



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 53749

(13) C2

(51) 7 F02P5/145

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(54) ЗАСІБ РЕГУЛЮВАННЯ КУТА ВИПЕРЕДЖЕННЯ ЗАПАЛЮВАННЯ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ**

1

2

(21) 2000042172

(22) 17 04 2000

(24) 17 02 2003

(46) 17 02 2003, Бюл. № 2, 2003 р.

(72) Чаленко Олександр Юрійович, Моїсеєнко Олег Валерійович

(73) Чаленко Олександр Юрійович, Моїсеєнко Олег Валерійович

(56) US 4366800 04 01 1983

US 4461257 24 07 1984

RU 2028501 09 02 1995

RU 2073794 20 02 1997

(57) 1 Засіб регулювання кута випередження запалювання, при якому виконують контроль положення колінчатого вала двигуна, контроль верхньої мертвої точки (в м т) першого циліндра на фазі розширення, задають динамічні режими роботи двигуна, навантажувальні режими, характеристики палива, одержують імпульси запалювання, які розподіляють по робочих циліндрах двигуна, який відрізняється тим, що зазначені режими перетворюють у сумарний інтервал часу, який відповідає часу випередження запалювання, за даними контролю в м т вимірюють період кожного робочого циклу двигуна і запам'ятовують його, віднімають від періоду попереднього робочого циклу час випередження запалювання й отриману різницю використовують у поточному циклі для запалювання в першому

циліндрі, визначають положення колінчатого вала при запалюванні першого циліндра, а запалювання наступних циліндрів виконують шляхом позиційного зсуву в м т наступних циліндрів відносно щодо першого, при цьому керування запалюванням проводиться шляхом оперативної зміни режимів

2 Пристрій для реалізації засобу по п. 1, що включає контролер, який має порти входу, порти виходу, датчики початку відліку, керуючих імпульсів, температури, положення дросельної заслінки карбюратора, положення повітряної заслінки, додаткові датчики, комутатор, котушки запалювання, свічки запалювання, електромагнітний клапан карбюратора, зубець початку відліку, зубці керуючих імпульсів, датчики підключені до портів входу контролера, а входи комутатора й електромагнітний клапан карбюратора - до портів виходу, комутатор своїми виходами підключений до котушок запалювання, які з'єднані зі свічками запалювання, встановленими на робочих циліндрах двигуна, який відрізняється тим, що контролер містить масштабуючий підсумовувач сигналів датчиків, ПІД регулятор, обчислювальний блок, масштабуючий підсумовувач своїми входами підключений до портів входу контролера, виходом - до входу ПІД регулятора, який у свою чергу підключений до входу обчислювального блока, а обчислювальний блок своїм виходом - до портів виходу контролера

Винахід відноситься до засобів та пристроїв для автоматичного управління двигунами внутрішнього спалення, і може бути використаний в автомобільних карбюраторних двигунах

Відомо засіб регулювання кута випередження запалювання, реалізований у відповідному пристрої, заснований на коректуванні кута в залежності від частоти обертання двигуна. При цьому, вихідний сигнал від джерела живлення, комутований преривачем, подають на входи тахометричного пристрою і регулюючого інтегруючого ланцюга. Тахометричний пристрій виробляє напругу, пропорційну частоті обертання двигуна, яка перетворю-

ється регулюючим інтегруючим ланцюгом у напругу, котра змінюється по експоненті. Зазначені сигнали подають на вхід підсумовуючого керованого ключа, вихідний сигнал якого подають в електронну схему запалювання. У результаті одержують вихідний сигнал керування запалюванням із затримкою зворотно пропорційної сумарному сигналу, що приблизно відповідає закону оптимальної зміни кута випередження запалювання в залежності від частоти обертання двигуна

Пристрій, що реалізує засіб, містить тахометр, регулюючий електронний ланцюг, входи якого підключені до вхідної шини, електронний ключ, до

(13) C2

(11) 53749

(19) UA

входу якого підключені виходи тахометра і інтегруючого ланцюга, комутуючий діод, катод якого підключено до шини живлення, а анод - до входу підсумуючого керуючого ключа. Резистор завдання часу, діод, вихідний резистор та конденсатор Комутація сумарного сигналу здійснюється діодом. Резистор завдання часу і конденсатор утворюють регулюючий інтегруючий ланцюг [1].

Недоліком описаного технічного рішення є низька точність формування куту випередження запалювання при зміні частоти обертання двигуна в широкому діапазоні.

Відомо засіб регулювання куту випередження запалювання двигуна внутрішнього спалення, реалізований у відповідному пристрої. Засіб заснований на зміні куту випередження запалювання в залежності від положення дросельної заслінки карбюратора і навантаження на двигун. У даному технічному рішенні при незначному відкриванні заслінки керуючі отвори передають у вакуумну камеру розподільника однакове задросельне розрідження. Подача повітря у вакуумну камеру, що забезпечує визначений ступінь розрідження і відповідне значення куту випередження запалювання провадиться шляхом розташування керуючого отвору вище зони розрідження. Для збільшення навантаження збільшують відкриття дросельної заслінки, у результаті чого третій керуючий отвір розміщується поза зоною дії задросельного розрідження. При цьому воно додатково знижує передане у вакуумну камеру розподільника розрідження, забезпечуючи зменшення куту випередження запалювання у зоні великих навантажень.

Пристрій, що реалізує засіб, включає карбюратор із дросельною заслінкою і трьома керуючими отворами у впускному тракті, розподільник запалювання з діафрагмою та вакуумною камерою і три повітряних канали, для поєднання вакуумної камери з першим керуючим отвором, розташованим у зоні краю дросельної заслінки при її закритті, із другим керуючим отвором і з третім керуючим отвором, який має звужену смужку. Третій керуючий отвір розташований у зоні кромки дросельної заслінки при повертанні її на кут $15^\circ - 25^\circ$ [2].

Недоліком описаних засобу й пристрою є низька точність встановлення оптимального куту випередження запалювання, тому що на низьких частотах обертання двигуна він нелінійно пов'язаний із ступенем розрідження у вакуумній камері. Крім цього, використання в контурі керування пневматичних структурних ланцюгів призводить до збільшення зони нечутливості пристрою, що погіршує точність регулювання і технічні характеристики двигуна.

Найбільш близьким по своїй технічній суті щодо заявляемого винаходу є засіб регулювання куту випередження запалювання та пристрій для його здійснення, прийняті за прототип.

Засіб заснований на визначенні оптимального куту випередження запалювання в залежності від частоти обертання колінчатого валу двигуна, тиску у впускному трубопроводі, положення дросельної заслінки карбюратора, здійснюється в такий спосіб.

По сигналах датчиків за допомогою контролера, виконаного на базі мікроЕОМ, вимірюють час-

тоту обертання колінчатого валу двигуна, тиск у впускному трубопроводі, температуру охолоджуючої рідини, визначає положення дросельної заслінки карбюратора. На основі інформації, отриманої від датчиків контролер вибирає з запам'ятованого пристрою, оптимальні значення кутів випередження запалювання і відповідний стан електромагнітного клапану карбюратора, робить інтерполяцію проміжних значень кутів випередження запалювання, виробляє керуючі сигнали вибору каналів керування і сигнали моменту запалювання, а також видає сигнал керування електромагнітним клапаном карбюратора. Сигналами моменту запалювання і вибору каналів через комутатор, роблять почергову подачу імпульсів на первинні котушки запалювання. У результаті, по обраним із пам'яті контролера оптимальним значенням куту випередження запалювання здійснюють розряд току у вторинних обмотках котушок запалювання, що призводить до підпалювання горючої суміші у відповідних циліндрах на необхідній фазі циклу роботи двигуна. Для прив'язки сигналу куту випередження запалювання до положення колінчатого валу використовують сигнали кутових імпульсів, число котрих дорівнює 128 за один оборот двигуна, що відповідає $2,8^\circ$, а також сигнал початку відліку, що відповідає в м.т. Засіб призначений для реалізації в 4-х циліндрових двигунах, тому, для спрощення системи керування в кожному циліндрі запалювання роблять два рази за цикл, що дозволяє використовувати тільки дві котушки запалювання і два канали керування замість чотирьох [3].

Пристрій, що реалізує описаний засіб - серійна мікропроцесорна система керування двигуном (МСКД), яка встановлюється на деяких модифікаціях автомобілів ВАЗ. Пристрій містить чотири свічі запалювання, з'єднані з двома котушками запалювання, відповідно, 1 і 4 циліндрів, 2 і 3 циліндрів який у свою чергу підключені до двох виходів каналів комутатора. Комутатор з'єднаний із виходами контролера, до входів якого підключені датчики початку відліку, кутових імпульсів, температури, положення дросельної заслінки. Контролер також має керуючий вихід, з'єднаний з електромагнітним клапаном карбюратора. Як було описано вище, пристрій працює по програмі, результатом якої є вибірка з раніше записаних у ПЗП оптимальних значень кутів випередження запалювання, а також формування сигналів керування електромагнітним клапаном карбюратора.

Недоліками прототипу є обмежені можливості керування, тому що значення кутів випередження запалювання фіксовані і вибираються з ПЗП контролера, що має кінцевий обсяг. При цьому існують режими роботи двигуна, для яких оптимальні значення кутів випередження в ПЗП відсутні. Це призводить

- до звуження діапазону частот обертання двигуна, ($750 - 4500 \text{ об/хв.}$),

- до зниження точності керування двигуном за рахунок кроку дискретності записаних у ПЗП значень кутів випередження запалювання,

- до помилок при виборі оптимальних кутів випередження запалювання в динамічних режимах роботи двигуна при розгоні і гальмуванні.

Прототип не дозволяє точно робити коригу-

вання куту, викликані зміною подачі і якості горючої суміші, змінами режиму роботи двигуна, виникненням детонацій

У запропонованому засобі регулювання куту випередження запалювання поставлена задача розширення функціональних можливостей, а також підвищення якості регулювання в широкому діапазоні частот обертання двигуна з урахуванням його динамічних і навантажувальних характеристик

Задача вирішується в такий спосіб. Роблять контроль положення колінчатого вала двигуна з заданою точністю по сигналах кутових імпульсів, контроль в м т першого циліндра на фазі розширення робочого циклу по сигналах початку відліку, роблять поточний контроль часу робочого циклу, визначають і запам'ятовують його тривалість. Контролюють температуру двигуна, задають динамічні режими роботи, навантажувальні режими і характеристики палива. Перетворюють перелічені параметри завдання в сумарний тимчасовий інтервал, що відповідає часу випередження запалювання і запам'ятовують його. Потім віднімають із часу попереднього робочого циклу час випередження запалювання, запам'ятовують обчислену різницю, порівнюють її з даними поточного контролю часу робочого циклу і при їхній рівності роблять запалювання в першому циліндрі. Розподіл запалювання по наступних циліндрах роблять по сигналах кутових імпульсів, шляхом позиційного зсуву на кут рівний зсуву їх в м т щодо першого циліндра. Керування запалюванням здійснюють шляхом оперативної зміни параметрів завдання і, відповідного, часу випередження запалювання

На фіг 1 наведено алгоритм роботи засобу що заявляється, блок-схема пристрою, який реалізує засіб подана на фіг 2, діаграма роботи пристрою, що реалізує засіб зображена на фіг 3

Засіб здійснюється в такий спосіб (див. фіг 1). Задають динамічні, навантажувальні режими і характеристики палива, вимірюють температуру двигуна, підсумовують їх з відповідними масштабними коефіцієнтами, задають ПІД закон регулювання. Отримане сумарне значення параметрів перетворюють у число, що відповідає часу випередження запалювання (ВЗ) і зберігають протягом циклу роботи двигуна. Початок відліку для чотиритактного двигуна контролюють у в м т першого циліндра, датчиком початку відліку по положенню розподільного вала в результаті чого одержують імпульси початку відліку (ПВ) на фазі розширення, яка повторюється через 720° повороту колінчатого вала. Поточний час (ТП) циклу визначають шляхом лічблення тактових імпульсів (ТІ), по імпульсах ПВ. Час циклу (ТЦ) визначають як число ТІ підрозраховане між двома імпульсами ПВ і запам'ятовують його. Далі, як заявляється у засобі, роблять віднімання числа ВЗ від числа ТЦ, у результаті чого одержують число рівне часу запалювання (ТЗ), яке зберігають в пам'яті. Далі роблять порівняння отриманого на попередньому циклі числа ТЗ із числом ТП і при їхній рівності формують сигнал запалювання. Керування запалюванням роблять таким чином. У двигуні внутрішнього спалення контролюють положення колінчатого вала з зада-

ною точністю по сигналах датчика керуючих імпульсів (КІ). Загальне число керуючих імпульсів датчика положення за два обороти колінчатого вала (фіксоване і визначається числом зубців на ободі маховика) поділяють на число циліндрів двигуна, одержуючи позиційний зсув в м т наступних циліндрів, виражений у числі КІ (для чотиритактного двигуна ВАЗ позиційний зсув складає $256/4 = 64$ імп). Далі, по сигналу запалювання на першому циліндрі роблять підррахунок починаючи з нуля до зазначеного числа КІ для другого циліндру, а також з кратністю КІ для слідуючих циліндрів, і за результатами підррахунку формують імпульси запалювання (ЗІ 1, ЗІ 2, ЗІ 3, ЗІ 4). Імпульси запалювання перетворюють у силові імпульси і подають на свічі запалювання відповідних циліндрів. У результаті відбувається розподіл, розрахованого по запропонованому засобу, часу запалювання (ТЗ) першого циліндра по наступним циліндрам протягом циклу з позиційним зсувом, що відповідає зсуву їх в м т. Далі процес повторюють

Регулювання роблять шляхом оперативної зміни параметрів у процесі роботи двигуна

Запропонований засіб підвищує точність і якість керування, тому що час запалювання одержують шляхом обчислень у кожному робочому циклі. Час випередження запалювання не є дискретною величиною, що вибирається з постійної пам'яті, як це відбувається в прототипі. У результаті вирішуються такі задачі:

- розширюється діапазон робочих частот обертання двигуна як у менший, так і у більший бік,
- підвищується економічність роботи двигуна, в усьому діапазоні робочих частот обертання, що не є досяжним в прототипі,
- засіб є надлишковим по параметрах керування, припускає цілий спектр коригувань, у тому числі не використаних у даний час, але можливих у майбутньому,

- поліпшуються динамічні та навантажувальні характеристики двигуна, що дозволяє його запускати на більш низьких частотах обертання

Зазначені переваги технічного рішення що замовляється обумовлені корисною новиною відмітних ознак і при використанні забезпечать позитивний ефект

За базовий прийнятий найбільше поширений засіб електромеханічного регулювання, при якому кут випередження формується за допомогою механічного центробіжного регулятора, вакуум-коректора, октан-коректора, а розподіл імпульсів запалювання - за допомогою контактної розподільника. Останнім часом засіб, залишаючись незмінним по суті, модифікований шляхом заміни елементної бази. У порівнянні з базовим засобом керування кутом випередження запалювання, запропоноване технічне рішення підвищує якість керування двигуном, розширює діапазон робочих частот обертання, покращує його технічні характеристики. За рахунок оперативної зміни вхідних параметрів, число яких може бути збільшене без яких-небудь обмежень, досягаються нові якості, такі, як бездетонаційний режим роботи, автоматична адаптація двигуна до зміни марки і якості пального, оптимізація складу СО у вихлопних газах

Пристрій, реалізуючий засіб (див. фіг 2) вклю-

чає контролер на базі мікроЕОМ 1, що має порти входу 2, підсумувач 3, ПІД-регулятор 4, обчислювальний блок 5, порти виходу 6, датчики початку відліку (ПВ) 7, керуючих імпульсів (КІ) 8, температури 9, положення дросельної заслінки карбюратора 10, положення повітряної заслінки 11, додаткові датчики 12, наприклад, потужності, октанового числа палива, складу СО у вихлопних газах, по котрим також можливо робити оперативне керування, комутатор 13, котушки запалювання 14, свічі запалювання 15, електромагнітний клапан карбюратора 16, зубець початку відліку 17 (в м т першого циліндра), установлений, наприклад, на шестерні 18 розподільного вала, зубці 19 керуючих імпульсів маховика 20 колінчатого вала. Датчики 7, 8, 9, 10, 11, 12 підключені до портів входу 2 контролера 1, а входи комутатора 13 і електромагнітний клапан карбюратора 16 - до портів виходу 6. Комутатор 13 своїми виходами підключений до котушок запалювання 14, які приєднані до свічок запалювання 15, установленими на робочих циліндрах двигуна.

Комутатор 13 із метою спрощення конструкції виконаний як і в прототипі не чотирьох, а двоканальним, у результаті в кожному з робочих циліндрів двигуна запалювання провадиться двічі на фазах розширення і випуску, що не впливає на реалізацію запропонованого засобу.

Працює описаний пристрій у такий спосіб. Датчик ПВ 7, під впливом зубця 17, шестерні розподільного вала, датчик КІ 8, під впливом зубців 19 обертового маховика 20 колінчатого вала, виробляють сигнали які через вхідні порти 2 надходять у контролер 1, датчики температури 9, положення дросельної заслінки 10, повітряної заслінки 11 і додаткові 12 також підключені до вхідних портів 2 контролера 1, подають відповідні сигнали стану елементів системи. Контролер 1 робить масштабування та підсумовування сигналів датчиків за допомогою підсумовача 3, у результаті чого одержують час випередження запалювання. Динамічне регулювання часу випередження провадиться в ПІД регуляторі 4, далі надходить до обчислювального блоку 5 контролера 1. Контролер, як було описано вище у засобі, розраховує час запалювання і виробляє для кожного з робочих циліндрів імпульси запалювання, які надходять через порти виходу 6 на входи комутатора 13, а також подає сигнал керування на електромагнітний клапан карбюратора 16. Комутатор 13 виробляє імпульсний електричний струм який надходить до котушок запалювання 14. З котушок запалювання струм подається у свічі запалювання 15 створюючи іскру у відповідному циліндрі двигуна. Як було показано вище, процес запалювання починається після розрахунку часу запалювання першого циліндра і продовжується протягом циклу шляхом розподілу зазначеного імпульсу по інших циліндрах двигуна з фіксованим позиційним зсувом. Далі процес повторюється. Діаграма роботи і схема пристрою наведені для чотирициліндрового двигуна, проте запропонований засіб і пристрій можуть бути реалізовані на двигунах з іншим числом циліндрів без зміни суті винаходу.

лізовані на двигунах з іншим числом циліндрів без зміни суті винаходу.

Діаграма роботи пристрою, що реалізує засіб (див. фіг 3) ілюструє

- імпульси початку відліку ПВ, що повторюються через 720° повороту колінчатого вала двигуна, по яких ведеться рахунок часу циклу ТЦ1, ТЦ2, ТЦ3,

- процес розрахунку часу запалювання на першому циклі ТЗ1 і порівняння його з поточним часом другого циклу, а також розрахунок часу запалювання на наступних циклах і порівняння його з поточним часом,

- прив'язку часу запалювання першого циліндра до положення колінчатого вала і розрахунок позиційного зсуву для наступних циліндрів (КІ 1 - КІ 3),

- розподіл і формування імпульсів запалювання (ЗІ 1 - ЗІ 4), з урахуванням існуючих технічних особливостей у послідовності вмикання циліндрів двигуна,

- розподіл і формування імпульсів запалювання (ЗІ 1,4 - ЗІ 2,3) для двоканальної системи запалювання, як це прийнято в запропонованому пристрої.

Переваги запропонованого пристрою, у порівнянні з базовою електромеханічною системою запалювання як було зазначено вище, складаються в підвищенні якості керування двигуном, в економії палива, зниження вартості виготовлення, підвищенні надійності і якості регулювання за рахунок застосування пристроїв обчислювальної техніки.

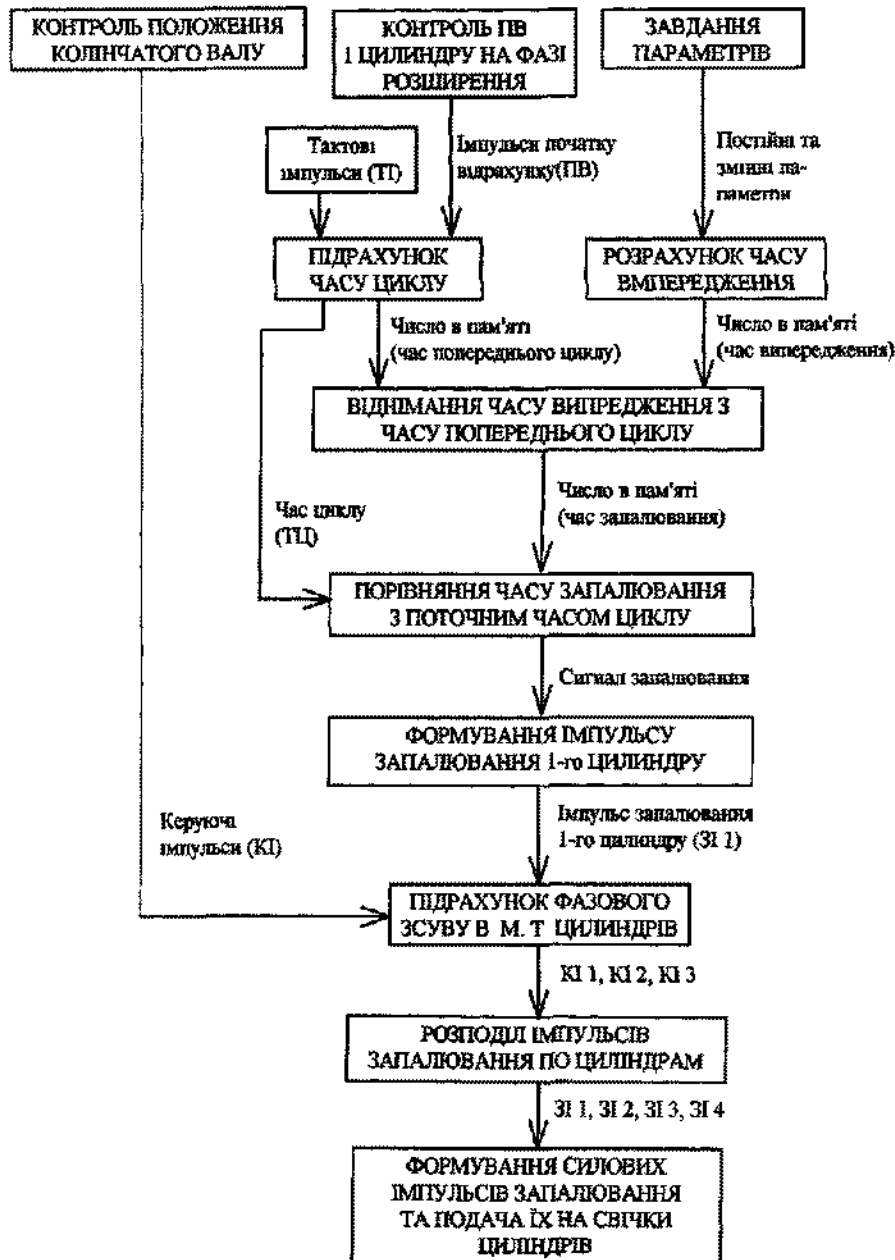
Використання запропонованого засобу й пристрою забезпечує одержання значного економічного ефекту як у серійному виробництві автомобілів із карбюраторними двигунами внутрішнього спалювання, так і при модернізації існуючого автомобільного парку. Проте крім зазначених переваг запропонований пристрій, у порівнянні з базовим, додатково має підвищені протиугонні якості, тому що запровадження надійного захисного коду в мікроЕОМ контролера - задача технічно достатньо проста, у той же час запуск двигуна в обхід описаної системи керування практично неможливий. У результаті, запропонований пристрій може стати базою для побудови всляких протиугонних систем і охоронних пристроїв автомобілю.

Джерела інформації, прийняті до уваги при упорядкуванні опису і формули винаходу

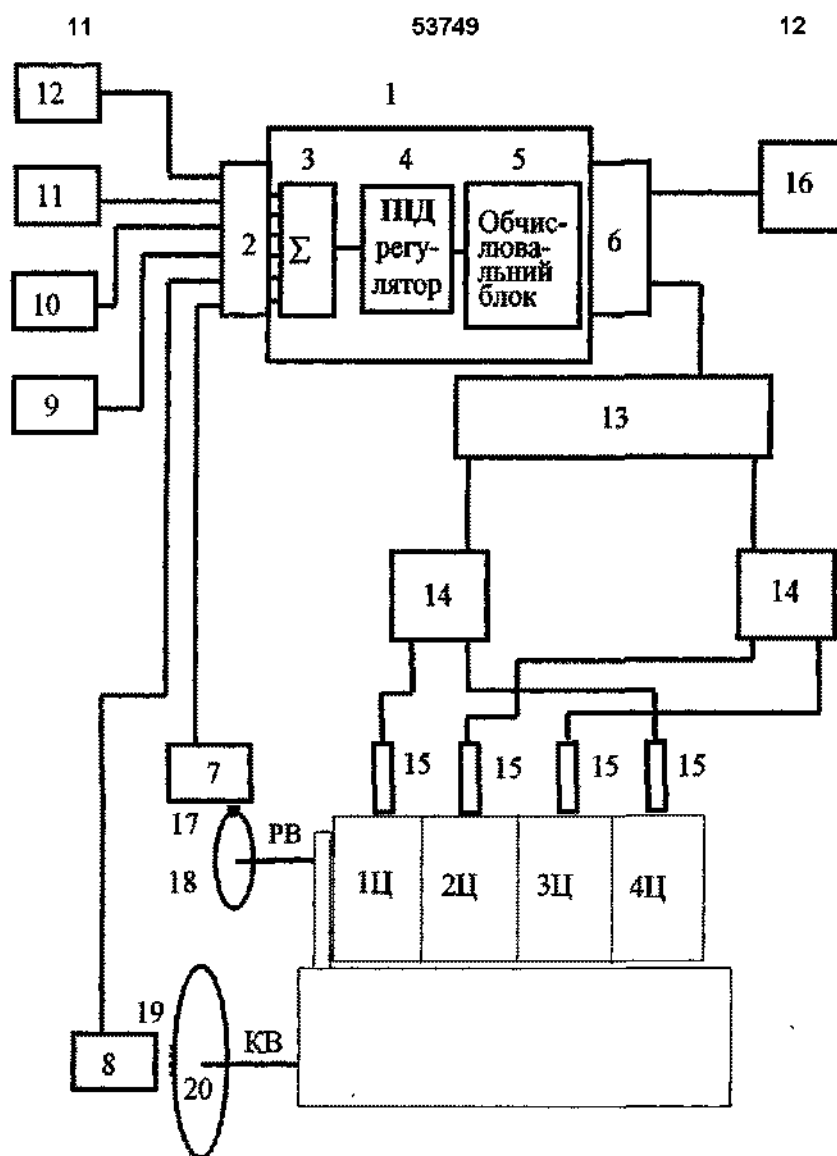
- 1 Авторське посвідчення СРСР № 1598554 МПК F02P 5/145, 1991, "Пристрій для регулювання куту запалювання"

- 2 Авторське посвідчення СРСР № 1244370 МПК F02P 5/00, 1986, "Розподільний пристрій для регулювання куту випередження запалювання двигуна внутрішнього спалювання"

- 3 Автомобілі ВАЗ 2108 - 21099, посібник із ремонту / Мікропроцесорна система керування двигуном (МСКД) // М АВТОКНИГА, 1997 С 179 - 186 ББК 39 33 А23



Фіг.1



Фиг.2

