліндрах дизеля на початку перехідного процесу. Відповідно на початку перехідного процесу необхідна максимальна кількість додаткового повітря, що зменшується відповідно збільшенню подачі повітря від турбокомпресора, що відображено на Фіг.2.

Корисна модель ілюструється кресленнями, де на Фіг.1 надана блок-схема пропонованого пристрою, на Фіг.2 показана залежність кількості додаткового повітря від величини моменту навантаження, на Фіг.3 показані епюри напруг, що пояснюють роботу пристрою.

Пристрій містить датчик 1 верхньої мертвої точки, датчик 2 нижньої мертвої точки, перший формувач 3 прямокутних імпульсів, другий формувач 4 прямокутних імпульсів, першу схему АБО 5, тригер 6, першу схему I 7, другу схему I 8, перетворювач 9 частоти в напругу, четверту схему I 10, перший керований генератор 11, другий керований генератор 12, третю схему I 13, другу схему АБО 14, другий лічильник 15 імпульсів, перший лічильник 16 імпульсів, схему 17 рівнозначності, одновібратор 18, керований формувач 19 імпульсів упорскування, датчик 20 навантаження, інвертор 21, підсилювач 22 потужності, електромагнітний клапан 23, перший диференціатор 24, генератор 25 лінійно змінюваної напруги (ГЛЗН), суматор 26, фотоелектричний вимірювач димності 27, компаратор 28, генератор 29 опорної напруги, другий диференціатор 30, RS-тригер 31 з настановними входами, електронний ключ 32 і електродинамічний привід 33 пневматичного клапану. Виходи датчиків 1 і 2 з'єднані з входами першого 3 і другого 4 формувачів відповідно, прямий вихід першого формувача 3 з'єднаний з першим входом першої схеми АБО 5 і входом установки в одиницю тригера 6, прямий вихід другого формувача 4 з'єднаний із другим входом першої схеми АБО 5 і входом установки в нуль тригера 6, інверсний вихід першого формувача 3 з'єднаний із входом установки в нуль першого лічильника 16, прямий і інверсний виходи тригера 6 з'єднані з першими входами першої схеми I 7 і другої схеми I 8 відповідно, інверсний вихід тригера 6 з'єднаний також із другим входом четвертої схеми I 10, вихід схеми АБО 5 з'єднаний із входом перетворювача 9 частоти в напругу, вихід якого з'єднаний із входами першого і другого керованих генераторів 11 і 12, вихід першого керованого генератора 11 з'єднаний із другими входами першої схеми I 7 і другої схеми I 8, вихід другого керованого генератора 12 з'єднаний з другим входом третьої схеми I 13. Вихід керованого формувача 19 з'єднаний з першим входом третьої схеми I 13, входами 22 підсилювача потужності й інвертора 21, вихід інвертора 21 з'єднаний із третім входом другої схеми I 8, вихід третьої схеми I 13 з'єднаний із другим входом другої схеми АБО 14, перший вхід другої схеми АБО 14 з'єднаний з виходом другої схеми 18, вихід другої схеми АБО 14 з'єднаний з інформаційним входом другого

лічильника 15 імпульсів, вхід установки в нуль яко-го з'єднаний з одинівбратором 18, вихід першої схеми 17 з'єднаний з інформаційним входом першого лічильника 16 імпульсів, виходи всіх розрядів першого 16 і другого 15 лічильників з'єднані з входами схеми 17 рівнозначності, вихід якої з'єднаний з першим входом четвертої схеми 10, вихід останньої з'єднаний із входами керованого формувача 19 імпульсів і одинівбратора 18, вхід керування формувача 19, зв'язаного з виходом датчика 20 навантаження, вихід підсилювача 22 потужності з'єднаний з обмоткою електромагнітного клапана 23. Вхід першого диференціатора 24 і вхід генератора 25 лінійно змінюваної напруги підключені до виходу датчика 20 навантаження. Вихід ГЛЗН 25 підключений до першого входу суматора 26, другий вхід якого з'єднаний з виходом фотоелектричного вимірювача димності 27. Вихід суматора 26 з'єднаний з першим входом компаратора 28, другий вхід якого зв'язаний з виходом генератора опорної напруги 29. Вихід компаратора 28 підключений до входу другого диференціатора 30, вихід якого підключений до входу установки в "нуль" тригера 31. Вхід установки в "одиночку" тригера 31 підключений до виходу диференціатора 24 і входу запуску ГЛЗН 25, а вихід тригера 31 з'єднаний з керуючим входом електронного ключа 32. Перший контакт електронного ключа 32 підключений до виходу суматора 26, а другий - зв'язаний з обмоткою електродинамічного приводу 33 пневматичного клапана, керуючого постачанням додаткового повітря від джерела стислого повітря, яке доповнює нестачу повітря від турбокомпресора.

Пристрій функціонує в такий спосіб

Розглянемо спочатку випадок, коли дизель працює в сталому режимі або при повільних змінах навантаження. При роботі двигуна вимірюється за допомогою датчика 20 навантаження  $P_d$  і виробляються за допомогою керованого формувача 19 імпульси упорскування, тривалість яких  $t_{впр}$  пропорційна навантаженню двигуна

$$t_{впр} = K_p P_d,$$

де  $K_p$  - коефіцієнт перетворення датчика 20

Дані імпульси надходять на підсилювач 22 потужності і далі на обмотку електромагнітного клапана 23, що здійснює упорскування палива в циліндр. Інтервал часу  $t_{впр}$  перетворюється в третє двійкове число  $N_3$ , за допомогою високочастотних імпульсів з частотою проходження  $f^1$ , вироблюваних керованим генератором 12, шляхом подачі цих імпульсів через третю схему 13 і другу схему АБО 14 на інформаційний вхід другого лічильника 15.

Число  $N_3$ , що дорівнює

$$N_3 = t_{впр} f^1 = K_p P_d f^1 \quad (1)$$

запам'ятовується в лічильнику 15.

При проходженні поршня двигуна через верхню мертву точку (ВМТ) формується за допомогою датчика 1 і формувача 3 прямокутний імпульс тривалістю  $t_3$ . У момент дії переднього фронту цього імпульсу тригер 6 встановлюється в одиничний стан, а перший лічильник 16 скидається даним імпульсом і зберігає даний стан протягом часу  $t_3$ .

Інтервал часу  $t_{вн}$  із моменту закінчення імпульсу тривалістю  $t_3$  до моменту заходу поршня в ниж-

ню мертву точку (НМТ) перетвориться за допомогою високочастотних імпульсів частотою  $f$  у перше двійкове число  $n_1$  шляхом подачі цих імпульсів з виходу керованого генератора 11 - через першу схему 17 на вхід першого лічильника 16. Надходження імпульсів частотою  $f^1$  на лічильник 15 у цьому випадку не відбувається, тому що після закінчення часу  $t_3$  схема 13 закрита, проходження імпульсів на лічильник 15 виключено за рахунок наявності на першому вході схеми 18 нульового сигналу з інверсного виходу тригера 6. Інтервал часу  $t_{вн}$  визначається в такий спосіб

$$t_{вн} = \omega / \pi - t_3,$$

де  $\pi$  - кут повороту вала на пів-обороту,

$\omega$  - кутова швидкість обертання вала,

У момент заходу поршня в НМТ число  $N_1$ , накопичене в лічильнику 16, має значення

$$N_1 = t_{вн} f = f (\omega / \pi - t_3) \quad (2)$$

При заході поршня в НМТ за допомогою датчика 2 і формувача 4 виробляється короткий імпульс, під дією якого тригер 6 скидається, закриваючи першу схему 17 і відмикаючи другу схему 18. Це запобігає надходженню імпульсів на вхід першого лічильника 16, а число  $n_1$  є присутнім на входах схеми 17 рівнозначності. З моменту заходу поршня в НМТ здійснюється перетворення інтервалу часу  $t_{вн}$  у друге двійкове число  $N_2$  за допомогою високочастотних імпульсів  $f$  з виходу першого керованого генератора 11 шляхом подачі цих імпульсів через відкриту другу схему 18 і другу схему АБО 14 на інформаційний вхід другого лічильника 15. При цьому

$$N_2 = t_{вн} f \quad (3)$$

Оскільки в лічильнику 15 раніше було записано, число  $N_3$ , то після заходу поршня в НМТ на виходах лічильника 15 буде формуватися число, обумовлене сумою  $N_2 + N_3$ . Інформація про стан лічильника 15 також надходить на входи схеми 17 рівнозначності. У момент збігу кодів на виходах лічильників 15 і 16

$$N_2 + N_3 = N_1$$

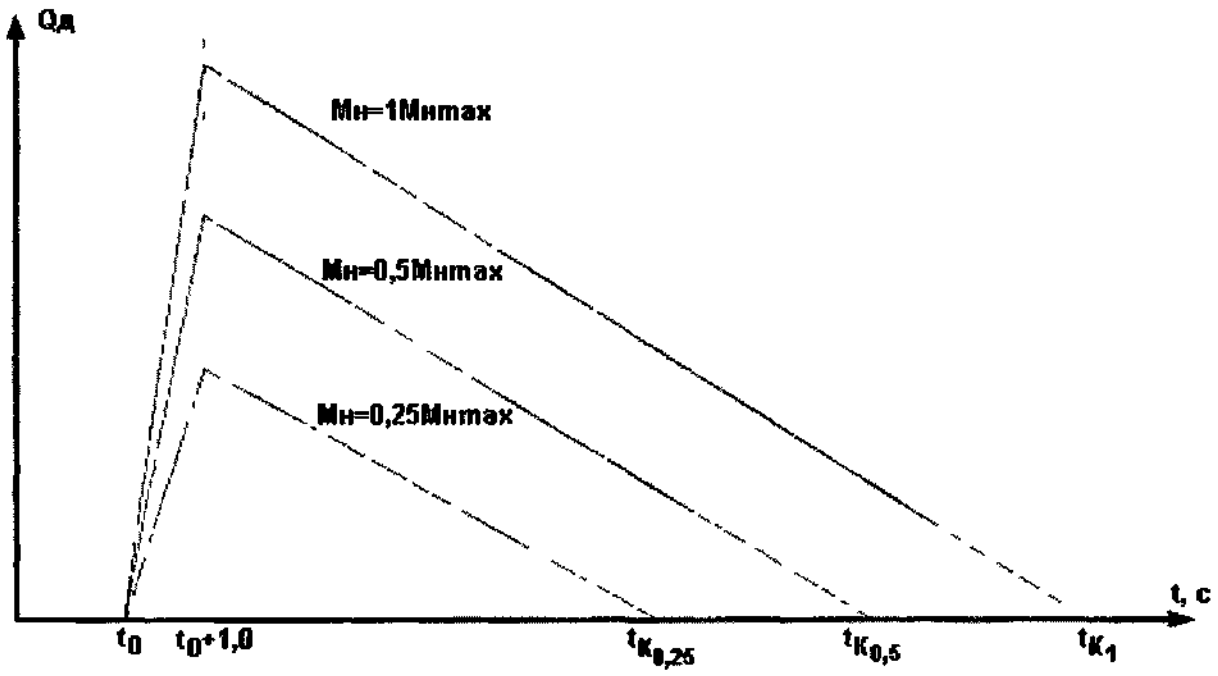
$$\text{т.е. при } K_p P_d f^1 + t_{вн} f = f (\omega / \pi - t_3) \quad (4)$$

на виході схеми 17 рівнозначності формується імпульс, що надходить через четверту схему 10 на вхід одинівбратора 18 і формувача 19 імпульсів упорскування. Другий лічильник 15 встановлюється в нуль. Момент виконання рівності (4) збігається з моментом закінчення часу  $t_{вн}$  і початком відліку часу  $t_{оп}$  випередження упорскування палива. Імпульс упорскування через підсилювач 22 потужності надходить на обмотку електромагнітного клапана 23.

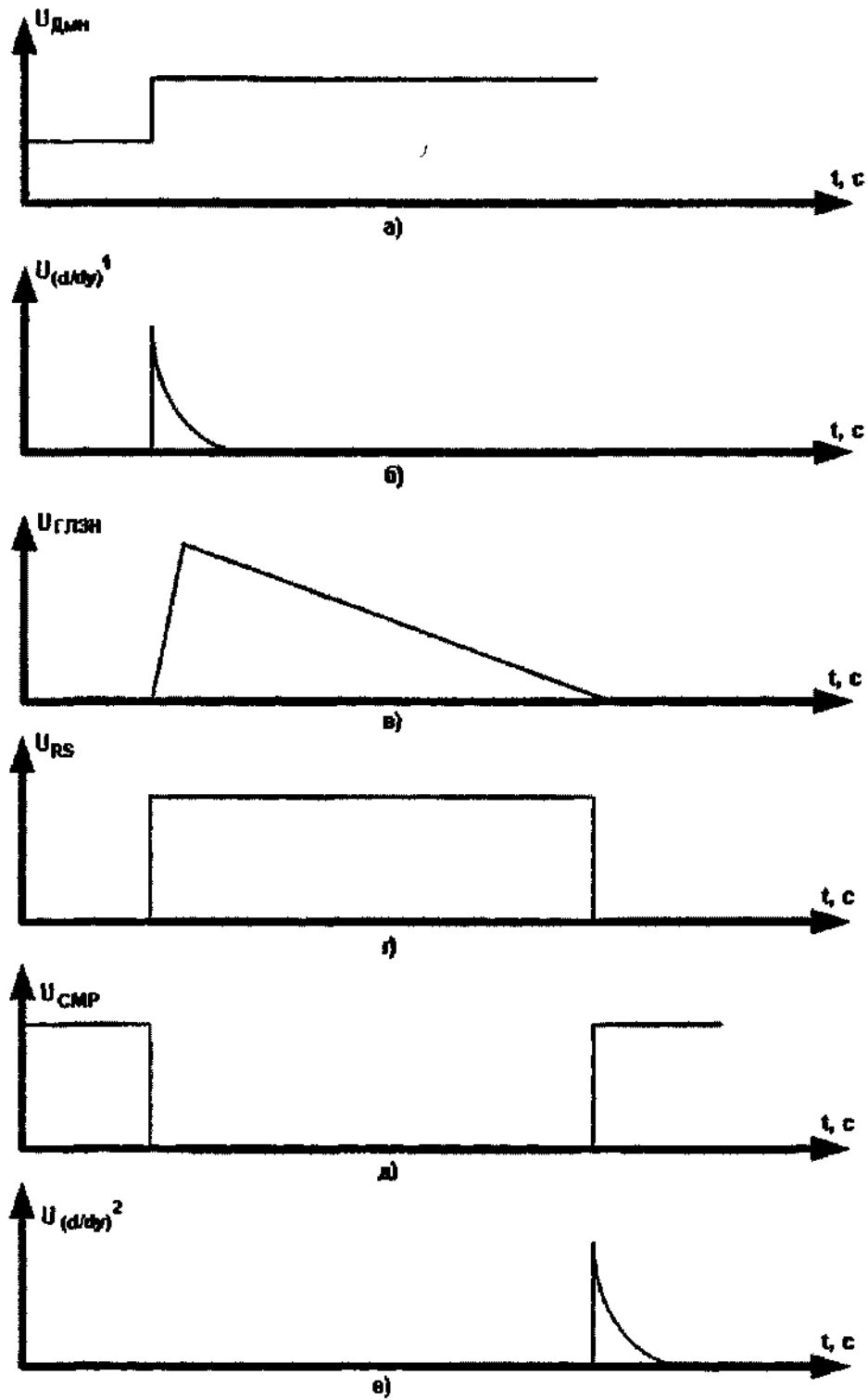
Частота проходження  $f$  високочастотних імпульсів, за допомогою якої інтервали часу  $t_{вн}$  і  $t_{вн}$  перетворюються в двійкові числа  $n_1$  і  $N_2$ , виходить шляхом перетворення імпульсів, вироблюваних датчиками 1, 2 і формувачами 3, 4 і першою схемою АБО 5 у постійну напругу, за допомогою перетворювача 9 частота - напруга

$$U = K F,$$

де  $K$  - коефіцієнт перетворення частоти в напругу або коефіцієнт передачі перетворювача 9,



Фиг. 2



Фіг. 3

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

✓

✓

✓