



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 03.05.79 (21) 2762455/25-06

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.02.81. Бюллетень № 7

Дата опубликования описания 23.02.81

(11) 807112

(51) М. Кл.³

G 01 H 15/00

(53) УДК 621.43.
.001.4(088.8)

(72) Автор
изобретения

А. А. Плавильщиков

(71) Заявитель

(54) ФАЗОИЗБИРАТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

1

Изобретение относится к технической диагностике машин, в частности двигателей внутреннего сгорания и предназначено для синхронизации работы измерительных трактов диагностических систем при измерении различных параметров диагностических сигналов.

Известно фазоизбирательное устройство для двигателя внутреннего сгорания (ДВС), выполненное в виде механических контактов в цепи регистрирующего прибора. Подвижный контакт механически связан с распределительным валом двигателя, а неподвижный контакт снабжен регулировочным винтом для возможности его дополнительного поворота на любой заданный угол. Замыкание контактов осуществляется с помощью кулачка, имеющего лыску. Величина лыски выбирается в зависимости от требуемой длительности пропускания сигнала [1].

Недостатками такого фазоизбирательного устройства являются погрешность измерения, обусловленная износом механических сопряжений устройства, дополнительная погрешность, вызванная искажением пропускаемого сигнала

2

из-за дребезга замыкаемых механических контактов и другие.

Известны также фазоизбирательные устройства, содержащие датчик частоты вращения, формирователь импульсов, счетчик, выходы которого через переключатели подключены к входам дешифратора "начало строба" и дешифратора "конец строба", и триггер управления ключом измерительного тракта [2].

Недостатком такого фазоизбирательного устройства является низкая разрешающая способность, равная числу импульсов, формируемых датчиком частоты вращения, за цикл.

Известны фазоизбирательные устройства для двигателя внутреннего сгорания, содержащие датчик верхней мертвой точки (ВМТ), первый формирующий каскад, первый и второй счетные триггеры, цифровой измеритель отношения временных интервалов, счетчик импульсов и блок управления, причем датчик ВМТ через первый формирующий каскад подключен к первому счетному триггеру; выходы которого подключены к измерителю отношения временных интервалов со счетчиком импульсов на выходе, выход последнего подключен к входу второго счетного

триггера и ко входу блока управления, выходы блока управления подключены к установочным входам первого счетного триггера и счетчика импульсов [3].

Однако в описанном устройстве квантование цикла работы двигателя фазовыми отметками осуществляется равномерно, что при наличии неравномерности вращения коленчатого вала приводит к дополнительной погрешности фазоизбирания и измерения фазовых параметров диагностических сигналов и является недостатком этого устройства.

Цель изобретения - повышение точности фазоизбирания (формирования фазовых отметок) фазоизбирательным устройством при наличии неравномерности вращения коленчатого вала двигателя.

Указанная цель достигается тем, что устройство дополнительно содержит датчик частоты вращения, второй формирующий каскад, генератор образцовой частоты, суммирующий счетчик, вычитающий счетчик, делитель частоты, первый и второй регистры, вентили переписи кода, первый и второй формирователи импульсов, триггер, первую, вторую и третью схемы совпадения и первый и второй инверторы, при этом выход датчика частоты вращения подключен к входу второго формирующего каскада, выход которого соединен с входами первого формирователя импульсов и первого инвертора, выход последнего подключен к первым входам первой и второй схем совпадения, вторые входы которых соединены с выходом генератора образцовой частоты, выход первой схемы совпадения подключен к первому входу вычитающего счетчика, второй вход которого соединен с выходом второго инвертора, вход которого подключен к выходу первого формирователя импульсов, к первому входу третьей схемы совпадения и к первому входу второго регистра, вторые входы последнего соединены с выходами вычитающего счетчика, а выходы - с первыми входами вентиля переписи кода, вторые входы которых подключены к выходу измерителя отношения временных интервалов, а выходы - к дополнительному входу последнего, третьи входы вычитающего счетчика соединены с выходами первого регистра, вторые входы которого подключены к выходам суммирующего счетчика, первый вход последнего соединен с выходом делителя частоты, вход которого подключен к выходу второй схемы совпадения и к первому входу триггера, выход последнего соединен с вторым входом третьей схемы совпадения, выход которой подключен к второму входу суммирующего счетчика и к первому вхо-

ду первого регистра, второй вход триггера соединен с выходом второго формирователя импульсов, вход которого подключен к прямому выходу первого счетного триггера.

На фиг. 1 изображена блок-схема фазоизбирательного устройства; на фиг. 2 - блок-схема измерителя отношения временных интервалов; на фиг. 3 - временная диаграмма его работы; на фиг. 4 - график изменения угловой скорости вращения коленчатого вала за цикл; на фиг. 5 - временная диаграмма работы измерителя отношения временных интервалов с учетом текущей неравномерности вращения коленчатого вала.

Фазоизбирательное устройство содержит датчик 1 ВМТ, первый формирующий каскад 2, первый счетный триггер 3, выходы которого соединены с входами а и б измерителя 4 отношения временных интервалов, счетчик 5, второй счетный триггер 6, блок 7 управления, датчик 8 частоты вращения, второй формирующий каскад 9, первый формирователь 10 импульсов, второй и первый инверторы 11 и 12, генератор 13 образцовой частоты, первая, вторая и третья схемы совпадения 14, 15 и 16 соответственно, триггер 17, делитель 18 частоты, второй формирователь 19 импульсов, вычитающий счетчик 20, первый регистр 21, суммирующий счетчик 22, второй регистр 23 и вентили 24 переписи кода. Измеритель 4 отношения временных интервалов включает в себя генератор 25 опорной частоты, делитель 26 опорной частоты, счетчик 27 поделенной частоты, вентили 28, регистр 29, схему 30 сравнения кодов, счетчик 31 опорной частоты, формирователь 32 импульсов, формирующий на своем выходе короткие импульсы по переднему фронту сигнала на его входе, формирователь 33 импульсов, формирующий на своем выходе с задержкой короткие импульсы по заднему фронту сигнала на его входе.

Устройство работает следующим образом.

Импульсы с выхода датчика 1 ВМТ поступают через первый формирующий каскад 2 на вход первого счетного триггера 3 и управляют последним так, что на входы а и б цифрового измерителя 4, поступают временные интервалы длительностью $T_{ц}$. Измеритель отношения временных интервалов, выполняющий функцию умножителя частоты, вырабатывает на период $T_{ц}$ строго определенное число импульсов (фазовых отметок) следующим образом. Вначале осуществляется измерение длительности цикла (посредством счета импульсов частоты f_2 счетчиком 27 в течение 1-го цикла - $T_{ц}$). По окончании i -го цикла по переднему фронту сиг-

нала на его входе формирователь 32 формирует импульс, поступающий на управляющие входы вентилей 28.

В результате в регистр 29 переписывается из счетчика 27 код числа N-цифровой эквивалент длительности цикла. Счетчик 27 через некоторое время задержки, необходимое для надежной переписи его содержимого в регистр 29, устанавливается в состояние "0" импульсом с выхода формирователя 33.

В течение последующего цикла $T_{ц,i+1}$ счетчик 27 снова заполняется импульсами частоты f_2 , а в счетчике 31 происходит счет импульсов опорной частоты f_1 , значение которой в 720 раз больше значения частоты f_2 , что обеспечивает разрешающую способность фазоизбирательного устройства в 1 градус. При этом в счетчике 31 за время $T_{ц,i+1} = T_{ц,i}$ должно бы быть записано число импульсов N 720, так как $f_1 = 720f_2$. Однако этого не происходит, потому что схема 30 сравнения срабатывает всякий раз, когда число импульсов в счетчике 31 становится равным N (коду числа записанному в регистре 29) при этом в устройстве, рассматриваемом в качестве прототипа, счетчик 31 импульсами с выхода схемы 30 устанавливается в состояние "0" и затем снова заполняется импульсами частоты f_1 . За время $T_{ц,i+1}$ схема 30 срабатывает 720 раз, и на выходе измерителя отношения временных интервалов за цикл получается 720 импульсов-фазовых отметок. Таким образом, происходит формирование фазовых отметок и на последующих циклах. При рассмотрении выше способа формирования фазовых отметок цикл квантуется фазовыми отметками равномерно, что при наличии неравномерности вращения коленчатого вала приводит к дополнительной погрешности фазоизбирания и измерения фазовых параметров диагностических сигналов порядка $\pm 1\%$.

Как известно, в течение цикла работы двигателя угловая скорость вращения вала не остается постоянной. Для ДВС неравномерность вращения вала

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{\text{ср}}} 100\%$$

достигает 2% и более в зависимости от нагрузки. При этом частота колебательной составляющей угловой скорости определяется числом цилиндров ДВС (так для 4-х цилиндрового ДВС за 1 цикл колебательная составляющая угловой скорости составляет 4 колебания с амплитудой около $0,01\omega_{\text{ср}}$ (фиг. 4)).

Для решения поставленной задачи в предлагаемом устройстве (фиг. 1) при формировании фазовых отметок

осуществляется коррекция в соответствии с текущим значением неравномерности вращения вала. Для этой цели цикл работы двигателя сигналами с датчика 8 частоты вращения разбивается на отдельные участки - временные интервалы, а величина и знак ускорения вращения вала на отдельных участках цикла определяется разностью между опорным и текущим временными интервалами.

В качестве опорного выбирается средний за цикл временной интервал. Определение кода среднего временного интервала осуществляется в суммирующем счетчике 22, на вход которого в течение цикла работы ДВС поступают импульсы, частота которых меньше образцовой частоты f в столько раз, сколько временных интервалов, формируемых сигналами с датчика 8 частоты вращения, укладывается в одном цикле. В момент начала цикла, по переднему фронту сигнала на прямом выходе первого счетного триггера 3 второй формирователь 19 импульсов формирует на своем выходе короткий импульс, который устанавливает триггер 17 в состояние "1" на его выходе. В результате третья схема 16 совпадения оказывается разблокированной по одному из своих входов. Одновременно с этим сигналы с датчика 8 с помощью второго формирующего каскада 9 преобразуются в прямоугольные импульсы, формирующие временные интервалы. По передним фронтам импульсов на выходе каскада 9 первый формирователь 10 формирует на своем выходе короткие импульсы. Первый после начала цикла импульс с выхода формирователя 10, поступающий на один из входов схемы 16, проходит на ее выход.

По переднему фронту этого сигнала, поступающего на первый вход первого регистра 21, в последний переписывается код с выходов суммирующего счетчика 22, который затем по заднему фронту указанного выше сигнала, поступающего на его второй вход, устанавливается в состояние "0". По окончании импульса на выходе каскада 9 на выходе первого инвертора 12 появляется сигнал "1", разблокирующий схемы 14 и 15, на выходах которых появляются импульсы образцовой частоты. При этом, первый импульс с выхода второй схемы 15 совпадения, поступающий на первый вход триггера 17, устанавливает выход последнего в состояние "0", блокируя при этом третью схему 16 совпадения. Импульсы с выхода второй схемы 15 поступают на вход делителя 18 частоты и с его выхода поступают на счетный вход счетчика 22, в котором формируется код среднего за цикл временного интервала. С началом сле-

дующего цикла описанный выше процесс повторяется. При этом код среднего (опорного) временного интервала перепиывается из счетчика 22 в регистр 21, в котором он хранится в течение последующего цикла, а в счетчике 22 начинается формирование кода следующего среднего временного интервала. Код разности между текущим и опорным временными интервалами определяется в вычитающем счетчике 20, в который всякий раз перед началом очередного временного интервала по установочному входу записывается код временного интервала, принятого за опорный. При появлении на выходе каскада 9 импульсного сигнала, по переднему фронту последнего формирователь 10 формирует на своем выходе короткий импульс, по которому код текущей разности переписывается из вычитающего счетчика 20 в регистр 23. По окончании импульсного сигнала на выходе формирователя 10, на выходе инвертора 11 формируется сигнал "1", по переднему фронту которого производится перепись кода из регистра 21 в счетчик 20, по установочному входу последнего. По окончании импульсного сигнала на выходе каскада 9 схема 14 разблокируется сигналом с выхода инвертора 12, и на вход счетчика 20 начинают поступать импульсы опорной частоты. В результате в течение очередного временного интервала из содержимого счетчика 20 импульсами опорной частоты осуществляется вычитание кода текущего значения временного интервала. По окончании очередного временного интервала в счетчике 20 образуется код разности указанных выше временных интервалов, при этом разность со знаком "+" представляется в прямом коде, а со знаком "-" - в дополнительном. Этот код по сигналам с выхода формирователя 10, по окончании каждого временного интервала, переписывается из счетчика 20 в регистр 23. Код, записываемый в регистр 23, поступает на первые входы вентиля 24 переписи кода, на вторые входы которых поступают с выхода измерителя 4 фазовые отметки. При поступлении на вторые входы вентиля 24 импульсов фазовых отметок происходит запись кода, по дополнительному входу d измерителя 4 в счетчик 31 опорной частоты последнего. В зависимости от кода предварительной установки этого счетчика, происходит соответствующее смещение момента срабатывания схемы 30 сравнения в измерителе 4 и тем самым смещение каждой следующей фазовой отметки относительно ее положения при равномерном квантовании цикла. Таким образом, учитывается текущая неравномерность вращения вала и ее коррекция при форми-

ровании фазовых отметок. Код коррекции представляет собой величину приращения периода следования фазовых отметок на данном участке цикла по сравнению с периодом следования их на опорном и получается путем масштабирования кода разности временных интервалов получаемого в счетчике 20. Коэффициент масштабирования определяется числом фазовых отметок на отдельном участке, ограниченным двумя последовательными импульсами с выхода каскада 9, и обеспечивается соответствующим соотношением между опорной частотой в измерителе 4 и опорной частотой генератора 13, кодирующей разность временных интервалов в счетчике 20.

Рассмотрим работу устройства на конкретном примере. Объект диагностирования - 4-х цилиндровый ДВС, скоростной режим - $n = 1500$ об/мин, число импульсов с датчика частоты вращения за оборот вала (число зубьев маховика) - 100, неравномерность вращения коленчатого вала - 2%.

При вращении коленчатого вала за цикл наблюдаются (фиг. 4) последовательные этапы ускорения (I, III, V, VII) и торможения (II, IV, VI, VIII) вращения. Рассмотрим работу устройства на этапе 1 (работа его на остальных этапах ничем не отличается от рассматриваемого).

При заданных оборотах и числе зубьев маховика длительность цикла равна $T_{\text{ц}} = 80$ мс, а ее цифровой эквивалент, записываемый в регистр 29 измерителя 4, равен $N = T_{\text{ц}} \cdot f_2 = 80 \cdot 10^{-3} \cdot 25 \cdot 10^3 \text{ 1/c} = 2000$, (так как опорная частота f_1 , выбрана равной 18 МГц , а поделенная частота $f_2 = f_1 / 720$ равна 25 кГц), среднее значение периода следования сигналов с датчика 8 частоты вращения равно $T_{\text{ср}} = 400$ мкс.

Работа устройства при осуществлении коррекции происходит следующим образом.

С началом очередного цикла происходит перепись кода среднего опорного временного интервала, определенного на предыдущем цикле, из счетчика 22 в регистр 21, как это было описано выше. Затем в счетчике 20 производится измерение разности между длительностями опорного и текущих участков цикла - измерение текущего значения ускорения вала на отдельных участках цикла по отношению к опорному.

Для соответствующей коррекции фазовых отметок необходимо определить величину изменения периода их следования на текущем участке по сравнению с периодом следования их на опорном участке цикла (эта величина зависит от значения текущего ускорения и числа фазовых отметок, формируемых на отдельном участке цикла, и опре-

деляется как частное от деления значения текущего ускорения на число фазовых отметок). Это делается автоматически - с помощью соответствующего выбора частоты импульсов кодирующих разность временных интервалов в счетчике 20. Для рассматриваемого примера, при разрешающей способности в 1 градус на участке цикла необходимо сформировать 360:100 = 3,6 фазовых отметки. Опорная частота f_1 в измерителе 4 отношений равна 18 МГц, тогда частота импульсов f , кодирующих разность временных интервалов в счетчике 20, должна быть в n раз ниже f_1 (n - число фазовых отметок на участке цикла) и равна 5 МГц. Таким образом, результат измерения разности длительностей опорного и i -го участков цикла будет представлять собой код коррекции - величину изменения периода следования фазовых отметок на $i+1$ участке цикла. По окончании каждой операции измерения разности временных интервалов, результат с выхода счетчика 20 переписывается в регистр 23. При этом каждая фазовая отметка, формируемая на выходе измерителя 4, поступает на вторые входы вентиля 24 и текущий код коррекции из регистра 23 переписывается по входу d измерителя 4 в счетчик 31 опорной частоты последнего. Вход d измерителя 4 представляет собой вход предварительной установки счетчика опорной частоты последнего.

Таким образом, следующая фазовая отметка на текущем участке цикла будет сформирована раньше или позже, чем на опорном на величину

$$t = \frac{|\Delta T_1| \cdot f}{f_2}$$

где ΔT_1 - разность между опорным и i -м временным интервалом, так как счет импульсов в счетчике опорной частоты измерителя 4 начинается не с нуля, а с числа, записанного в него по входу d .

Так, на некоторых участках цикла ($T_{13} - T_{25}$) разность между длительностями опорного и текущего временных интервалов положительна и возрастает по мере увеличения ускорения вращения вала. При этом возрастает и код коррекции, в результате чего фазовые отметки формируются с более высокой частотой, чем на опорном участке цикла.

Самая высокая частота следования фазовых отметок будет на 26-ом участке цикла, так как она будет определяться разностью между длительностями опорного и 25-го участков цикла, которая будет максимальной и равной для рассматриваемого случая:

$$T_{ср} - T_{25} = 400 \cdot 0,01 = 4 \text{ мкс.}$$

При этом код коррекции будет составлять величину:

$$K_{26} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 1/c = 20$$

На других участках цикла ($T_1 - T_{13}$) разность между опорным и текущим временными интервалами отрицательна и уменьшается по мере увеличения ускорения вращения вала. При этом код коррекции представляется в дополнительном коде. Это значит, что в счетчике 31 измерителя 4 (после введения кода коррекции) при поступлении на его вход числа импульсов равного числу единиц в прямом коде коррекции произойдет переполнение указанного счетчика и установка его в состояние "0", а затем при поступлении на его вход числа импульсов, равного N (число, записанное в регистре 29 измерителя 4) произойдет срабатывание схемы 30 сравнения измерителя 4 и будет сформирована очередная фазовая отметка. Таким образом, на текущем участке цикла период следования фазовых отметок будет больше, чем на опорном.

Коды коррекции и определяемые ими изменения периодов следования фазовых отметок на отдельных участках цикла при изменении угловой скорости (из-за неравномерности вращения вала) в течение цикла по синусоидальному закону приведены в таблице.

Основная погрешность предлагаемого устройства характеризуется такими составляющими, как погрешность дискретности коррекции и погрешность от запаздывания коррекции (код коррекции на текущем участке цикла определяется величиной относительного ускорения вращения на предыдущем участке цикла).

Для рассматриваемого случая погрешность дискретности составляет

$$\gamma_1 = \frac{1}{N} \cdot 100 = 100 \cdot \frac{1000}{2000} = 0,05 \%$$

Погрешность от запаздывания коррекции определяется величиной приращения кода коррекции при переходе от одного участка цикла к другому (см. таблицу). Эта величина для рассматриваемого случая не превышает единицы. Поэтому эта составляющая погрешности составляет

$$\gamma_2 = \frac{1}{N} \cdot 100 = 0,05 \%$$

Следовательно, в предлагаемом устройстве погрешность формирования фазовых отметок и, следовательно, фазонзбирания снижается более, чем на порядок, по сравнению с прототипом.

Фазовые отметки с выхода измерителя 4 поступают на вход счетчика 5, в который перед началом последовательности фазовых отметок записывается число:

$$N_{\phi} = N_{\psi} - N_1,$$

где N_{φ} - число фазовых отметок, формируемых за цикл,

N_1 - число фазовых отметок, соответствующих началу строга.

После первого переполнения счетчика 5 импульсами с выхода измерителя 4 в счетчик 5 записывается число:

$$N_{\varphi 2} = N_{\varphi} - (N_2 - N_1)$$

где N_2 - число фазовых отметок, соответствующих концу строга. В результате на выходе триггера 6 в течение цикла работы двигателя появляется импульс длительностью τ , передний фронт которого соответствует фазе φ_1 , а задний - фазе φ_2 цикла. Следующий цикл работы устройства может начинаться либо автоматически по сигналу второго переполнения счетчика 5, либо по команде, подаваемой на вход "Зн" блока 7 управления. В блок 7 по входу "П" вводятся числа $N_{\varphi 1}$ и $N_{\varphi 2}$, а на вход "Зн" подается команда "Запуск", по которой триггер 3 устанавливается в исходное состояние,

соответствующее отсутствию сигнала на входе а измерителя 4, а в счетчик 5 записывается число $N_{\varphi 1}$.

Для синхронизации работы устройства блок управления 7 снабжен синхронизирующим входом С.

Импульс с выхода триггера 6 может быть использован для управления ключами измерительных трактов различных параметров процессов, сопровождающих работу двигателя.

Из описания принципа работы предлагаемого фазоизбирательного устройства видно, что введение датчика частоты вращения, формирующего каскада, генератора образцовой частоты, суммирующего и вычитающего счетчиков, регистра, вентилей переписи кода, четырех формирователей импульсов, двух триггеров, трех схем совпадения и дополнительного входа в цифровом измерителе отношением временных интервалов позволило повысить точность формирования фазовых отметок и, следовательно, фазоизбирания.

Участок цикла	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

$|\Delta T_i| = T_{ср} - T_{i(НС)}$ 4000 3968 3874 3719 3505 3236 2916 2549 2143 1703 1236 749 13

Число единиц в коде коррекции K_{i+1}^*

$N_{max} - 20$ $N_{max} - 19$ $N_{max} - 19$ $N_{max} - 18$ $N_{max} - 17$ $N_{max} - 16$ $N_{max} - 14$ $N_{max} - 12$ $N_{max} - 10$ $N_{max} - 8$ $N_{max} - 6$ $N_{max} - 3$

Относительное изменение периода следования фазовых отметок δ_{i+1}^{**}

-1,0 -0,95 -0,95 -0,9 -0,85 -0,8 -0,7 -0,6 -0,5 -0,4 -0,3 -0,15

Участок цикла	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

$|\Delta T_i| = T_{cp} - T_i$ (мс)

Число единиц в коде коррекции K_{i+1} *

0 749 1236 1703 2143 2549 2916 3236 3505 3719 3874 3968 4000 3968 3874 3719 3505 3236

Относительное изменение периода следования фазовых меток, % σ_{i+1} *

0 0,15 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,85 0,9 0,95 0,95 1 0,95 0,95 0,9 0,85 0,8

x) $K_{i+1} = |\Delta T_i| \cdot f$ при $\Delta T_i > 0$ и $K_{i+1} = N_{max} - |\Delta T_i| \cdot f$ при $\Delta T_i < 0$, где N_{max} - емкость вычитающего счетчика

$$\sigma_{i+1} = \frac{\Delta T_i \cdot f}{N} \cdot 100\%$$

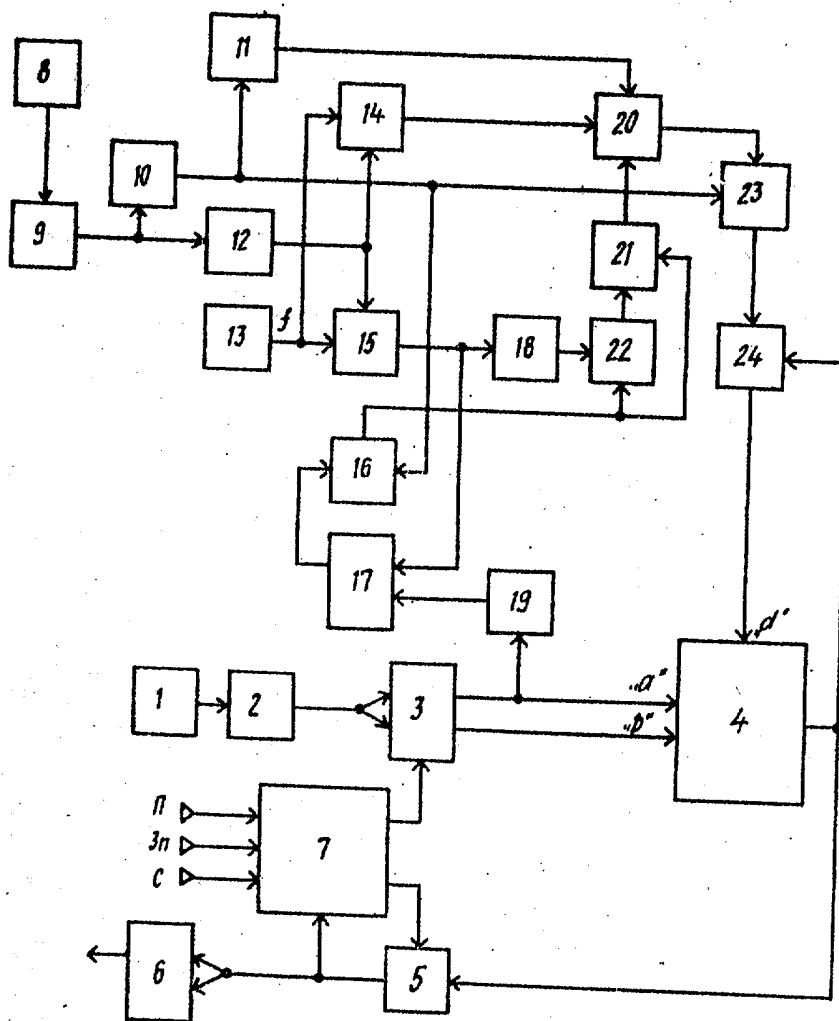
Формула изобретения

Фазоизбирательное устройство для двигателя внутреннего сгорания, содержащее датчик верхней мертвой точки, первый формирующий каскад, первый и второй счетные триггеры, цифровой измеритель отношения временных интервалов, счетчик импульсов и блок управления, причем, датчик верхней мертвой точки через первый формирующий каскад подключен к первому счетному триггеру, выходы которого подключены к измерителю отношения временных интервалов со счетчиком импульсов на выходе, выход последнего подключен к входу второго счетного триггера и ко входу блока управления, выходы блока управления подключены к установочным входам первого счетного триггера и счетчика импульсов, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью повышения точности при наличии неравномерности вращения вала, устройство дополнительно содержит датчик частоты вращения, второй формирующий каскад, генератор образцовой частоты, суммирующий счетчик, вычитающий счетчик, делитель частоты, первый и второй регистры, вентили переписи кода, первый и второй формирователи импульсов, триггер, первую, вторую и третью схемы совпадения и первый и второй инверторы, при этом выход датчика частоты вращения подключен к входу второго формирующего каскада, выход которого соединен с входами первого формирователя импульсов и первого инвертора, выход последнего подключен к первым входам первой и второй схем совпадения, вторые входы которых соединены с выходом генератора образ-

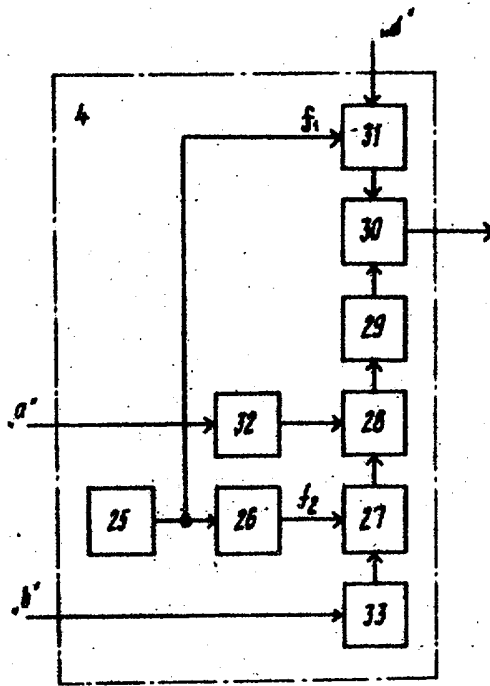
вой частоты, выход первой схемы совпадения подключен к первому входу вычитающего счетчика, второй вход которого соединен с выходом второго инвертора, вход которого подключен к выходу первого формирователя импульсов, к первому входу третьей схемы совпадения и к первому входу второго регистра, вторые входы последнего соединены с выходами вычитающего счетчика, а выходы - с первыми входами вентилей переписи кода, вторые входы которых подключен к выходу измерителя отношения временных интервалов, а выходы - к дополнительному входу последнего, третьи входы вычитающего счетчика соединены с выходами первого регистра, вторые входы которого подключены к выходам суммирующего счетчика, первый вход последнего соединен с выходом делителя частоты, вход которого подключен к выходу второй схемы совпадения и к первому входу триггера, выход последнего соединен с вторым входом третьей схемы совпадения, выход которой подключен к второму входу суммирующего счетчика и к первому входу первого регистра, второй вход триггера соединен с выходом второго формирователя импульсов, вход которого подключен к прямому выходу первого счетного триггера.

Источники информации,

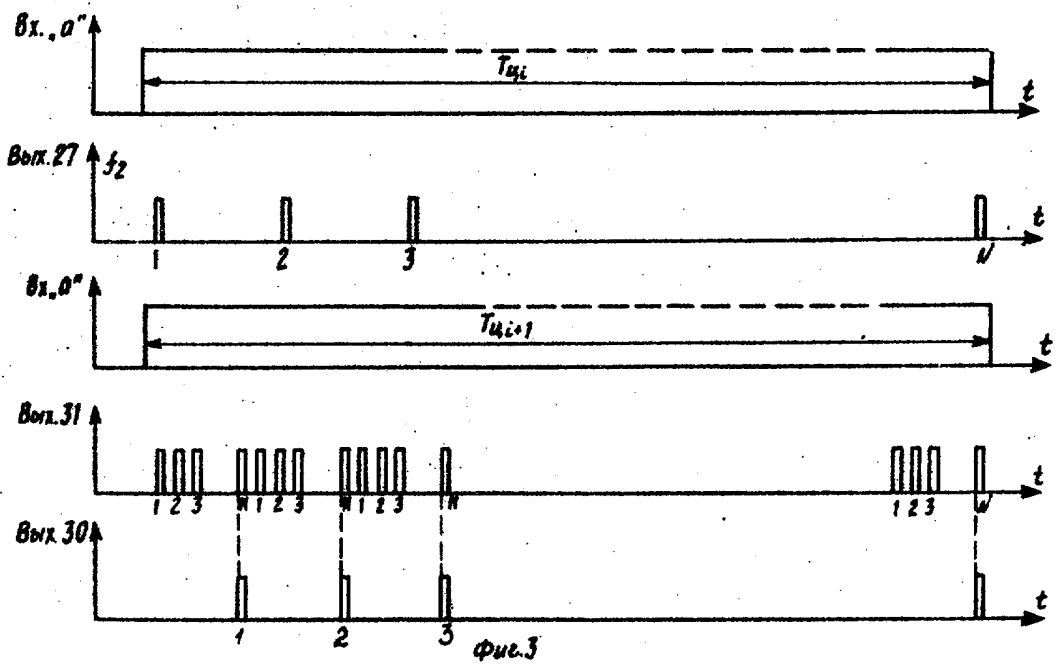
- принятые во внимание при экспертизе
1. Авторское свидетельство СССР № 252686, кл. G 01 M 15/00, 1968.
 2. Бухтиаров И. Д. Методические вопросы диагноза двигателей внутреннего сгорания. - Труды СибВИМ, вып. 4, Новосибирск, 1968.
 3. Авторское свидетельство СССР № 446845, кл. G 01 M 15/00, 1972.



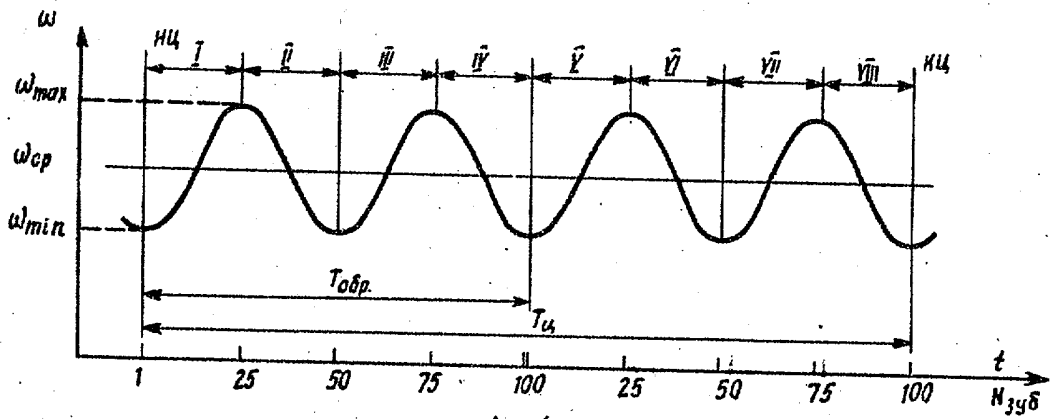
Фиг. 1



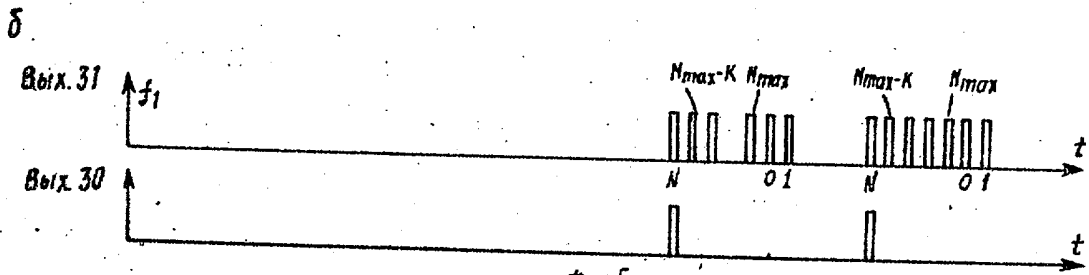
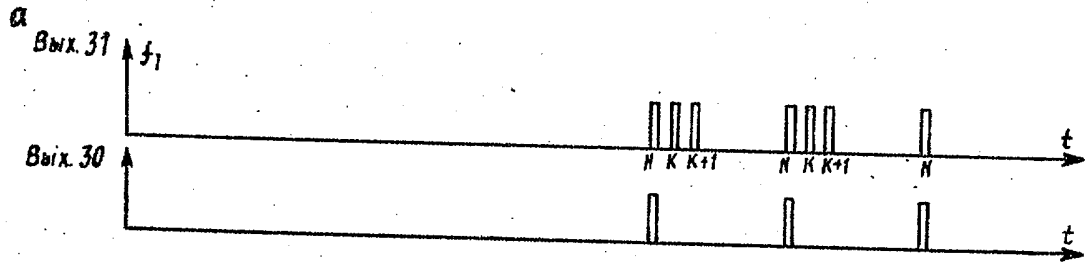
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Редактор А. Шандор Составитель Н. Патрахальцев Корректор Г. Решетник
 Техред Н. Бабурка

Заказ 271/64 Тираж 918 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4