

Союз Советских  
Социалистических  
Республик



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

О П И С А Н И Е  
ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 771773

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 15.01.79 (21) 2712629/18-25

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 15.10.80. Бюллетень № 38

Дата опубликования описания 15.10.80

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

H 01 L 41/08  
H 02 N 11/00

(53) УДК 537.228.  
.1(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

А.-В.А. Буда, С. К. Будене, К. М. Рагульскис  
и Р.-В. К. Улозас

(71) Заявитель

Каунасский политехнический институт им. Антанаса Снечкуса

(54) ВИБРОДВИГАТЕЛЬ

Изобретение относится к области приборостроения, в частности, может быть использовано в маломощных исполнительных механизмах и устройствах позиционирования.

Известен вибродвигатель, содержащий генератор, ротор, пьезоэлемент, который выполнен из пластин, образующих треугольник, взаимодействующих вершинами с ротором, а электроды каждой из пластин подсоединены к трехфазному генератору [1].

Недостаток данного вибродвигателя состоит в том, что его мощность относительно мала из-за ограниченной величины перемещения концов пьезоэлементов.

Известен вибродвигатель, содержащий цилиндрический ротор, пьезоэлектрический привод, состоящий из двух вибраторов, установленных под углом друг к другу и скрепленных в вершине угла башмаком, взаимодействующим с ротором, и схему питания, включающую генератор и фазовращатель [2].

В известном вибродвигателе каждый из вибраторов выполнен в виде пьезокерамического элемента продольных колебаний, при этом один

из элементов подключен к генератору непосредственно, а другой через фазовращатель.

Недостаток этого вибродвигателя состоит в том, что его мощность ограничена, так как амплитуда сигнала питания пьезоэлементов ограничена механической жесткостью пьезоэлементов.

Целью изобретения является повышение мощности вибродвигателя.

Поставленная цель достигается тем, что в вибродвигателе, содержащем цилиндрический ротор, пьезоэлектрический привод, состоящий из двух вибраторов, установленных под углом друг к другу и скрепленных в вершине угла башмаком, взаимодействующим с ротором, и схему питания, включающую генератор и фазовращатель, каждый из вибраторов выполнен в виде двух пьезокерамических шайб, поляризованных по толщине в противоположных направлениях, на одном из торцов которых установлен экспоненциальный концентратор продольных колебаний, башмак установлен на узких концах концентраторов, при этом поверхность башмака, взаимодействующая с ротором, выполнена криволинейной с радиусом кривизны, большим

радиуса ротора, а к генератору и фазовращателю подключены общие обкладки пьезокерамических шайб.

С целью обеспечения реверса и регулирования скорости вращения схема питания содержит дополнительно датчик угловой скорости, подключенный через усилитель, частотный дискриминатор и блок управления к управляющему входу фазовращателя.

На чертеже представлена схема вибродвигателя.

С ротором 1 сопряжен датчик 2 скорости, который через усилитель 3, частотный дискриминатор 4 и блок управления 5 подключен к управляющему входу фазовращателя 6. Выход генератора 7 переменного напряжения подключен к средней обкладке пьезоэлемента 8 и через фазовращатель — к средней обкладке пьезоэлемента 9. Пьезоэлементы выполнены в виде двух пьезокерамических шайб, поляризованных по толщине. На одном торце каждой шайбы установлен экспоненциальный концентратор 10, 11 продольных колебаний соответственно. На суженных концах концентраторов установлен башмак 12, поверхность которого, взаимодействующая с ротором, выполнена изогнутой, с радиусом кривизны, большим радиуса ротора 1. Вторые торцы пьезоэлементов установлены жестко на основании 13 посредством винтов 14, 15.

Вибродвигатель работает следующим образом.

При включении питания сигнал с генератора 7 переменного напряжения подается к средней обкладке пьезоэлемента 8 и через управляемый фазовращатель 6 — к средней обкладке пьезоэлемента 9. Так как пьезоэлементы 8, 9 выполнены в виде пьезокерамических шайб, поляризованных по толщине, с противоположно направленными векторами поляризации, они совершают колебания в противоположные стороны.

Способность трансформировать электрическую энергию в механическую пьезокерамических шайб, поляризованных по толщине, в направлении вектора поляризации определяется по квадрату коэффициента электромеханической связи, т. е.  $K_{33}^2$ . Причем в направлении радиуса шайб этот коэффициент будет  $K_{31}^2$ . Для пьезокерамики, например, марки PZT-4 (США),  $K_{33}=0,70$ , а коэффициент электромеханической связи продольных колебаний, что имеет место в прототипе,  $K_{31}=0,334$ . Получаем, что  $K_{33}^2 \approx 4,5 K_{31}^2$ . Это означает, что при использовании колебаний по толщине в 4,5 раза повышается эффективность трансформации электрической энергии в механическую.

Так как пьезоэлементы 8,9 посредством винтов 14, 15 соединены жестко между основанием 13 и экспоненциальными концентраторами

10, 11, в последних возбуждаются механические колебания. Причем  $K_y$  коэффициент усиления механических колебаний определяется по формуле

$$K_y = \sqrt{\frac{S_o}{S_e}},$$

где  $S_o, S_e$  — площади поперечного сечения входного и выходного торца концентратора.

Так как суженные концы концентраторов 10, 11 жестко соединены между собой посредством башмака 12, последний будет совершать колебания в пространстве по траектории, определяемой величиной и знаком фазового рассогласования между сигналами с выходов генератора 7 и фазовращателя 6. Башмак 12, взаимодействуя с ротором 1, сообщает ему момент вращения. Так как поверхность башмака, взаимодействующая с ротором 1, изогнута с радиусом, кривизны, большим радиуса ротора 1, площадь контакта между ними при поперечном перемещении башмака будет постоянной, причем при длительной работе вибродвигателя при износе башмака площадь контакта практически не будет меняться, что повышает надежность и долговечность работы двигателя.

При вращении ротора 1 сигнал с датчика 2 скорости через усилитель 3 подается к частотному дискриминатору 4. Сигнал, амплитуда которого пропорциональна величине колебаний угловой скорости ротора 1, с выхода дискриминатора 4 через блок управления 5 подается к управляющему входу фазовращателя, который, изменяя фазу сигналов, поступающих к обкладкам пьезоэлементов 8, 9, компенсирует колебания угловой скорости. Этим повышается точность угловой скорости вращения.

При помощи блока управления 5 путем измерения фазы сигналов питания пьезоэлементов 8, 9 обеспечиваются также разные режимы работы вибродвигателя, в том числе реверсирование и плавное изменение скорости вращения.

Экспериментальные исследования макета вибродвигателя показали, что в 3-4 раза повышается мощность вибродвигателя, причем колебания угловой скорости уменьшены в 3 раза по сравнению с прототипом.

#### Ф о р м у л а   и з о б р е т е н и я

1. Вибродвигатель, содержащий цилиндрический ротор, пьезоэлектрический привод, состоящий из двух вибраторов, установленных под углом друг к другу и скрепленных в вершине угла башмаком, взаимодействующим с ротором, и схему питания, включающую генератор и фазовращатель, отличающийся тем, что с целью повышения мощности вибродвигателя

теля, каждый из вибраторов выполнен в виде двух пьезокерамических шайб, полярированных по толщине в противоположных направлениях, на одном из торцов которых установлен экспоненциальный концентратор продольных колебаний, башмак установлен на узких концах концентраторов, при этом поверхность башмака, взаимодействующая с ротором, выполнена криволинейной с радиусом кривизны, большим радиусом ротора, а к генератору и фазовращателю подключены общие обкладки пьезокерамических шайб.

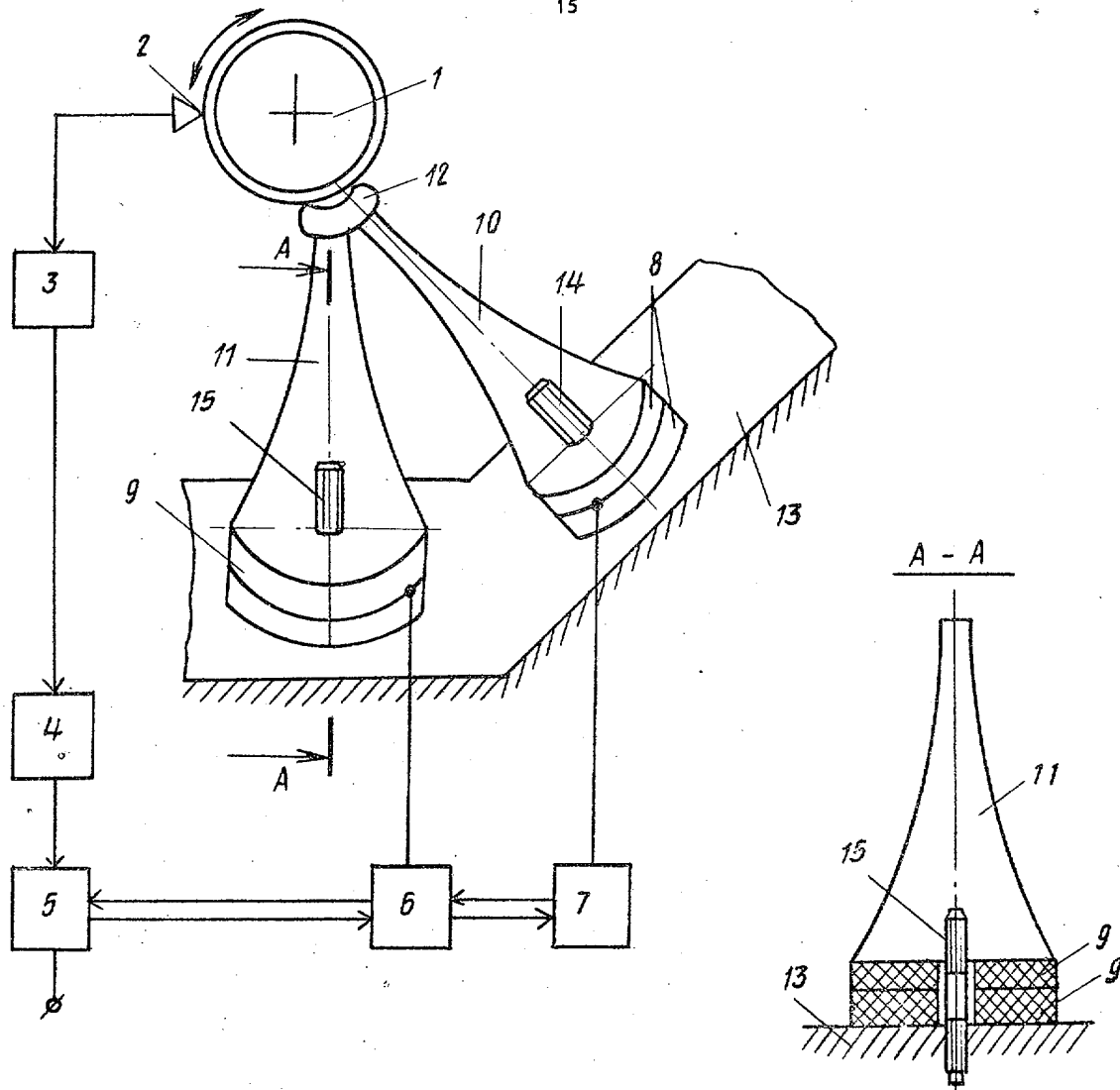
2. Вибродвигатель по п. 1, отличающийся тем, что, с целью обеспечения ре-

верса и регулирования скорости вращения, схема питания содержит дополнительно датчик угловой скорости, подключенный через усилитель, частотный дискриминатор и блок управления к управляющему входу фазовращателя.

Источники информации,  
принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 480875, кл. F 16 H 17/00, 1975.

2. Авторское свидетельство СССР № 632014, кл. H 01 L 41/10, 1978 (прототип).



Редактор Е. Абрамова

Составитель Б.Баев  
Техред Т. Маточка

Корректор Н. Бабинец

Заказ 6709/66

Тираж 844

Подписное

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

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