



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 996876

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 22.05.81 (21) 3292614/18-10

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.02.83. Бюллетень № 6

Дата опубликования описания 15.02.83

(51) М. Кл.³

G 01 L 3/10

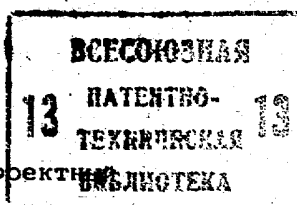
(53) УДК 531.781
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

К.С.Бляшкин и Н.П.Тарасов

(71) Заявитель

Казахский научно-исследовательский и проектный
институт автомобильного транспорта



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КРУТЯЩЕГО
МОМЕНТА

1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерений крутящего момента в силовых установках различной мощности, характера нагрузок и частот вращения.

Известно устройство для измерения крутящего момента, содержащее отметчики, датчики считывания, генератор опорной частоты и электронную схему. В этом устройстве при вращении вала производится считывание его меток неподвижно установленными датчиками. Временной сдвиг между импульсами одного датчика и импульсами другого пропорционален углу скручивания упругого элемента и периоду вращения вала. Путем преобразования полученных сигналов определяют величину крутящего момента. Для повышения точности измерения полученные временные интервалы заполняются импульсами опорной частоты с последующим их пересчетом. Для этой цели в прибор вводится дополнительный генератор опорной частоты и пересчетные устройства. Чтобы исключить влияние нестабильности частоты опорного генератора, применяются схемы с постоянным измерителем времени [1].

2

Недостатком известного устройства является низкая чувствительность.

Наиболее близким к предложенному по технической сущности является устройство для измерения крутящего момента, содержащее схему индикации, расположенные на валу и сдвинутые относительно друг друга на 180° первый и второй отметчики угла положения вала, два датчика считывания, расположенные на одной линии, параллельной оси вала, и измерительную схему, включающую первый и второй триггеры-преобразователи, связанные своими нулевыми выходами с первыми входами двух управляемых ключей соответственно, вторые входы которых связаны с выходом генератора опорной частоты, а выходы связаны с первым и вторым входами соответственно реверсивного счетчика, кроме того, выход генератора опорной частоты связан с вторым входом схемы формирования времени индикации, выход которой связан с первым входом схемы управления, а первый вход связан с нулевым выходом второго триггера-преобразователя, единственный выход которого связан с третьим входом первого триггера-преобразователя, нулевой выход первого триггера-

преобразователя связан с вторым входом второго триггера-преобразователя и вторым входом схемы управления, нулевой выход второго триггера-преобразователя связан с третьим входом схемы управления [2].

Недостатком известного устройства является то, что измерение возможно только при определенных частотах вращения вала, периоды которых кратны времени измерения. Такие режимы возможны у сравнительно узкого круга силовых установок с жесткой частотой вращения, например турбо- и гидроэлектрические установки.

Цель изобретения - расширение динамического диапазона измерений.

Поставленная цель достигается тем, что устройство снабжено третьим датчиком считывания, который сдвинут на 180° относительно второго датчика считывания, а в измерительную схему введены три формирователя сигналов, связанные своими входами с тремя датчиками считывания, третий триггер-преобразователь, два триггера-блокиратора, третий управляемый ключ, суммирующий счетчик, генератор кода заданного постоянного числа, делительный и множительный блоки, причем выход первого формирователя сигналов связан с четвертым входом первого триггера-преобразователя и первыми входами второго триггера-преобразователя и первого триггера-блокиратора, выход второго формирователя сигналов связан с вторым входом первого триггера-преобразователя, четвертым входом второго триггера-преобразователя, первым входом второго триггера-блокиратора и вторым входом третьего триггера-преобразователя, третий выход которого связан с выходом третьего формирователя сигналов, единичный выход первого триггера-блокиратора связан с первыми входами первого и третьего триггеров-преобразователей, единичный выход второго триггера-блокиратора связан с третьим входом второго триггера-преобразователя, нулевой выход третьего триггера-преобразователя связан с вторым входом третьего управляемого ключа, первый вход которого связан с выходом генератора опорной частоты, а выход - с вторым входом суммирующего счетчика, вторые входы первого и второго триггеров-блокираторов связаны с нулевым выходом первого и второго триггеров-преобразователей соответственно, первый выход схемы управления связан с первым входом делительного блока, второй выход связан с вторым входом множительного блока, а третий выход связан с первым входом суммирующего счетчика, с третьими входами триггеров-блокираторов, выход суммирующего

счетчика связан с вторым входом делительного блока, третий вход которого связан с выходом генератора кода заданного постоянного числа, а выход - с третьим входом множительного блока, первый вход которого связан с выходом реверсивного счетчика, а выход - с входом схемы индикации.

На фиг.1 изображена схема устройства; на фиг.2 - положение отметчиков на валу при нагружении последнего; на фиг.3 - графики, поясняющие работу устройства.

Устройство для измерения крутящего момента (фиг.1) содержит установленные на концах торсионного вала 1 отметчики 2 и 3, сдвинутые один относительно другого на 180° , считывающие датчики углов положения отметчиков 4, 5 и 6, два из которых (4 и 5) расположены на одной линии, параллельной оси вала 1, а третий датчик 6 смещен по окружности относительно датчика 4 на 180° .

Измерительная схема выполнена в виде формирователей сигналов 7, 8 и 9, триггеров-преобразователей 10, 11 и 12, триггеров-блокираторов 13 и 14, ключей 15, 16 и 17, генератора опорной частоты 18, реверсивного 19 и суммирующего 20 счетчиков, схем управления 21 и формирования времени индикации 22, генератора 23 кода заданного постоянного числа, делительного 24 и множительного 25 блоков, схемы индикации 26.

Устройство работает следующим образом.

При вращении торсионного вала 1 отметчики 2 и 3 поочередно проходят около датчиков 4, 5 и 6 и возбуждают в них двуполярные дифференцированные импульсы, проходящие через формирователи 7, 8 и 9.

При любом начальном положении вала полный цикл работы измерительной схемы начинается только после взаимодействия отметчика 2 и датчика 4. Из формирователя 7 импульс управления поступает одновременно на один из входов триггеров-преобразователей 10, 11 и 12 и триггера-блокиратора 14. Выходы триггеров-преобразователей 10 и 12 переходят из нулевых уровней в единичные, которые открывают ключи 15 и 17, заполняющие импульсами генератора опорной частоты 18 соответственно прямой счетный вход реверсивного счетчика 19 и счетный вход суммирующего счетчика 20. Одновременно единичный уровень с выхода триггера 10 поступает на пусковые входы триггера-преобразователя 11 и триггера-блокиратора 13. При этом триггер-блокиратор 13 блокирует работу триггера-преобразователя 10 по пусковым входам. В течение следую-

шей половины периода вращения торсиона 1 импульс с формирователя 8 переводит нулевой выход триггера-преобразователя 11 на единичный и устанавливает в исходное состояние триггер-преобразователь 10. При этом триггер-блокиратор 14 блокирует триггер-преобразователь 11 по пусковым входам. Импульс с формирователя 9 устанавливает в исходное состояние триггер-преобразователь 12.

После установки триггеров-преобразователей 10 и 12 в исходные состояния и переключения нулевого выхода триггера-преобразователя 11 на единичный происходит закрытие ключей 15 и 17 и открытие ключа 16, через который происходит заполнение импульсами генератора опорной частоты 18 реверсивного счетчика 19 по входу обратного счета.

По завершении полного оборота вала 1 импульс с формирователя 7 возвращает триггер-преобразователь 11 в исходное состояние, а последний закрывает ключ 16. Поскольку триггеры-блокираторы 13 и 14 в течение первого периода вращения вала изменяют состояние выходов на обратное, они блокируют установочные входы триггеров-преобразователей 10, 11 и 12. После возврата триггера-преобразователя 10 в исходное состояние на один из входов схемы управления 21 поступает его импульс в виде спада единичного состояния выхода, который дает команду на проведение операции деления кода заданного генератором 23 постоянного числа на код числа импульсов, поступивших на счетный вход счетчика 20 за первый полупериод вращения вала. Операция деления производится арифметическим устройством 24. После возврата триггера-преобразователя 11 в исходное состояние его импульс в виде спада единичного выхода поступает одновременно на входы схем управления 21 и формирования времени индикации 22. Выход схемы управления выдает команду на включение арифметического блока 25, производящего операцию перемножения кодов чисел частного и разности количества импульсов на выходе реверсивного счетчика 19. Произведение поступает на схему индикации 26.

Пересчетное устройство 22 через определенное (заданное время индикации) выдает команду на схему управления 21, которое устанавливает в исходное состояние триггеры-блокираторы 13 и 14 и счетчики 19 и 20.

При вращении нагруженного торсионного вала 1 (фиг.1) отметчики углов положения 2 и 3 сдвигаются относительно исходного взаимного положения. С одной стороны половины окружности

угол между отметчиками равен (фиг.2) $\varphi_1 = \varphi_0 + \Delta\varphi$, а с другой - $\varphi_2 = \varphi_0 - \Delta\varphi$

Величина крутящего момента пропорциональна разности угловых положений отметчиков 2 и 3.

$$M = C(\varphi_1 - \varphi_2) = C[(\varphi_0 + \Delta\varphi) - (\varphi_0 - \Delta\varphi)] = C 2\Delta\varphi, \quad (1)$$

где C - коэффициент пропорциональности;
 φ_1, φ_2 - углы взаимного положения отметчиков на торцах торсиона под нагрузкой;
 φ_0 - исходный угол взаимного положения осей отметчиков без нагрузки равный 180° ;
 $\Delta\varphi$ - угол скручивания вала.

Угловые интервалы φ_1 , φ_2 и $\varphi_0 = 180^\circ$ (фиг.2) с помощью отметчиков 2 и 3, датчиков считывания 4, 5 и 6, формирователей сигналов 7, 8 и 9, а также триггеров 10, 11 и 12 преобразуются во временные интервалы (см. фиг.3а и б) текущими длительностями

$$t_1 = \frac{\varphi_1}{2\pi n}; \quad t_2 = \frac{\varphi_2}{2\pi n}; \quad t = \frac{\varphi_0}{2\pi n} = \frac{1}{2n},$$

где t_1, t_2 и t - время прохождения отметчиками углов φ_1, φ_2 и φ_0 при средней частоте вращения торсиона за период, s ;
 n - частота вращения торсиона, s^{-1} ;
 2π - радианная мера угла.

Фронты и спады импульсов триггеров-преобразователей 10, 11 и 12 управляют ключами 15, 16 и 17, пропускающими импульсы стабильной высокой частоты опорного генератора 18 на счетные входы реверсивного счетчика 19 и суммирующего 20. На фиг.3 (б и з) показаны осциллограммы заполнения счетчиков 19 и 20 высокочастотными импульсами.

При нагружении вала 1 количества этих импульсов на счетных входах счетчика 19 за один оборот вала соответственно равны:

$$N_1 = t_1 f_0 = \frac{\varphi_1 f_0}{2\pi n}, \quad N_2 = t_2 f_0 = \frac{\varphi_2 f_0}{2\pi n},$$

где N_1, N_2 - количества импульсов, прошедших на входы прямого и обратного счета;
 f_0 - стабильная высокая частота, s^{-1} .

За один оборот торсионного вала реверсивный счетчик фиксирует разность количества импульсов первого

и второго полупериодов его вращения равную

$$\Delta N = N_1 - N_2 = \frac{2\Delta\psi f_0}{2\pi n} \quad (2)$$

Эта разность зависит сразу от двух переменных параметров: угла скручивания (момента) и частоты вращения торсиона, - и поэтому ее величина не может служить мерой крутящего момента.

Для исключения этой неопределенности в измерительную схему введены суммирующий счетчик 20, блок постоянного числа 23, делительный 24 и множительный 25 блоки.

Счетчик 20 суммирует в течение полупериода вращения вала 1 количества импульсов

$$N = t f_0 = \frac{\psi_0 f_0}{2\pi n} = \frac{f_0}{2n} \quad (3)$$

Блок 23 выдает код постоянного для данного режима числа равного N_0 .

На фиг. 3 (д и ж) видно, что с завершением полного оборота торсионного вала 1 формируется код числа разности импульсов, представленный выражением (2) и код частного от деления выражений (4) и (3) равный

$$\lambda = \frac{N_0}{N} = \frac{N_0 2n}{f_0} \quad (5)$$

Дальнейшее повторение цикла измерения заблокировано триггерами 13 и 14. Во время паузы происходит перемножение кодов чисел выражений (2) и (5), исключающее зависимость момента от скорости вращения вала

$$\Delta N \lambda = \frac{2\Delta\psi f_0}{2\pi n} \cdot \frac{2n N_0}{f_0} = \Delta\psi \frac{2N_0}{\pi} \quad (6)$$

Выражая угол скручивания торсиона через переменные сомножители и подставляя его в формулу (1), получают окончательную зависимость между моментом и показаниями индикатора

$$M = C 2\Delta\psi = C_1 \Delta N \lambda = C_1 N_{\text{инд}} \quad (7)$$

где $N_{\text{инд}}$ - код на выходе или число, показываемое индикатором;
 C_1 - масштаб единицы индикатора.

Повторение цикла измерения крутящего момента согласно графику ж (фиг. 3) становится возможным после окончания выдержки времени, задаваемой схемой 22, и последующего поступления управляющего импульса с формирователя 7 (см. фиг. 1). Время выдержки $t_{\text{инд}}$ выбирается большим для цифрового индикатора и меньшим при передаче информации на цифропечать или регулятор крутящего момента.

Предлагаемое устройство позволяет расширить динамический диапазон час-

тот вращения вала и получить возможность измерения момента на всех частотах, в том числе на тех, период которых не кратен времени суммирования разностей чисел импульсов.

формула изобретения

Устройство для измерения крутящего момента, содержащее схему индикации, расположенные на валу и сдвинутые относительно друг друга на 180° первый и второй отметчики угла положения вала, два датчика считывания, расположенные на одной линии, параллельной оси вала, и измерительную схему, включающую первый и второй триггеры-преобразователи, связанные своими нулевыми выходами с первыми входами двух управляемых ключей соответственно, вторые входы которых связаны с выходом генератора опорной частоты, а выходы связаны с первым и вторым входами соответственно реверсивного счетчика, кроме того, выход генератора опорной частоты связан с вторым входом схемы формирования времени индикации, выход которой связан с первым входом схемы управления, а первый вход связан с нулевым выходом второго триггера-преобразователя, единственный выход которого связан с третьим входом первого триггера-преобразователя, нулевой выход первого триггера-преобразователя связан с вторым входом второго триггера-преобразователя и вторым входом схемы управления, нулевой выход второго триггера-преобразователя связан с третьим входом схемы управления, отличающееся тем, что, с целью расширения динамического диапазона измерений, оно снабжено третьим датчиком считывания, который сдвинут на 180° относительно второго датчика считывания, а в измерительную схему введены три формирователя сигналов, связанные своими входами с тремя датчиками считывания, третий триггер-преобразователь, два триггера-блокиратора, третий управляемый ключ, суммирующий счетчик, генератор кода заданного постоянного числа, делительный и множительный блоки, причем выход первого формирователя сигналов связан с четвертым входом первого триггера-преобразователя и первыми входами второго триггера-преобразователя и первого триггера-блокиратора, выход второго формирователя сигналов связан с вторым входом первого триггера-преобразователя, четвертым входом второго триггера-преобразователя, первым входом второго триггера-блокиратора и вторым входом третьего триггера-преобразователя, третий выход

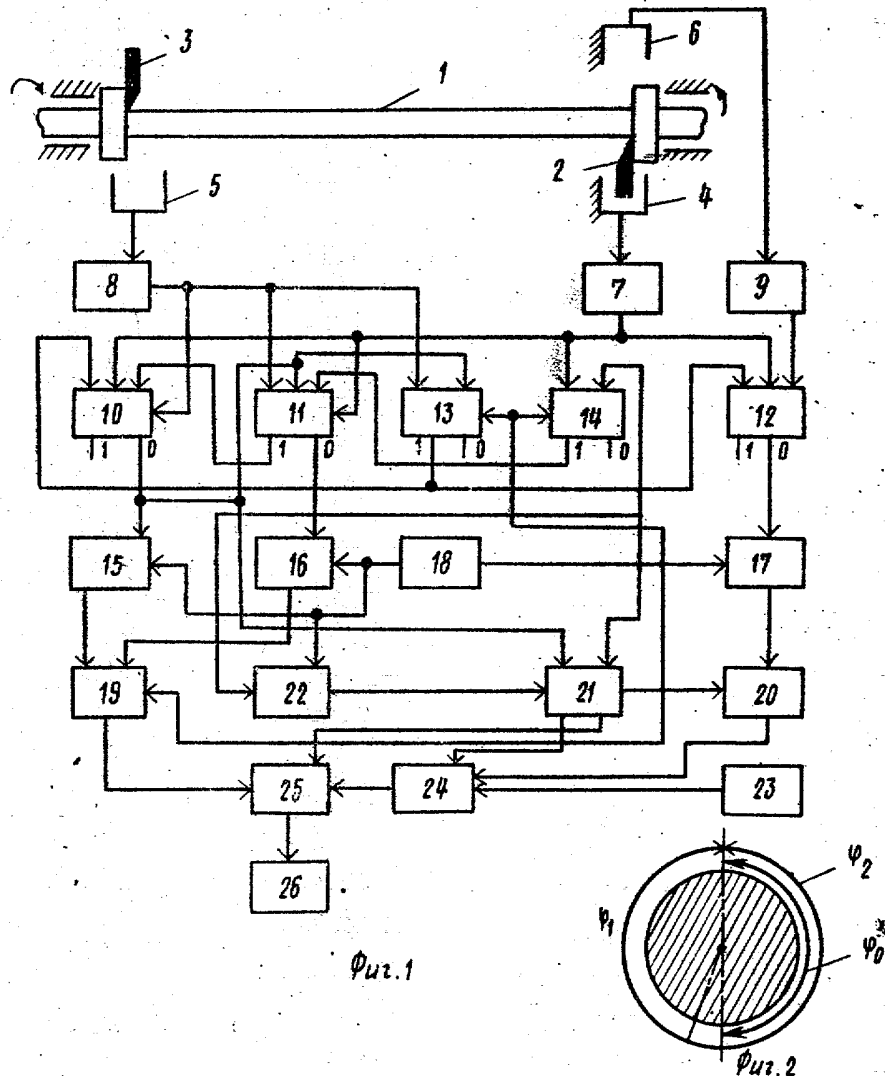
которого связан с выходом третьего формирователя сигналов, единственный выход первого триггера-блокиратора связан с первыми входами первого и третьего триггеров-преобразователей, единственный выход второго триггера-блокиратора связан с третьим входом второго триггера-преобразователя, нулевой выход третьего триггера-преобразователя связан с вторым входом третьего управляемого ключа, первый вход которого связан с выходом генератора опорной частоты, а выход - с вторым входом суммирующего счетчика, вторые входы первого и второго триггеров-блокираторов связаны с нулевым выходом первого и второго триггеров-преобразователей соответственно, первый выход схемы управления связан с первым входом делительного блока, второй выход связан

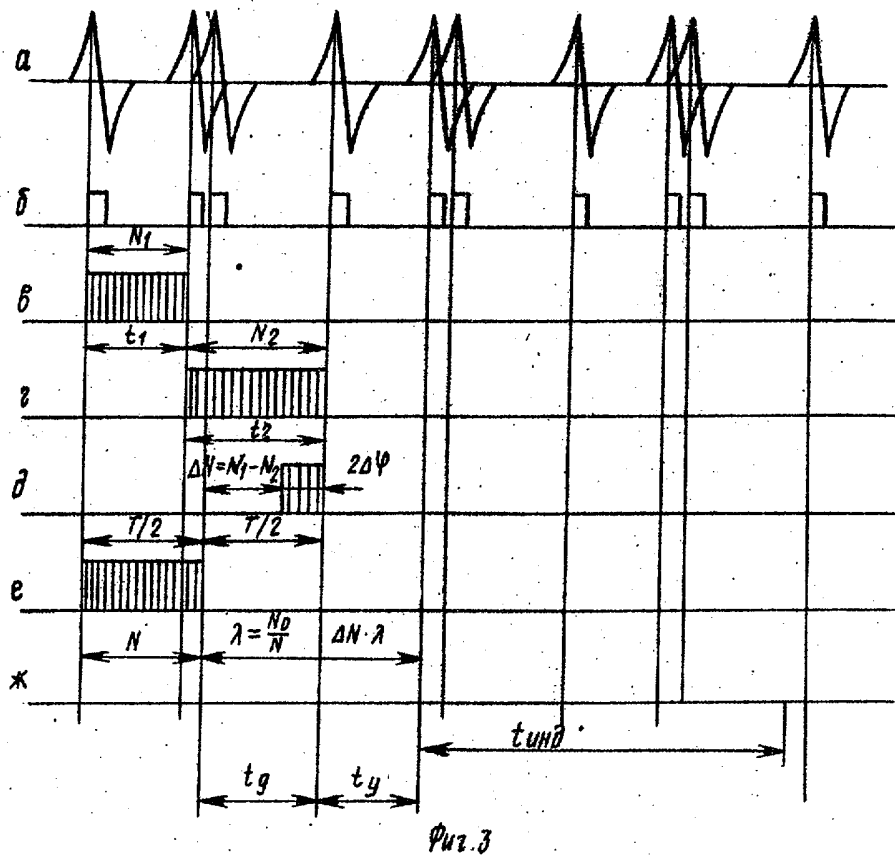
с вторым входом множительного блока, а третий выход связан с первым входом суммирующего счетчика, с третьими входами триггеров-блокираторов, выход суммирующего счетчика связан с вторым входом делительного блока, третий вход которого связан с выходом генератора кода заданного постоянного числа, а выход - с третьим входом множительного блока, первый вход которого связан с выходом реверсивного счетчика, а выход - со входом схемы индикации.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе
1. Фролов Л.Б. Измерение крутящего момента. М., "Энергия", 1967, с. 43-56.

2. Авторское свидетельство СССР по заявке №2895782/18-10/039332/кл
6 01 L 3/10, 19.03.80 (прототип).





Составитель А.Евдокимов

Редактор Л.Веселовская Техред М.Гергель

Корректор А.Гриценко

Заказ 920/59

Тираж 871

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