

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 6986

(13) С1

(46) 2005.06.30

(51)<sup>7</sup> Н 02К 41/03

(54)

## МЕХАНИЗМ ШАГОВОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

(21) Номер заявки: а 20000413

(22) 2000.04.28

(43) 2001.12.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(72) Авторы: Карпович Святослав Евгеньевич; Межинский Юрий Сергеевич; Стреха Александр Викторович; Дайняк Игорь Викторович; Степанов Дмитрий Александрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(56) SU 746830, 1980.

ВУ 2376 С1, 1998.

SU 1501224 А1, 1989.

SU 1577004 А1, 1990.

JP 61269661 А, 1986.

JP 59076165 А, 1984.

JP 59086469 А, 1984.

(57)

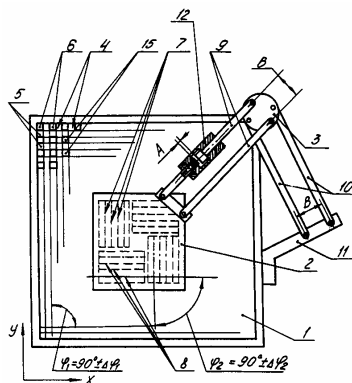
Механизм шагового перемещения, содержащий индуктор в виде ферромагнитного зубчатого основания, подвижный якорь в виде каретки с электромагнитами, установленными на индукторе с возможностью установки параллельных рядов зубцов электромагнитов параллельно соответствующим рядам зубцов индуктора, отличающийся тем, что содержит устройство ограничения разворота якоря, выполненное в виде двух параллелограммов, шарнирно связанных между собой, при этом один параллелограмм шарнирно закреплен на индукторе, а второй – на якоре, причем по крайней мере одно из звеньев параллелограмма выполнено по меньшей мере из двух частей, установленных с возможностью взаимного перемещения в осевом направлении на величину

$$A = \frac{B \cdot \tau_z}{L},$$

где В - максимальное расстояние между звеньями параллелограммов;

$\tau_z$  - период зубцовой нарезки индуктора;

L - длина зубцов электромагнита якоря.



Фиг. 1

ВУ 6986 С1 2005.06.30

Изобретение относится к устройствам позиционирования в приборном машиностроении, может быть использовано в других устройствах шагового перемещения.

В основе изобретения лежит механизм шагового перемещения [1], который содержит ферромагнитное зубчатое основание (индуктор линейного шагового двигателя), на котором установлена каретка с расположенными на ней П-образными магнитопроводами и постоянными магнитами (якорь линейного шагового двигателя). При этом постоянные магниты выполнены в виде стержней прямоугольной формы, установленных между двумя П-образными магнитопроводами, на которых расположены обмотки управления.

Как известно, необходимым условием для перемещения якоря относительно неподвижного основания под действием электромагнитных сил является его начальная ориентация относительно зубцовой структуры неподвижного основания, при которой зубцы электромагнитов якоря должны быть расположены параллельно зубцам неподвижного основания. Отклонение ориентации допускается в пределах угла самоустановки якоря относительно зубцовой структуры неподвижного основания. Угол самоустановки якоря зависит от периода зубцовой нарезки индуктора и от длины зубцов электромагнитов якоря. В случае, если разворот якоря превышает угол его самоустановки, якорь теряет свою ориентацию вдоль осей перемещения и не перемещается под действием электромагнитных сил. Механизм не работает.

В процессе перемещения по координатам ОХ или ОУ участвуют разные группы электромагнитов якоря, при этом при изменении направления перемещения якоря с одной координаты на другую зубцы соответствующих электромагнитов якоря устанавливаются параллельно зубцовой нарезке индуктора.

Недостатком таких устройств является низкая надежность и быстродействие устройства, что обусловлено сбоями в ориентации якоря, когда разворачивающий момент превышает момент удержания якоря, возникающий за счет магнитных сил взаимодействия электромагнитов якоря с зубцовой структурой индуктора.

При этом следует отметить, что величина разворачивающего момента зависит от ряда факторов:

- от конструктивного расположения на якоре нагрузки;
- от воздействия шлангов подвода сжатого воздуха и токопроводящих кабелей;
- от затирания якоря по неподвижному основанию при засорении жиклеров якоря.

Разворачивающий момент тем выше, чем выше скорость и ускорение перемещения якоря, что значительно ограничивает быстродействие устройства. Снижает быстродействие и тот фактор, что устранить сбой в работе механизма, т.е. потерю ориентации якоря относительно неподвижного основания, можно только вручную.

Задачей настоящего изобретения является повышение надежности и быстродействия механизма шагового перемещения.

Поставленная задача решается тем, что в механизм шагового перемещения, содержащий индуктор линейного шагового двигателя в виде ферромагнитного основания с зубцовой структурой, на котором установлен подвижный якорь линейного шагового двигателя в виде каретки с электромагнитами, установленными на индукторе с возможностью установки и обеспечения в процессе эксплуатации параллельных рядов зубцов электромагнитов параллельно соответствующим рядам зубцов индуктора.

Для обеспечения параллельности и сохранения ее в процессе эксплуатации механизма шагового перемещения введено устройство ограничения разворота якоря, выполненное в виде двух параллелограммов, шарнирно связанных между собой, при этом один параллелограмм шарнирно закреплен на индукторе, а второй - на якоре, причем по крайней мере одно из звеньев параллелограммов выполнено по меньшей мере из двух частей, установленных с возможностью взаимного их перемещения в осевом направлении на величину

$$A = \frac{B \cdot \tau_z}{L},$$

# ВУ 6986 С1 2005.06.30

где  $B$  - максимальное расстояние между звеньями параллелограммов;  $\tau_z$  - период зубцовой нарезки индуктора;  $L$  - длина зубцов электромагнита якоря.

Таким образом, задача решается благодаря сохранению ориентации якоря вдоль осей перемещения при воздействии на якорь разворачивающего момента и при обесточивании якоря.

Сущность изобретения заключается в применении в механизме шагового перемещения, содержащем индуктор линейного шагового двигателя в виде ферромагнитного основания с зубцовой структурой, на которой установлен подвижный якорь в виде каретки с электромагнитами, установленными на индукторе с возможностью установки параллельных рядов зубцов электромагнитов параллельно соответствующим рядам зубцов индуктора, устройство ограничения разворота якоря на основе двух шарнирных параллелограммов. При этом один параллелограмм шарнирно закреплен на индукторе, а второй шарнирно закреплен на якоре. Одно из звеньев параллелограммов выполнено по меньшей мере из двух частей, установленных с возможностью взаимного их перемещения в осевом направлении на расчетную величину.

Например, широко известны в технике устройства, выполненные с использованием шарнирных параллелограммов (пантографов) [1], [2].

Известны также звенья, выполненные из двух и более частей, установленных с возможностью взаимного перемещения в осевом направлении [2].

На фиг. 1 показан общий вид предлагаемого механизма, на фиг. 2 - чертеж, поясняющий расчет величины  $A$  (см. фиг. 1).

Механизм шагового перемещения содержит индуктор 1, выполненный в виде основания из ферромагнитного материала, на котором расположен подвижный якорь 2 и устройство 3 ограничения поворота якоря. На поверхности индуктора выполнены канавки 4, расположенные по оси  $Y$ , и канавки 5, расположенные по оси  $X$ . При этом угол между канавками равен

$$\varphi_1 = 90^\circ \pm \Delta\varphi_1,$$

где  $\Delta\varphi_1$  - угловой допуск на изготовление канавок.

Канавки заполнены немагнитным материалом. Канавки образуют решетку, внутри которой расположены зубья 6 и 15 из ферромагнитного материала.

Якорь 2 включает электромагниты 7, параллельные ряды зубьев которых расположены по оси  $Y$ , и электромагниты 8, параллельные ряды зубьев которых расположены по оси  $X$ .

Ряды зубьев электромагнитов 7 и 8 образуют между собой угол

$$\varphi_2 = 90^\circ \pm \Delta\varphi_2,$$

где  $\Delta\varphi_2$  - угловой допуск на взаимное расположение зубцов электромагнитов.

Устройство 3 ограничения поворота якоря выполнено в виде параллелограммов 9 и 10, шарнирно связанных между собой. При этом параллелограмм 9 шарнирно закреплен на подвижном якоре 2, а параллелограмм 10 - на индукторе 1. На фиг. 1 показан вариант выполнения этого соединения через кронштейн 11, жестко прикрепленный к индуктору 1.

Одно звено параллелограмма 9 выполнено из двух частей, установленных с возможностью их взаимного перемещения посредством муфты 12 в осевом направлении на величину

$$A = \frac{B \cdot \tau_z}{L},$$

где  $B$  - максимальное расстояние между звеньями параллелограммов;  $\tau_z$  - период зубцовой нарезки индуктора;  $L$  - длина зубцов электромагнита якоря.

Эта величина определяется из выражения:

$$A = 2 \cdot B \cdot \sin\alpha, \quad (1)$$

где  $\alpha$  - предельный угол разворота якоря, который должен быть больше максимальной по абсолютной величине разницы между углами  $\varphi_1$  - расположения канавок на индукторе и  $\varphi_2$  - расположения рядов зубьев электромагнитов 7,8 якоря 2.

# ВУ 6986 С1 2005.06.30

$$\alpha = \arcsin \frac{\tau_z}{L} = \arcsin \frac{\tau_z}{2L}, \quad (2)$$

где  $\frac{\tau_z}{2}$  - максимальное смещение зубцов электромагнитов 7 и 8 якоря 2, равное половине периода зубцовой нарезки индуктора 1.

Подставив (2) в (1), получим

$$A = 2B \sin(\arcsin \frac{\tau_z}{2L}) = 2B \frac{\tau_z}{2L} = \frac{B \cdot \tau_z}{L}.$$

Можно выполнить любое из звеньев параллелограмма 9 или 10, состоящих из двух и более частей, установленных с возможностью их взаимного перемещения в осевом направлении, но в любом случае должно соблюдаться условие

$$A = \frac{B \cdot \tau_z}{L},$$

где  $A$  - сумма всех зазоров между частями звеньев.

Механизм работает следующим образом.

Для создания воздушной подушки в якорь 2 (см. фиг. 1) подается сжатый воздух. Сила притяжения, создаваемая магнитной связью между якорем 2 и индуктором 1, и сила отталкивания, создаваемая давлением воздуха, создают стабильный зазор между якорем 2 и индуктором 1. При перемещении якоря 2 по координате  $X$  "работают" электромагниты 7, при этом зубцы электромагнитов 7 самоустанавливаются параллельно зубцам индуктора 1, расположенным вдоль координаты  $X$ . При перемещении якоря 2 по координате  $Y$  "работают" электромагниты 8, зубцы которых самоустанавливаются параллельно зубцам индуктора 1, расположенным вдоль координаты  $Y$ . Возможность самоустановки зубцов электромагнитов 7, 8 параллельно соответствующим рядам зубцов индуктора 1 обеспечивается зазором  $A$  между частями звена параллелограмма 9. Устройство ограничения разворота 3 перемещается вместе с якорем 2 и ограничивает его разворот в пределах угла (см. фиг. 2) самоустановки якоря  $\pm\alpha$  благодаря зазору  $A$ .

Таким образом, устройство ограничения разворота каретки выполнено в виде двух параллелограммов, шарнирно связанных между собой, при этом один параллелограмм шарнирно закреплен на индукторе, а второй - на якоре, причем по крайней мере одно из звеньев параллелограммов выполнено по меньшей мере из двух частей, установленных с возможностью взаимного их перемещения в осевом направлении на величину расчетного зазора  $A$ .

Заявленный механизм позволяет:

повысить быстродействие за счет повышения устойчивости механизма к действию разворачивающего момента относительно оси, перпендикулярной плоскости перемещения;

сохранить метрологические точностные характеристики в процессе перемещения за счет отсутствия отклонения объекта по углу;

повысить ускорение в 1,2...1,5 раза;

расширить область применения, т.к. объект обработки (например, кремневая пластина) может располагаться не только в центре тяжести механизма.

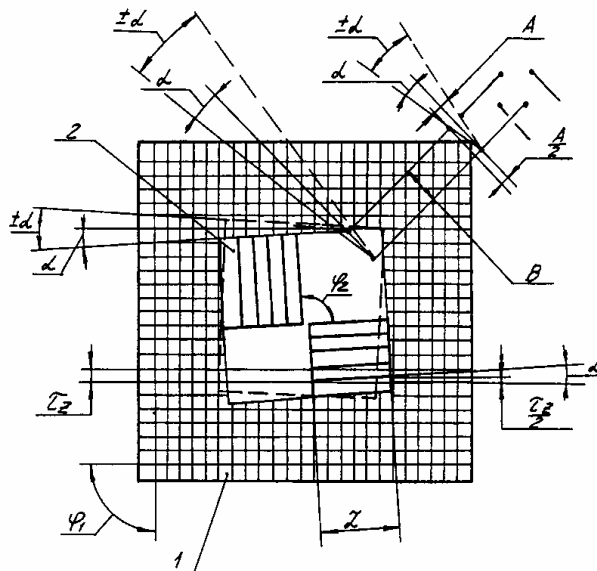
Исключение опрокидывания механизма обеспечивает возможность его использования в автоматических системах, ликвидируется необходимость в ориентации зубцовой структуры якоря относительно нарезки индуктора.

Источники информации:

1. А.с. СССР 746830, МПК Н 02К 41/02 // БИ № 25, 1980.
2. Болотинский Л.С., Пантографы. - Л.: Машиностроение, 1987.

# ВУ 6986 С1 2005.06.30

3. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. - Т. 1. - М.: Наука, 1979.
4. Орлов П.И. Основы конструирования. - М.: Машиностроение. - Т. 3. 1977.



Фиг. 2