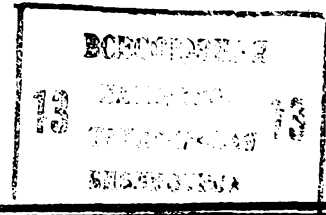




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3522482/18-10

(22) 15.12.82

(46) 23.09.84. Бюл. № 35

(72) М.В.Хохряков, О.М.Дерфель,
В.А.Гончарук и А.Н.Бало

(71) Научно-исследовательский
и проектно-конструкторский институт
автоматизированных систем управления
транспортом газа "НИПИАСтрансгаз"

(53) 531.781(088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 636468, кл. G 01 B 7/00, 1977.

2. Хохряков М.В. Исследование
и разработка методов построения
измерителя мощности для агрегатов
ГТК-10 и ГТН-25-2. Отчет о НИР,
тема 1251120, инв. № 0283.0067436.
Харьков, 1982, с. 44.

(54) (57) ДАТЧИК КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА,
содержащий блок возбуждения чувстви-
тельного элемента, емкостный диффе-
ренциальный чувствительный элемент,
подключенный через усилитель к вхо-
дам информационного и подготовитель-
ного компараторов, прямой выход по-
следнего через один элемент И связан
с нулевым входом информационного
триггера, и второй элемент И, причем
возбуждающие пластины емкостного
чувствительного элемента подключены
к первому и второму выходам блока
возбуждения, отличающийся тем,
что, с целью повышения точности
измерения, он снабжен вспомога-

тельным чувствительным элементом, схемой
синхронизации и корректирующим бло-
ком, содержащим триггер управления
коррекцией, три двухвходовых элемен-
та И и аналоговое запоминающее уст-
ройство, выход которого подключен
к блоку возбуждения, а первый и вто-
рой входы аналогового запоминающего
устройства соединены с соответствую-
щими двухвходовыми элементами И,
первые входы которых связаны с пер-
вым стробирующим выходом схемы син-
хронизации, тактирующий вход которо-
го подключен к выходу вспомога-
тельного чувствительного элемента, а
вторые входы двухвходовых элемен-
тов И связаны соответственно с пря-
мым и инверсным выходами триггера
управления коррекцией, который че-
рез третий и второй двухвходовые
элементы И соединен с информацион-
ным компаратором, при этом третий
и второй двухвходовые элементы И
связаны с вторым тактирующим выхо-
дом схемы синхронизации, третий
выход которой соединен с блоком
возбуждения емкостного чувствитель-
ного элемента, причем вспомога-
тельный чувствительный элемент смещен
относительно емкостного чувствитель-
ного элемента на угол

$$\varphi = \frac{\pi}{z} + \frac{2\pi}{z} \cdot i,$$

где z - число зубьев индуктора;
 $i = 0, 1, 2, \dots$

Изобретение относится к силовой технике и может быть использовано для измерения фазовым методом крутящего момента на валу, соединяющего привод и нагрузку.

Известны схемы дифференциальных чувствительных элементов емкостного типа, защищенных от воздействия возмущающих факторов путем охвата чувствительных элементов емкостного типа отрицательной обратной связью [1].

Недостатком этих устройств является невозможность обеспечения измерения при непрерывном вращении вала.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является датчик крутящего момента, содержащий блок возбуждения чувствительного элемента, емкостный дифференциальный чувствительный элемент, подключенный через усилитель к входам информационного и подготовительного компараторов, прямой выход последнего через один элемент И связан с нулевым входом информационного триггера, и второй элемент И, причем возбуждающие пластины емкостного чувствительного элемента подключены к первому и второму выходам блока возбуждения [2].

Недостатком известного устройства является его низкая точность, которая вызвана зависимостью условия срабатывания датчика крутящего момента от возникающей в процессе эксплуатации нестабильности емкостей воздушных конденсаторов емкостного чувствительного элемента, их напряжений возбуждения и параметров фазочувствительной схемы.

Целью изобретения является повышение точности измерения датчика крутящего момента за счет уменьшения погрешностей от нестабильности возбуждающих напряжений, изменения емкости между электродами емкостного чувствительного элемента.

Поставленная цель достигается тем, что датчик крутящего момента, содержащий блок возбуждения чувствительного элемента, емкостный дифференциальный чувствительный элемент, подключенный через усилитель к входам информационного и подготовительного компараторов, прямой выход последнего через один элемент И связан с нулевым входом информационного триггера, и второй элемент И, причем возбуждающие пластины емкостного чувствительного элемента

подключены к первому и второму выходам блока возбуждения, снабжен вспомогательным чувствительным элементом, схемой синхронизации и корректирующим блоком, содержащим триггер управления коррекцией, три двухходовых элемента И и аналоговое запоминающее устройство, выход которого подключен к блоку возбуждения, а первый и второй входы аналогового запоминающего устройства соединены с соответствующими двухходовыми элементами И, первые входы которых связаны с первым стробирующим выходом схемы синхронизации, тактирующий вход которой подключен к выходу вспомогательного чувствительного элемента, а вторые входы двухходовых элементов И связаны соответственно с прямым и инверсным выходами триггера управления коррекцией, который через третий и второй двухходовые элементы И соединен с информационным компаратором, при этом третий и второй двухходовые элементы И связаны с вторым тактирующим выходом схемы синхронизации, третий выход которой соединен с блоком возбуждения емкостного чувствительного элемента, причем вспомогательный чувствительный элемент смещен относительно емкостного чувствительного элемента (ЧЭС) на угол

$$\varphi = \frac{\pi}{Z} + \frac{2\pi}{Z} \cdot i,$$

где Z - число зубьев индуктора;

$$i = 0, 1, 2, \dots$$

На фиг. 1 приведена функциональная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - временная диаграмма работы основных узлов.

Устройство содержит индуктор 1 с зубьями, дифференциальный емкостный чувствительный элемент 2, блок 3 возбуждения чувствительного элемента, усилитель 4, информационный компаратор 5 и подготавливающий компаратор 6, элементы И 7 и 8, информационный триггер 9, схему 10 синхронизации, корректирующий блок 11, включающий элементы И 12 - 14, аналоговое запоминающее устройство 15 и триггер 16 управления коррекцией. В устройство входит также вспомогательный чувствительный элемент 17.

В датчике крутящего момента имеется установленный на вращающемся валу индуктор 1 с расположенными на нем с равным шагом зубьями и взаимодейст-

вующие с зубьями чувствительные элементы 2 и 17, выходы которых соединены соответственно с входом усилителя 4 и тактирующим входом схемы 10 синхронизации. Выход усилителя 4 соединен с входами компараторов 5 и 6. Прямой и инверсный выходы компаратора 5 связаны с первыми входами элементов И 7 и 14 соответственно, а выход компаратора 6 связан с первым входом элемента И 8. Строблирующий выход схемы 10 синхронизации соединен с вторыми входами элементов И 7, 8 и 14. Выходы элементов И 7 и 14 соединены соответственно с единичным и нулевым установочными входами триггера 16, единичный выход которого связан с первым входом элемента И 12 и единичным установочным входом триггера 9, а нулевой выход триггера 16 соединен с первым входом элемента И 13. Вторые входы элементов И 12 и 13 соединены с управляющим выходом схемы 10 синхронизации, а выходы элементов И 12 и 13 соединены соответственно с вычитающим и суммирующим входами аналогового запоминающего устройства 15, выход которого соединен с первым входом блока 3 возбуждения. Второй вход блока 3 соединен с выходом возбуждения схемы 10 синхронизации. Первый и второй выходы блока 3 подключены соответственно к клеммам а и б чувствительного элемента 2. Выход элемента И 8 соединен с нулевым установочным входом триггера 9, единичный выход которого является выходом датчика крутящего момента.

Повышение точности предлагаемого устройства основано на включении дифференциального емкостного чувствительного элемента и фазочувствительной схемы, обрабатывающей его выходной сигнал, в контур самонастраивающейся системы. Система обеспечивает пошаговую отработку влияния возмущающих воздействий в интервалах между моментами выдачи полезной информации. Тактирование системы осуществляется сигналами вспомогательного чувствительного элемента 17.

Устройство работает следующим образом.

На первом и втором выходах блока возбуждения создаются два разнополярных прямоугольных напряжения $U_{\text{вых}1}$ и $U_{\text{вых}2}$, сдвинутых по фазе на полови-

ну периода. При этом сигнал на первом выходе блока 3 зависит от выходного сигнала $U_{\text{азы}}$ блока 15:

$$\left. \begin{aligned} U_{\text{вых}1} &= U_1 + U_{\text{азы}} \\ U_{\text{вых}2} &= -U_2 \end{aligned} \right\} \text{при } \sin \omega t > 0; (1)$$

$$\left. \begin{aligned} U_{\text{вых}1} &= -(U_1 + U_{\text{азы}}) \\ U_{\text{вых}2} &= U_2 \end{aligned} \right\} \text{при } \sin \omega t < 0,$$

где ω - круговая частота управляемого сигнала возбуждения $\sin \omega t$, подаваемого на второй вход блока 3 с выхода возбуждения схемы 10 синхронизации;

U_1, U_2 - некоторые постоянные напряжения.

На строблирующем выходе схемы 10 синхронизации создаются короткие положительные импульсы, следующие с периодом $T = \frac{2\pi}{\omega}$, но задержанные относительно начала положительной полуволны сигнала $\sin \omega t$ на интервал Δt .

Величина Δt выбирается из условия

$$\frac{T}{2} \Delta t > \tau, (2)$$

где τ - суммарное время переходного процесса в чувствительном элементе 2, усилителе 4 и компараторах 5 и 6, вызванное сменой полярности возбуждающих напряжений $U_{\text{вых}1}, U_{\text{вых}2}$.

При вращении вала зубья индуктора 1 пересекают рабочие области чувствительного элемента 2 и вспомогательного чувствительного элемента 17 (например, индукционного типа). Поскольку последний смещен относительно элемента 2 по углу (фиг. 1) на

$$\varphi = \frac{\pi}{Z} + \frac{2\pi}{Z} \cdot i, (3)$$

где $i = 0, 1, 2, \dots$;

Z - число зубьев индуктора, сигналы с выходов элемента 17 и усилителя 4 чередуются (фиг. 2 а и з).

Порог срабатывания компаратора 5 выбран нулевым, а для компаратора 6 смещен на величину E (фиг. 2 а).

При превышении мгновенным значением выходного сигнала усилителя 4 (для моментов подачи строблирующего импульса на первом выходе схемы 10) величины E выходной сигнал компаратора 6 достигает высокого уровня, вследствие чего через элемент И 8 на нулевой установочный вход триггера 9 поступает пачка импульсов (фиг. 2 б), переводя его в нулевое состояние (фиг. 2 е). Конец пачки соответствует превышению порога E над мгновенным значением сигнала усилителя 4 (в момент строба).

При прохождении зубом индуктора 1 зоны А рабочей области элемента 2 мгновенные значения сигнала на инверсном выходе компаратора 5 (для моментов подачи строба) имеют высокий уровень и через элемент И 14 на нулевой установочный вход триггера 16 поступают импульсы (с частотой возбуждения), подтверждая его нулевое состояние.

При прохождении зубом центра рабочей области элемента 2 (половина зуба находится в зоне А, половина - в зоне Б) происходит переворот фазы выходного сигнала элемента 2, изменение знака мгновенного значения сигнала усилителя 4, сигналы на основном выходе компаратора 5 достигают высокого уровня и через элемент И 7 переводят триггер 16 в единичное состояние, который переводит в единичное состояние информационный триггер 9. Положительный перепад на единичном выходе триггера 9 является информативным параметром выходного сигнала предлагаемого устройства. Положительный перепад возникает при равном "накрытии" зубом индуктора 1 зон А и Б емкостного чувствительного элемента.

При вращении вала вспомогательным чувствительным элементом 17 формируются сигналы, тактирующие работу схемы синхронизации 10. При появлении тактирующего сигнала схема 10 вырабатывает на управляющем выходе короткие положительные импульсы, поступающие на вторые входы элементов И 12 и 13, в результате чего происходит опрос состояния триггера 16 в момент, когда зубья индуктора 1 находятся вне рабочей области чувствительного элемента 2. При единичном состоянии триггера 16 импульс управления поступает через элемент И 12 на вычитающий вход блока 15, в противном случае - через элемент И 13 на суммирующий вход, что соответственно вызывает изменение выходного напряжения блока 15 $U_{дз\gamma}$ на шаг, равный

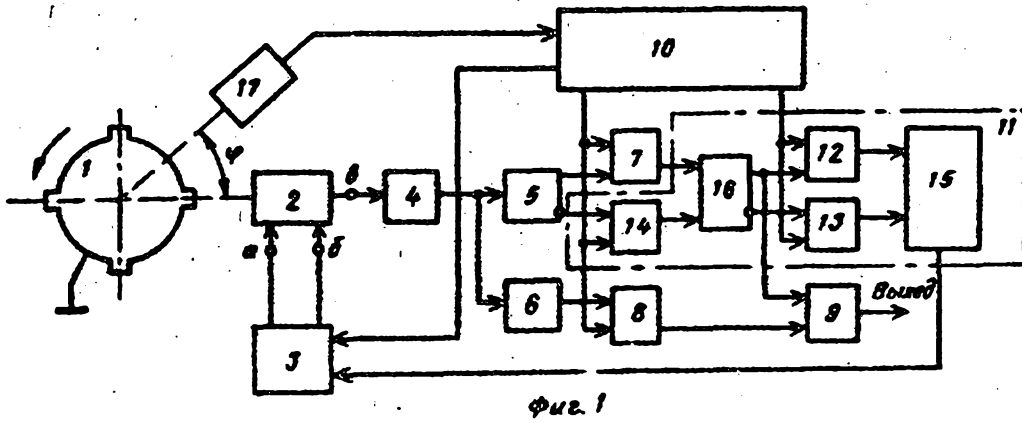
$-\Delta U$ или $+\Delta U$. После ряда шагов величина $U_{дз\gamma}$ изменяется до значения, практически удовлетворяющего условию

$$\frac{(U_1 + U_{дз\gamma}) \cdot C_1 - U_2 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{U_{пор}}{K}, \quad (4)$$

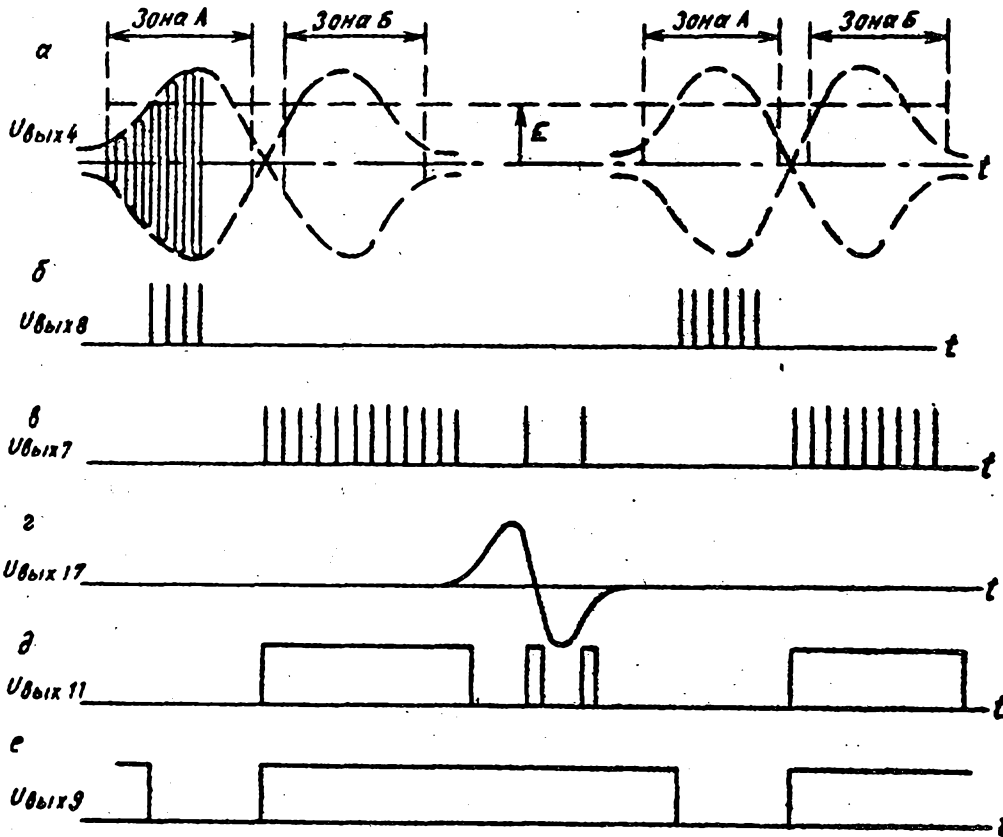
где $U_{пор}$ - напряжение опрокидывания триггера 16.

Величина шага ΔU выбирается из требования необходимой точности датчика крутящего момента. Предлагаемая схема представляет собой дискретную следящую систему с постоянным шагом регулирования ΔU , рабочим уравнением которой является уравнение (4). Это уравнение (4) и условие информационного срабатывания (вызванного появлением зуба в рабочей области элемента 2) отличаются значениями емкостей конденсаторов - C_1' и C_2' вместо C_1 и C_2 . Для уравнения (4), в частности, $N_1 = N_2 = 1$, так как зуб в момент подачи тактирующего импульса находится вне рабочей области чувствительного элемента 2 (N_1 и N_2 - коэффициенты, учитывающие уменьшение емкостей воздушных конденсаторов чувствительного элемента 2 при прохождении над ними зуба индуктора).

Таким образом, введение в предлагаемый датчик крутящего момента вспомогательного чувствительного элемента, корректирующего блока, соответствующих логических схем и связей между ними обеспечивает уменьшение погрешностей от нестабильности возбуждающих напряжений, изменения емкости между электродами ЧЭС, а также параметров фазочувствительной схемы, обрабатывающей выходной сигнал ЧЭС, в результате чего повышается точность датчика крутящего момента. В результате повышается достоверность информации о величине крутящего момента, передаваемого силовым валом, что позволяет более эффективно решать задачи технической диагностики силовых установок, оптимизации их режимов.



Фиг. 1



Фиг. 2

ВНИИПИ Заказ 6758/28 Тираж 822 Подписное

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