

Изобретение относится к измерительной технике и может найти применение в процессе испытаний электромеханических преобразователей энергии.

Известен датчик угловой скорости, содержащий модулятор в виде цилиндра, внутри которого установлен неподвижный стакан с прямоугольным отверстием в боковой поверхности. Ширина этого отверстия равна ширине отверстий модулятора. Над модулятором, напротив отверстия в стакане расположен линейный фотоприемник. Внутри стакана установлено зеркало, оптически связывающее источник света с фотоприемником. При вращении модулятора происходит изменение равномерного светового потока, попадающего на фотоприемник. На выходе фотоприемника формируются треугольные импульсы напряжения, крутизна переднего и заднего фронтов которых прямо пропорциональна угловой скорости вращения. Путем дифференцирования выходного сигнала можно получить напряжение, уровень которого прямо пропорционален угловой скорости вращения [Авт.св. № 669291, кл. G 01 P 3/46, 1979, БИ № 23].

Этому устройству присущи следующие недостатки. Площадь отверстия, через которое световой поток попадает на фотоприемник, нелинейно зависит от угла поворота модулятора. Это приводит к тому, что производная выходного сигнала нелинейно зависит от угловой скорости, что обуславливает возникновение систематической погрешности измерения. Частота выходных импульсов треугольного напряжения фотоприемника равна произведению числа отверстий модулятора на частоту вращения модулятора. Фотоприемник, входящий в состав датчика, имеет определенную граничную частоту и при определенной частоте оражения погрешность первичного преобразования угловой скорости вращения в крутизну фронтов треугольных импульсов напряжения существенно увеличится. Поэтому чем больше отверстий имеет модулятор, тем ниже верхний предел измерения. Возле максимумов и минимумов треугольного напряжения, из-за ограниченного быстродействия фотоприемников происходит сглаживание вершин, что приводит к увеличению погрешности первичного преобразования. Кроме того, около минимумов треугольного напряжения будет существенно проявляться погрешность первичного преобразования, обусловленная технологической неточностью выполнения элементов модулятора. Чем больше отверстий имеет модулятор, тем больше частота следования треугольных импульсов напряжения и тем больше погрешность первичного преобразования, обусловленная ограниченным быстродействием фотоприемников и технологической неточностью выполнения элементов модулятора.

Известен датчик угловой скорости, содержащий источник света, модулятор светового потока в виде диска, в котором выполнены прозрачные и непрозрачные элементы равной угловой ширины, два линейных фотоприемника, сдвинутых между собой на угол, который в полтора раза больше угловой ширины прозрачных элементов модулятора относительно центра модулятора, диафрагму, установленную перед линейными фотоприемниками, логическую схему, включающую в себя четыре компаратора напряжения, логический элемент ИЛИ, четыре логических элемента ИЛИ-НЕ, два логических элемента И-НЕ, логический элемент НЕ, счетный триггер, аналоговый коммутатор, два источника опорного напряжения, формирователь сигнала "Сброс", схему запуска объекта. Диафрагма, установленная перед фотоприемниками имеет форму кругового сектора. При вращении модулятора

на выходе линейных фотоприемников появляется треугольное напряжение, крутизна переднего и заднего фронта которого прямо пропорциональна угловой скорости вращения. К выходу датчика, посредством логической схемы, подключается выходной сигнал того линейного фотоприемника, выходной сигнал которого не находится около своего максимума или минимума. Дифференцируя выходной сигнал датчика получают напряжение прямо пропорциональное угловой скорости вращения [Позитивне рішення про видачу патенту на винахід без проведення експертизи по суті, кл. G 01 P 3/44, вих. №5647,03.02.97].

Этот датчик угловой скорости имеет следующие недостатки. Частота выходных треугольных импульсов каждого линейного фотоприемника равна произведению Частоты вращения модулятора на число его прозрачных элементов. Так как фотоприемники имеют определенную граничную частоту, то при определенной частоте вращения погрешность первичного преобразования угловой скорости вращения в крутизну фронтов треугольных импульсов напряжения существенно увеличится. Чем больше число прозрачных элементов модулятора, тем выше частота следования выходных треугольных импульсов фотоприемников и тем ниже верхний предел измерения.

Наиболее близким по технической сущности является датчик угловой скорости, содержащий вал, модулятор светового потока в виде диска, связанный с валом, источник света расположенный перед модулятором, линейный фотоприемник, расположенный напротив источника света по другую сторону модулятора, диафрагму, установленную перед линейным фотоприемником, имеющую форму трапеции. При вращении модулятора происходит изменение светового потока, падающего через элементы модулятора и диафрагму на фоточувствительный слой линейного фотоприемника. На выходе линейного фотоприемника формируются треугольные импульсы напряжения, крутизна фронтов которых прямо пропорциональна угловой скорости вращения [Авт.св, № 62226, кл. G 01 P 15/00, 1940].

Этому устройству датчику угловой скорости присущи следующие недостатки. Частота выходных импульсов фотоприемника датчика равна произведению числа прозрачных элементов модулятора на частоту вращения модулятора, В связи с тем, что полоса пропускания фотоприемника ограничена, то при определенной частоте вращения погрешность первичного преобразования угловой скорости вращения в крутизну фронтов треугольных импульсов напряжения существенно увеличится вследствие завала амплитудно-частотной характеристики фотоприемника. Чем больше число прозрачных элементов модулятора, тем выше частота следования выходных треугольных импульсов фотоприемников и тем ниже верхний предел измерения. Кроме того, около максимумов и минимумов треугольных импульсов напряжения возникает сглаживание их вершин вследствие ограниченного быстродействия линейного фото-приемника, а также около минимумов треугольных импульсов напряжения существенно проявляются искажения формы сигнала, обусловленные неточностью выполнения элементов модулятора и диафрагмы, причем чем больше частота следования импульсов, тем выше погрешность первичного преобразования, обусловленная этими факторами, При трапециевидной форме отверстия диафрагмы площадь отверстия, через которое свет

попадает на фоточувствительный слой фотоприемника нелинейно зависит от угла поворота модулятора относительно диафрагмы. Так как выходное напряжение фотоприемника прямо пропорционально световому потоку, падающему на его фоточувствительный слой, который в свою очередь прямо пропорционален площади отверстия, через которое свет попадает на его фоточувствительный слой, то крутизна фронтов треугольных импульсов напряжения нелинейно зависит от угловой скорости, что является причиной погрешности первичного преобразования угловой скорости в крутизну фронтов выходного сигнала фотоприемника.

В основу изобретения поставлена задача создания аналогового датчика угловой скорости, в котором диафрагма имеет прорезь, форма которой ограничена двумя лучами которые начинаются в центре модулятора светового потока, модулятор светового потока имеет прорезь, конфигурация которой ограничена двумя кривыми, которые описываются уравнениями в полярных координатах, ось которых проходит через Центр Модулятора светового потока, начало координат которых совпадает с центром модулятора светового потока, обеспечивается формирование одного импульса пилообразного напряжения за один оборот вала, скорость измерения переднего фронта которого прямо пропорциональна угловой скорости вращения. Формирование только одного импульса за один оборот вала обеспечивает увеличение верхнего предела измерения вследствие низкой частоты выходных импульсов линейного фотоприемника, которая равна частоте вращения вала. Кроме того, вследствие низкой частоты следования выходных пилообразных импульсов линейного фотоприемника уменьшается погрешность первичного преобразования угловой скорости в крутизну фронта обусловленная сглаживанием вершин импульсов вследствие конечного быстродействия линейного фотоприемника и технологической неточностью выполнения модулятора и диафрагмы.

Поставленная задача решается тем, что в аналоговом датчике угловой скорости, содержащем вал, модулятор светового потока в виде диска, связанный с валом, источник света расположенный перед модулятором, линейный фотоприемник, расположенный напротив источника света по другую сторону модулятора, диафрагму установленную перед линейным фотоприемником, в котором согласно изобретению диафрагма имеет прорезь, форма которой ограничена двумя лучами, которые начинаются в центре модулятора светового потока, модулятор светового потока имеет прорезь, конфигурация которой ограничена двумя кривыми, которые описываются уравнениями в полярных координатах, ось которых проходит через центр модулятора светового потока, начало координат которых совпадает с центром модулятора светового потока, а уравнения имеют вид

$$\rho_1(\varphi) = R_0, \quad \rho_2(\varphi) = \sqrt{R_0^2 + a\varphi},$$

где φ - текущий угол поворота модулятора;

$\rho_1(\varphi), \rho_2(\varphi)$ - кривые, ограничивающие конфигурацию прорези,

R_0, a - постоянные величины, выходом датчика является выход линейного фото-приемника.

На фиг. 1 представлен схематический чертеж аналогового датчика угловой скорости; на фиг. 2 - разрез А-А, показанный на фиг. 1. на фиг. 3 - временные диаграммы выходного напряжения аналогового датчика угловой скорости.

Аналоговый датчик угловой скорости содержит вал 1 (фиг. 1,2), связанный с модулятором 2, который имеет вид диска с прорезью специальной формы 3 (фиг. 2). Перед модулятором 2, напротив прорези 3, расположен источник света 4 (фиг. 1). С противоположной стороны модулятора 2, напротив источника света 4 (фиг. 1), расположен линейный фотоприемник 5, перед которым находится диафрагма 6. Выход 7 линейного фотоприемника 5 является выходом аналогового датчика угловой скорости.

Работает аналоговый датчик угловой скорости таким образом.

При вращении вала 1 (фиг. 1) вращается модулятор 2. Фоточувствительный слой линейного фотоприемника 5 имеет форму круга (фиг. 2, показан пунктирной линией). Диафрагма 6, установленная перед фоточувствительным слоем линейного фотоприемника 5 имеет прорезь, форма которой ограничена лучами А и В, которые начинаются в точке 0 - центре модулятора, угол между лучами А и В равен α (фиг. 2). Выходное напряжение линейного фотоприемника 5 прямо пропорционально световому потоку, падающему на его фоточувствительный слой, который прямо пропорционален площади отверстия, через которое свет попадает на его фоточувствительный слой. На фиг. 2 это отверстие заштриховано. Модулятор 2 имеет прорезь специальной формы 3, форма которой ограничена кривыми, уравнения которых в полярных координатах, центр которых совпадает с центром модулятора 2.

$$\rho_1(\varphi) = R_0, \quad (1)$$

$$\rho_2(\varphi) = \sqrt{R_0^2 + \frac{h(2R_0 + h)}{2\pi} \varphi}, \quad (2)$$

где φ - угловая координата относительно оси ρ (фиг. 2);

h - максимальная ширина прорези 3 (фиг. 2);

R_0 - константа, которая является радиусом окружности, которой является функция

π - число пи.

Зависимость площадь заштрихованного на фиг. 2 отверстия, через которое свет попадает на фоточувствительный слой линейного фотоприемника 5, от угла поворота модулятора 2 относительно диафрагмы 6 определяется выражением:

$$\begin{aligned}
S &= \frac{1}{2} \int_{\psi}^{\psi+\alpha} (\rho_2^2(\varphi) - \rho_1^2(\varphi)) d\varphi = \\
&= \frac{1}{2} \int_{\psi}^{\psi+\alpha} \frac{h(2R_0+h)}{2\pi} \varphi d\varphi = \\
&= \frac{h(2R_0+h)}{4\pi} \varphi^2 \Big|_{\psi}^{\psi+\alpha} = \\
&= \frac{\alpha h(2R_0+h)}{2\pi} \psi + \frac{\alpha^2 h(2R_0+h)}{4\pi}, \quad (3)
\end{aligned}$$

где ψ - текущий угол поворота модулятора 2 относительно диафрагмы 6 (фиг. 2).

Таким образом, при вышеуказанной форме кривых, ограничивающих прорезь модулятора 2, площадь заштрихованного на фиг. 2 отверстия, через которое свет попадает на фоточувствительный слой линейного фотоприемника 5, линейно зависит от угла поворота модулятора 2 относительно диафрагмы 6. Значит и выходное напряжение линейного фотоприемника 5 линейно зависит от угла поворота модулятора 2, а так как

$$\omega(t) = \frac{d\psi(t)}{dt}, \quad (4)$$

где φ - угол поворота модулятора 2 относительно диафрагмы 6;

ω - угловая скорость вращения модулятора 2;

t - время.

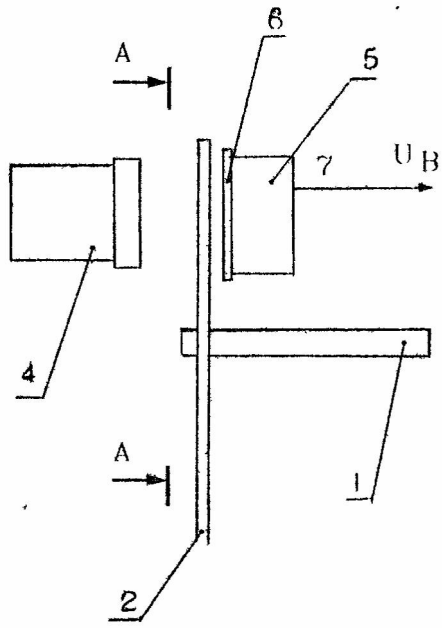
То зависимость угловой скорости вращения модулятора 2 от выходного напряжения аналогового датчика угловой скорости определяется выражением

$$\omega(t) = k \frac{dU_B}{dt}, \quad (5)$$

где k - коэффициент пропорциональности;

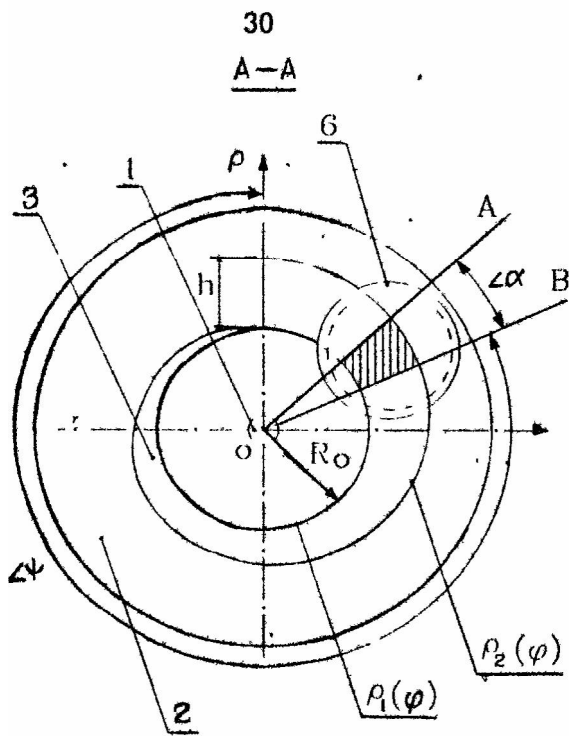
U_B - выходное напряжение аналогового датчика угловой скорости.

Вышеуказанные соотношения справедливы только в диапазоне углов поворота модулятора 2 относительно диафрагмы 6 в пределах от 0 до $2\pi - \alpha$. Информативный участок выходного сигнала аналогового датчика угловой скорости показан на фиг. 3 жирной линией. Участок сигнала между моментами времени t_1 и t_2 не является информативным и соответствует угловому положению луча В (фиг. 2) между 2π и $2\pi - \alpha$ - а относительно оси ρ . Так как угол α значительно меньше 2π , то погрешность первичного преобразования, обусловленная нелинейностью заднего фронта мала.

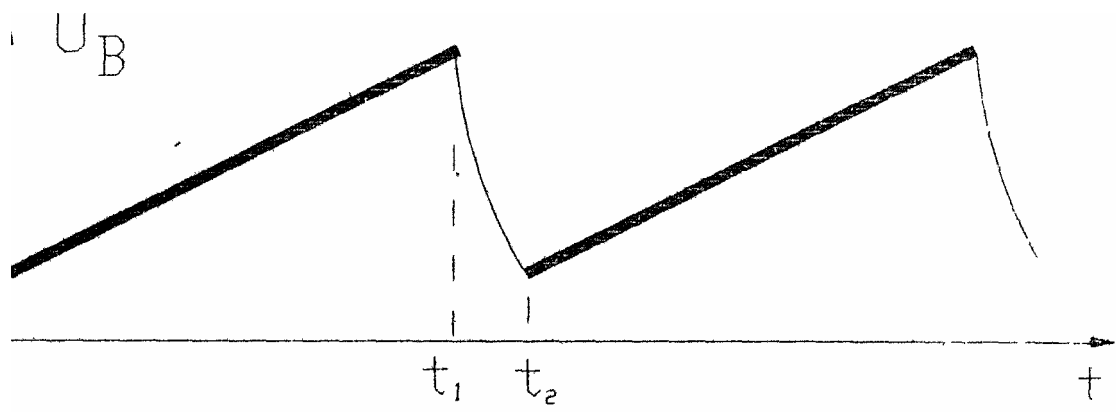


Фиг. 1

25



Фиг. 2



ФИГ. 3