



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 802826

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 13.02.79 (21) 2725130/25-06

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 07.02.81. Бюллетень № 5

Дата опубликования описания 25.02.81

(51) М. Кл.<sup>3</sup>  
G 01 M 15/00//  
F 02 P 5/04

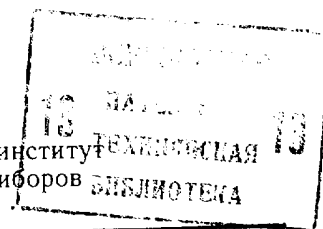
(53) УДК 621.43.  
.004.5(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

Ю. Н. Круглов и С. С. Сучков

(71) Заявитель

Научно-исследовательский и экспериментальный институт  
автомобильного электрооборудования и автоприборов



(54) ИЗМЕРИТЕЛЬ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ ВАЛА  
ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

1

Изобретение относится к измерителям углового положения вала двигателя внутреннего сгорания (ДВС), предназначенного для получения информации об угле поворота и скорости вращения вала в виде электрических импульсов.

Известны измерители углового положения вала двигателя внутреннего сгорания, содержащие зубчатый диск, датчик, формирователь угловых импульсов и первый выход, связанные последовательно, причем диск жестко связан с валом двигателя [1].

В таких измерителях при работе имеет место существенная задержка импульса начала отсчета относительно угловых импульсов при больших скоростях вращения из-за индуктивного характера выходного сопротивления датчиков, что приводит к дополнительной ошибке в определении углового положения вала ДВС.

Известны измерители углового положения вала двигателя внутреннего сгорания, содержащие зубчатый диск, датчик, формирователь угловых импульсов и первый выход, связанные последовательно, а также диск с зубом начала отсчета, датчик и формирователь импульсов начала отсчета, сое-

2

диненные последовательно, и второй выход, причем оба диска жестко связаны с валом двигателя [2].

Недостатком этих измерителей является существенная задержка (несинфазность) импульса начала отсчета относительно угловых импульсов при больших скоростях вращения вала ДВС, что приводит к увеличению погрешности определения углового положения вала и нарушению необходимого совпадения угловых импульсов и импульсов начала отсчета.

Целью настоящего изобретения является уменьшение погрешности измерения углового положения вала путем снижения несинфазности угловых импульсов и импульсов начала отсчета при больших скоростях вращения вала.

Цель достигается тем, что измеритель снабжен схемой задержки, содержащей первый и второй входы, причем, первый соединен с выходом формирователя угловых импульсов параллельно первому выходу, а второй включен между выходом формирователя импульсов начала отсчета и вторым выходом измерителя. Измеритель содержит тактируемый D-триггер, первое и второе дифференци-

рующие устройства и схемы И, НЕ и ИЛИ, причем, информационный вход триггера непосредственно, вход установки нуля — через первое дифференцирующее устройство, один из входов схемы И — через схему НЕ подключены параллельно к первому входу схемы задержки, синхронизирующий вход триггера и другой вход схемы И подключены параллельно ко второму входу схемы задержки, выход триггера — через второе дифференцирующее устройство связан с одним входом схемы ИЛИ, выход которой объединен со вторым выходом измерителя, другой вход соединен с выходом схемы И, а вход установки единицы триггера объединен с выводом нулевого потенциала.

В варианте исполнения измеритель содержит тактируемый Д-триггер, первое и второе дифференцирующие устройства и схемы И, НЕ и ИЛИ, причем вход установки нуля триггера через первое дифференцирующее устройство и схему НЕ подключен к первому входу схемы задержки, с которым через схему И связана одним из входов схема ИЛИ, выход которой объединен со вторым выходом измерителя, другой вход через второе дифференцирующее устройство соединен с выходом триггера, при этом информационный вход триггера подключен к выходу схемы НЕ, синхронизирующий вход параллельно с другим входом И связан со вторым входом схемы задержки, вход установки нуля объединен с выводом нулевого потенциала.

На фиг. 1 дан пример первого варианта исполнения измерителя углового положения вала ДВС; на фиг. 2 представлены угловые эпюры, поясняющие принцип действия; на фиг. 3 — второй вариант исполнения измерителя.

Эквивалентная схема индукционного датчика может быть представлена в виде последовательного соединения идеального источника ЭДС, индуктивности  $L$  датчика и входного сопротивления  $R$  формирователя (выходная емкость, внутреннее омическое сопротивление датчика и входная емкость формирователя не учитываются в силу относительной малости их значений). Для датчика угловых импульсов форма ЭДС — квазисинусоидальная, для датчика импульсов начала отсчета — импульсная, двухполярная. В первом случае фазовый сдвиг между ЭДС и напряжением на сопротивлении  $R$  определяется как

$$U_{y4} = \arctg \frac{2\pi n Z L}{R},$$

где  $n$  — скорость вращения диска;

$Z$  — число зубьев венца диска.

Для импульсов начала отсчета временная задержка  $\tau_{HO}$  определяется по формуле для интегрирующей LR-цепи

$$\tau_{HO} \approx 2,5 \frac{L}{R},$$

задержка  $\tau_{HO}$ , приведенная к фазовому сдвигу  $U_{HO}$  на частоте  $2\pi n Z$ , имеет вид

$$U_{HO} = 5\pi n Z \frac{L}{R}$$

Для  $n \neq 0$  но всегда больше  $U_{y4}$ , причем при увеличении значения  $n$  разность  $\Delta U = U_{HO} - U_{y4}$  увеличивается и при больших значениях  $n$  абсолютное значение  $\Delta U$  становится соизмеримо с приведенным расстоянием между двумя соседними зубьями венца, т. е.

$$\Delta U = \frac{2\pi n Z L}{R} - \arctg \frac{2\pi n Z L}{R} \approx \pi$$

Порядковый номер угловых импульсов, соответственно угловое положение вала в электронной системе зажигания определяется по взаимному расположению угловых импульсов и импульса начала отсчета, при этом также необходимо выполнение определенных условий по совпадению этих импульсов. Так например, первым по нумерации считается тот угловой импульс, который совпадает с импульсом начала отсчета, или, например угловой импульс обозначается номером один, если он следует первым после прохождения импульса начала отсчета, но при этом импульс начала отсчета должен быть в паузе между угловыми импульсами номер  $Z$  и номер один. Следовательно, существенное изменение взаимного расположения информационных импульсов, их несинфазность, при изменении скорости вращения вала ДВС приводит к нарушению необходимой логической последовательности этих импульсов. Если при обработке информации используются удвоенные угловые импульсы, то указанная несинфазность приводит к ошибке в определении номера удвоенного углового импульса, т. е. к увеличению погрешности измерения.

Компенсация возникающей несинфазности путем изменения значений  $Z$ ,  $R$  и  $L$  или создания противоположного начального смещения импульса начала отсчета приводит к нежелательным последствиям. Так уменьшение числа зубьев  $Z$  приводит к пропорциональному увеличению погрешности воспроизведения заданных характеристик системы зажигания, уменьшение  $L$  — к уменьшению диапазона рабочих оборотов системы зажигания, увеличение  $R$  — к уменьшению помехоустойчивости, а создание начального смещения — к значительному ужесточению требований на точность изготовления и установку датчиков, что трудно осуществить в условиях крупносерийного производства.

Измерительно углового положения вала ДВС состоит из зубчатого диска 1 и диска 2 с зубом начала отсчета, жестко связанных с валом ДВС, датчика 3 угловых импульсов, работающего совместно с зубчатым диском 1, датчика 4 импульсов начала отсчета, ра-

ботающего совместно с диском 2, формирователя 5 угловых импульсов, нормирующего импульсы с датчика 3, формирователя 6 импульсов начала отсчета, нормирующего импульсы с датчика 4 и схемы 7 задержки, имеющей два входа. На первый вход ( $B_{x1}$ ) (фиг. 1, 3) схемы 7 задержки подаются угловые импульсы с формирователя 5, на второй вал ( $B_{x2}$ ) — импульсы начала отсчета с формирователя 6. Измеритель имеет два выхода, с которых информация поступает далее в систему зажигания: первый выход ( $B_{yx1}$ ), с которого поступают угловые импульсы, и второй выход ( $B_{yx2}$ ), с которого поступают импульсы начала отсчета. Схема 7 задержки состоит из тактируемого D-триггера 8, первого дифференцирующего устройства 9, второго дифференцирующего устройства 10, двухвходовой схемы ИЛИ 11, двухвходовой схемы И 12 и схемы НЕ 13. В первом варианте исполнения схемы 7 задержки (фиг. 1) импульсы с формирователя 5 подаются на информационный вход (вход триггера 8, на один из входов схемы НЕ 13 и через дифференцирующее устройство 9 — на вход установки нуля (вход R) триггера 8; импульсы с формирователя 6 поступают на вход синхронизации (вход С) триггера 8 и на второй вход схемы И 12, при этом на один из входов схемы ИЛИ 11 сигналы поступают с выхода схемы И 12, а на другой вход — через дифференцирующее устройство 10 с выхода триггера 8, а вход установки единицы (вход S) триггера 8 заземлен. Импульсы, поступающие с выхода схемы ИЛИ 11, являются выходными импульсами схемы 7 задержки. Во втором варианте исполнения схемы 7 задержки (фиг. 3) импульсы с формирователя 5 угловых импульсов подаются на вход R триггера 8 через схему НЕ 13 и дифференцирующее устройство 9, при этом один из входов схемы И 12 непосредственно соединен с выходом формирователя 5.

При малых скоростях вращения дисков 1 и 2 ( $\Omega_{min}$ ) на выходе триггера 8 формируются импульсы  $I_T$  (фиг. 2) передний фронт которых определяется моментом появления импульса начала отсчета на входе С триггера 8, а задний — моментом прихода на вход R триггера 8 очередного импульса  $U_{D1}$  с выхода дифференцирующего устройства 9; импульсы  $U_D$  формируются по заднему фронту угловых импульсов  $U_{y4}$ , поступающих с выхода формирователя 5 и обычно имеющих вид меандра. На выходе второго дифференцирующего устройства 10 формируются импульсы  $U_{D2}$ , соответствующие заднему фронту импульсов  $U_m$ . Импульсы  $U_{D2}$  через схему ИЛИ 11 проходят на выход схемы 7 задержки и являются выходными импульсами начала отсчета  $U_{ноз}$  измерителя углового положения вала ДВС. Импульсы  $U_{ноз}$  по отношению к заднему фронту угловых импульсов  $U_{y4}$  имеют незначительную задержку  $\Delta\varphi'_3$  (фиг. 2), опре-

деляемую инерционностью триггера 8 и схемы ИЛИ 11, т. е. совпадения импульсов  $U_{ноз}$  и  $U_{y4}$  не происходит: по отношению к значениям несинфазности  $\varphi_{y4}$ ,  $\varphi_{но}$  и  $\Delta\varphi$  задержка  $\Delta\varphi'_3$  может быть приравнена нулю. На другом входе схемы ИЛИ 11 сигналы  $U_c$  отсутствуют, так как на входы схемы И 12 аоступают не совпадающие по времени импульсы  $U_{но}$  и угловые импульсы инвертированные схемой НЕ 13  $U_{y4}$ . При больших скоростях вращения дисков 1 и 2 ( $\Omega_{max}$ ) возникает задержка импульса  $U_{но}$  относительно импульсов  $U_{y4}$  и импульс  $U_m$  на выходе триггера 8 отсутствует, так как в момент прихода на вход с триггера 8 импульса  $U_{но}$ , на входе D триггера 8 сигнал отсутствует. В этом случае происходит совпадение инвертированных угловых импульсов  $U_{y4}$  и импульса начала отсчета  $U_{но}$  на входах схемы И 12, на выходе схемы И 12 вырабатываются импульсы  $U_c$ , последние через схемы ИЛИ 11 проходят на выход схемы 7 задержки и являются выходными импульсами начала отсчета  $U_{ноз}$  измерителя углового положения вала ДВС. Таким образом, при несинфазности импульсов начала отсчета  $U_{но}$  и угловых импульсов  $U_{y4}$  менее периода следования угловых импульсов  $\Theta_{y4}$  расположении импульса  $U_{но}$  в интервале, ограниченном передними фронтами соседних угловых импульсов для всего диапазона скоростей вращения дисков 1 и 2, что достигается выбором параметров датчиков 3 и 4, формирователей 5 и 6 и начальной установкой зуба начала отсчета на диске 2, первый вариант исполнения измерителя обеспечивает расположение выходного импульса начала отсчета  $U_{ноз}$  в промежутке между соседними угловыми импульсами, при этом несинфазность угловых импульсов  $U_{y4}$  и импульса  $U_{ноз}$  не превышает  $\Theta_{y4}/2$ ,  $\Delta\varphi'_3 < \Theta_{y4}/2$ .

Второй вариант исполнения измерителя (фиг. 3) обеспечивает совпадение выходного импульса начала отсчета  $U_{ноз}$  с соответствующим угловым импульсом. В этом случае для  $\Omega_{min}$  импульс  $U_{но}$  расположен в промежутке между угловыми импульсами, что достигается соответствующей установкой зуба начала отсчета на диске 2. При малых скоростях вращения дисков 1 и 2, как и в первом варианте исполнения измерителя, выходной импульс начала отсчета  $U_{ноз}$  формируется с помощью триггера 8, дифференцирующих устройств 9 и 10 и схемы ИЛИ 11, причем на вход D триггера 8 и вход первого дифференцирующего устройства поступают инвертированные угловые импульсы, которые соответствуют импульсам  $U_{y4}$  (фиг. 2). При  $\Omega_{max}$  сигнал на выходе триггера 8 отсутствует, происходит совпадение импульсов  $U_{но}$  и угловых импульсов, поступающих с выхода формирователя 5 (соответствуют импульсам  $U_{y4}$  (фиг. 2), на выходе схемы И формируются

импульсы  $U_c$ , последние через схему ИЛИ 11 проходят на выход схемы 7 задержки.

Сравнение эпюр сигналов  $U_{н0}$ ,  $U_{н03}$  и удвоенных угловых импульсов  $U_{уд2}$  для  $p_{min}$  и  $p_{max}$  показывает, что введение схемы 7 задержки в измеритель позволяет сохранить однозначность определения номера импульсов  $U_{н0}$ , так, если принять за начало отсчета импульс  $U_{н0}$ , первый импульс А (фиг. 2) сохраняет свой номер лишь для  $p_{max}$ , для  $p_{min}$  первым за импульсом  $U_{н0}$  будет следовать угловой импульс Б. Предложенные варианты исполнения схемы 7 задержки не ограничивают причин возникновения и знака несинфазности, при абсолютном значении несинфазности угловых импульсов и импульсов на выходе формирователя импульсов начала отсчета не превышающей период следования угловых импульсов несинфазность сигналов на выходе предложенного измерителя не превышает половины значения  $\Theta_{ул}$ .

Таким образом, предложенный измеритель углового положения вала позволяет уменьшить несинфазность угловых импульсов и импульсов начала отсчета, возникающую на больших скоростях вращения, соответственно уменьшить погрешность измерения углового положения вала за счет обеспечения необходимого совпадения угловых импульсов и импульсов начала отсчета в обычных электронных системах зажигания, впрыска топлива, а за счет обеспечения однозначности определения номера углового импульса в указанных системах с удвоением угловых импульсов, все это позволяет увеличить стабильность и точность воспроизведения оптимальных экономичных, либо анти-токсичных характеристик ДВС системой зажигания, впрыска топлива, т. е. повысить топливную экономичность ДВС, снизить его токсичность.

Испытания макетных образцов измерителя углового положения вала двигателя в составе цифровой системы зажигания для ДВС автомобиля ВАЗ—2108 показали, что введение схемы задержки уменьшило погрешность измерения углового положения вала ДВС почти в 2 раза.

#### Формула изобретения

1. Измеритель углового положения вала двигателя внутреннего сгорания, содержащий два зубчатых диска, один из которых соединен с датчиком, формировате-

лем угловых импульсов и первым выходом, а другой — с датчиком, формирователем импульсов начала отсчета и вторым выходом, причем оба диска жестко связаны с валом двигателя, отличающийся тем, что, с целью уменьшения погрешности измерения углового положения вала путем снижения несинфазности угловых импульсов и импульсов начала отсчета при больших скоростях вращения вала, измеритель дополнительно снабжен схемой задержки, которая имеет тактируемый Д-триггер, первое и второе дифференцирующее устройство, схемы И, НЕ и ИЛИ и первый и второй входы, причем первый вход соединен с выходом формирователя угловых импульсов параллельно первому выходу, а второй вход включен между выходом формирователя импульсов начала отсчета и вторым выходом измерителя.

2. Измеритель по п. 1, отличающийся тем, что к первому входу схемы задержки параллельно подключены информационный вход триггера, вход установки нуля — через первое дифференцирующее устройство, и через схему НЕ — один из входов схемы И, при этом синхронизирующий вход триггера и другой вход схемы И подключены параллельно к другому входу схемы задержки, выход триггера через второе дифференцирующее устройство соединен с одним из входов схемы ИЛИ, выход которой объединен со вторым выходом измерителя, а другой вход — с выходом схемы И, и вход установки единицы триггера соединен с выводом нулевого потенциала.

3. Измеритель по п. 1, отличающийся тем, что вход установки нуля триггера через первое дифференцирующее устройство и схему НЕ подключен к первому входу схемы задержки, с которым через схему И связана одним из входов схема ИЛИ, выход которой объединен со вторым выходом измерителя, другой вход через второе дифференцирующее устройство соединен с выходом триггера, причем информационный вход триггера подключен к выходу схемы НЕ, синхронизирующий вход параллельно с другим входом схемы И связан со вторым входом схемы задержки, а вход установки нуля триггера объединен с выводом нулевого потенциала.

Источники информации,

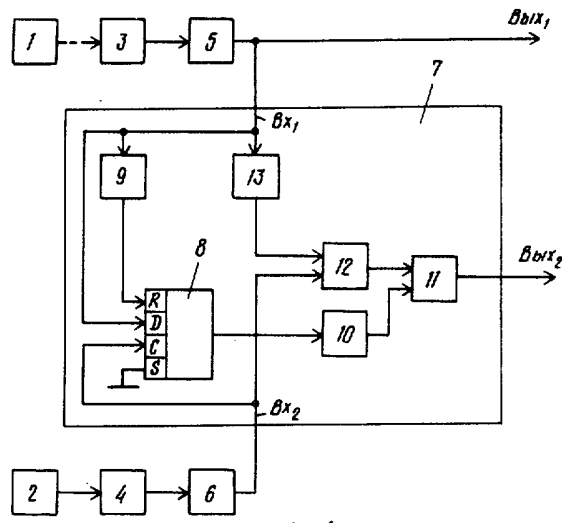
принятые во внимание при экспертизе

1. Патент ФРГ № 2010999,

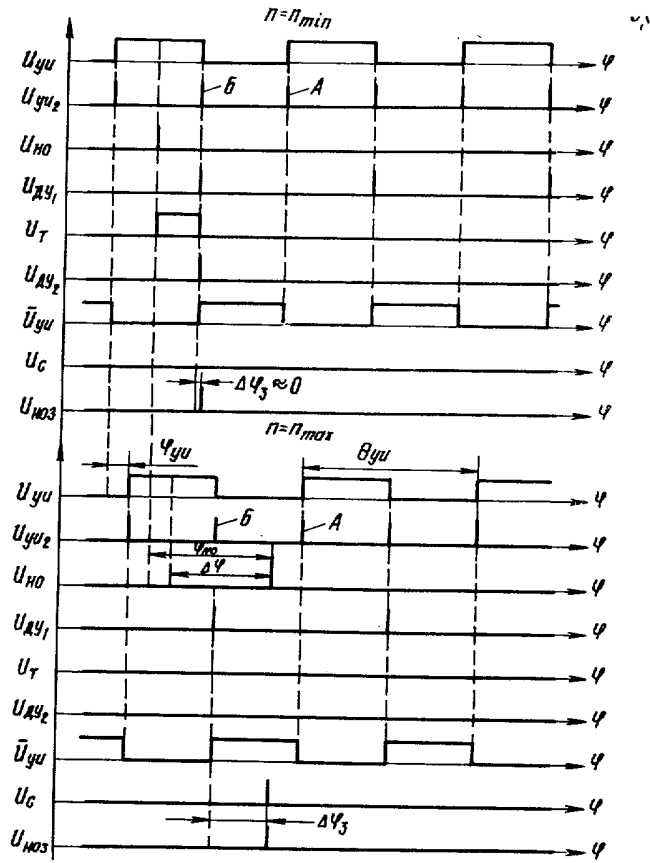
50 кл. 46 к 3/00, 1971.

2. Патент США № 3923022,

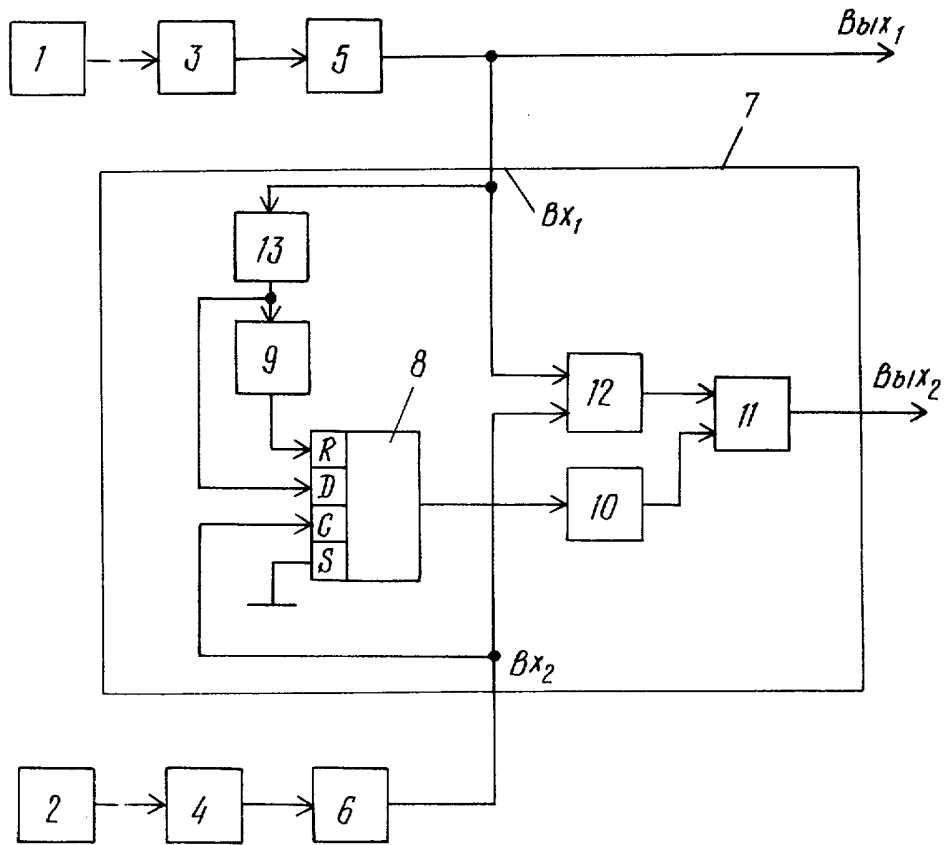
кл. 123—117, 1975.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор Т. Глазова  
Заказ 10069/55

Составитель Н. Патрахальцев  
Техред А. Бойкас  
Тираж 918

Корректор М. Демчик  
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