



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 19.09.2011)
Пошлина: учтена за 7 год с 30.05.2002 по 29.05.2003

(21)(22) Заявка: [96110527/28](#), 29.05.1996

(45) Опубликовано: 20.07.1998

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: Волновые передачи:
Рекомендации по и расчетам. - М.:
ВНИИТЭР, 1986. Волновые передачи,
Сборник трудов./ Под ред. Цейтлина
Н.И. - М.: МОССТАНКИН, 1970, с.429.

(71) Заявитель(и):

Институт ядерной физики СО РАН

(72) Автор(ы):

Гаврилов Н.Г.,
Толочко Б.П.

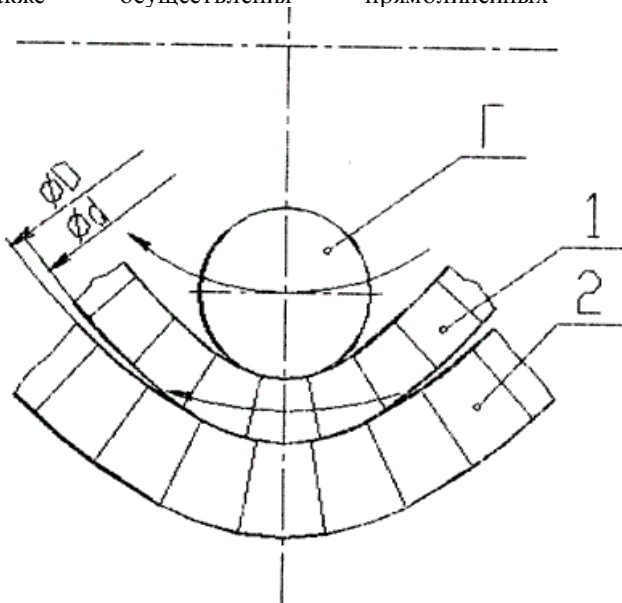
(73) Патентообладатель(и):

Институт ядерной физики СО РАН

(54) НАПРЯЖЕННАЯ ФРИКЦИОННО-ВОЛНОВАЯ ПЕРЕДАЧА

(57) Реферат:

Использование: для осуществления более точного перемещения и прямолинейных перемещений. Во фрикционно-волновой передаче напряженно деформированы одно или более гибких колес, одно из которых неподвижное. В месте контакта напряженно деформированные гибкие колеса сопряжены с генератором волн. Изменяя деформации, можно менять размеры контактирующих тел и управлять передаточным отношением, величина которого зависит от среднего и внутреннего радиуса наружного колеса, толщины его стенки, наружного и среднего радиуса внутреннего колеса и толщины его стенки, а также радиальных перемещений упомянутых колес от приложенной силы и количества волн в передаче. Изобретение открывает возможность создания ступенчатых и бесступенчатых редукторов, а также осуществления прямолинейных перемещений. 2 ил.



Фиг.1

Изобретение относится к механике, в частности к фрикционно-волновым передачам, обеспечивающим прецизионные угловые и линейные перемещения.

Фрикционно-волновая передача (ФВП) основана на принципе передачи и преобразования движения путем волнового деформирования одного из звеньев механизма [1]. Передача, как правило, состоит из трех кинематических звеньев: гибкого колеса, жесткого колеса и генератора волн. Передаточное отношение i зависит от разности диаметров колес

$$i = \frac{d}{D-d}, \quad (1)$$

где

d - наружный диаметр внутреннего колеса;
 D - внутренний диаметр наружного колеса.

С учетом минимально допустимых погрешностей в изготовлении [1] точность при повороте на 1° составляет $\approx \pm 3'$.

Использование такой передачи в прецизионной технике не представляется возможным.

Известна фрикционно-волновая передача, содержащая сопряженные генератор волн и одни только гибкие колеса [2]. Она имеет тот же недостаток.

Задача изобретения - создание такой фрикционно-волновой передачи, которая позволит осуществлять более точные перемещения, чем традиционные фрикционно-волновые и даже пьезокерамические передачи, и открывает возможность создания ступенчатых и бесступенчатых редукторов, а также осуществления прямолинейных перемещений.

Задача решена созданием фрикционно-волновой передачи нового типа, которая может быть охарактеризована как "напряженная фрикционно-волновая передача" (НФВП) на следующем основании. В традиционных расчетах передаточного отношения (1) не учитывается форма деформации гибкого колеса (в месте контакта его диаметр отличается от расчетного). При небольших деформациях (в месте контакта диаметр колеса мало отличается от расчетного) этот эффект можно не учитывать. Предлагаемая передача основывается на использовании этого эффекта, для чего он специально усиливается за счет особого конструктивного выполнения и введения его в расчет передаточного отношения.

Сущность изобретения состоит в том, что в известной фрикционно-волновой передаче, содержащей находящиеся в контакте генератор волн и гибкие колеса, одно из которых неподвижно, передаточное отношение определено из соотношения

$$i = \frac{d + \frac{\lambda_1 \cdot s_1 \cdot d}{2 \cdot \gamma \cdot R_1^2}}{(D-d) - \frac{\lambda_1 \cdot s_1 \cdot d}{2 \cdot \gamma \cdot R_1^2} - \frac{\lambda_2 \cdot s_2 \cdot D}{2 \cdot \gamma \cdot R_2^2}} \quad (2)$$

где

λ_1 - радиальное перемещение внутреннего колеса от приложенной силы;

λ_2 - радиальное перемещение наружного колеса от приложенной силы;

s_1 - толщина стенки внутреннего колеса;

s_2 - толщина стенки наружного колеса;

γ - коэффициент, зависящий от количества волн в передаче;

R_1 - средний радиус внутреннего колеса;

R_2 - средний радиус наружного колеса.

Предлагаемая напряженная фрикционно-волновая передача основана на принципе передачи и преобразования движения путем напряженного деформирования одного или более гибких колес механизма, при этом передаточное отношение в основном зависит от величины деформации и гибкость неподвижного колеса также влияет на передаточное отношение. Таким образом, изменяя деформации, можно менять размеры контактирующих звеньев (параметры колес) и управлять передаточным отношением.

На фиг. 1 изображена заявляемая передача с двумя гибкими колесами; на фиг. 2 - передача с тремя гибкими колесами.

На фиг. 1 обозначено: Г - генератор волн; 1 - сопряженное с генератором первое гибкое колесо с наружным диаметром d ; 2 - сопряженное с первым второе гибкое колесо с внутренним диаметром D , являющееся в данной передаче неподвижным. На фиг. 2 обозначено: Г - генератор волн; 1 - сопряженное с генератором первое гибкое колесо; 2 - сопряженное с первым второе гибкое колесо; 3 - сопряженное со вторым третье гибкое колесо, являющееся в данной передаче неподвижным. Стрелками показаны направления вращения генератора и сопряженных звеньев. Секторами условно показаны сжатие и растяжение волокон, происходящие в месте контакта гибких колес.

Работа устройства осуществляется следующим образом.

Обязательным условием является то, что гибкие колеса в контакте с генератором в статическом состоянии деформированы. При этом в месте контакта наружные волокна внутреннего колеса растянуты (наружный диаметр внутреннего колеса увеличился), а внутренние волокна наружного колеса сжаты (внутренний диаметр наружного колеса уменьшился). При вращении генератора происходит перемещение контакта сопряженных звеньев.

Если обкатка осуществляется без скольжения и одно из колес неподвижное, то подвижное колесо должно повернуться на угол, определяемый через разность длин окружностей, которые зависят от исходной деформации, с учетом этого формула (1) приобретает вид

$$i = \frac{d + \epsilon_1 d}{(D-d) - \epsilon_1 d - \epsilon_2 D} \quad (3)$$

где

ϵ_1 - относительное удлинение наружной поверхности внутреннего колеса.

ϵ_1 - относительное уменьшение внутренней поверхности наружного колеса;

Изменение деформации приводит к изменению передаточного отношения и при $(D-d) \cdot \epsilon_1 d - \epsilon_2 D < 0$,

вращение будет происходить в обратную сторону в сравнении с простой фрикционно-волновой передачей.

Для определения зависимости передаточного отношения от параметров передачи произведем дальнейшие преобразования формулы (3).

При деформации колеса [3] радиальное перемещение точки приложения силы от центра

$$\lambda = \frac{dPR^3}{EI}, \quad (4)$$

где

α - коэффициент, зависящий от количества точек приложения силы (количества волн), равномерно расположенных по окружности (так, для двухволновой передачи $\alpha = 0,0744$). Расчет коэффициента известен [3];

P - приложенная сила;

R - средний радиус колеса;

EI - жесткость колеса;

E - модуль упругости;

I - момент инерции.

Изгибающий момент [3] в точке приложения силы

$$M = \chi PR,$$

где

χ - коэффициент, зависящий от количества точек приложения сил, равномерно расположенных по окружности (при двухволновой передаче $\chi = 0,3183$).

Выразим момент инерции I через момент сопротивления сечения W

$$I = WS/2,$$

где

S - толщина стенки колеса.

Подставим в формулу (4) изгибающий момент и момент инерции в вышеприведенном выражении, получим:

$$\lambda = \frac{2\alpha MR^2}{\chi EWS}, \quad (5)$$

Обозначим

$$\frac{\alpha}{\chi} = \gamma,$$

и заменим

$$M/W = \sigma,$$

где

σ - напряжение в точке приложения силы.

Поскольку относительная деформация в точке приложения силы $\epsilon = \sigma/E$, формула (5) примет вид

$$\lambda = \frac{2\gamma \epsilon R^2}{S}, \quad (6)$$

следовательно

$$\epsilon_1 = \frac{\lambda_1 S_1}{2\gamma R_1^2}, \quad (7)$$

$$\epsilon_2 = \frac{\lambda_2 S_2}{2\gamma R_2^2}, \quad (8)$$

где

λ_1 - радиальное перемещение внутреннего колеса от приложенной силы;

λ_2 - радиальное перемещение наружного колеса от приложенной силы.

Зависимость коэффициента γ от количества (N) волн в передаче

$$\gamma = 0,234 \frac{N^2}{3} - 0,0785 \frac{N^4}{4} + 0,0445 \frac{N^6}{6} - 0,0189.$$

Выражение передаточного числа от параметров передачи или формула (3) примет вид

$$i = \frac{d + \frac{\lambda_1 \cdot S_1 \cdot d}{2 \cdot \gamma \cdot R_1^2}}{(D-d) - \frac{\lambda_1 \cdot S_1 \cdot d}{2 \cdot \gamma \cdot R_1^2} - \frac{\lambda_2 \cdot S_2 \cdot D}{2 \cdot \gamma \cdot R_2^2}}. \quad (9)$$

Из формулы (9), если

$$(D-d) - \frac{\lambda_1 \cdot S_1 \cdot d}{2 \cdot \gamma \cdot R_1^2} - \frac{\lambda_2 \cdot S_2 \cdot D}{2 \cdot \gamma \cdot R_2^2} < 0,$$

следует, что уменьшение λ (числа волн) уменьшает передаточное отношение, а

увеличение деформации γ также приводит к уменьшению передаточного числа. Следовательно, изменяя величину γ (при сохранении других параметров передачи) получаем ступенчатый редуктор, а изменяя λ - бесступенчатый редуктор с плавной регулировкой передаточного отношения и комбинацией и комбинированный редуктор.

На фиг. 2 изображена напряженная фрикционно-волновая передача с тремя гибкими элементами (два колеса подвижных и одно неподвижное).

Передаточное отношение гибкого колеса 1

$$i_1 = \frac{i'_1 \cdot i_2}{i'_1 + i_2},$$

где

i'_1 - передаточное отношение гибкого колеса 1 при неподвижном гибком колесе 2;

i - передаточное отношение колеса 2 относительно колеса 1.

Принцип работы передачи аналогичен описанному для передачи с двумя гибкими колесами.

При повороте генератора подвижное гибкое колесо 1 поворачивается на больший угол, чем гибкое колесо 2, поэтому напряженную ФВП с тремя гибкими колесами удобно использовать в механизмах, где требуются два согласованных поворота с различными углами от привода.

Для передачи с n гибкими колесами передаточное отношение гибкого колеса 1

$$\frac{1}{i_1} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{i_k}.$$

Важным преимуществом напряженной ФВП является ее прецизионность, сущность которой состоит в следующем: при обкатывании внутренним колесом внутренней поверхности наружного колеса, внутреннее колесо повторяет точный контур внутренней поверхности наружного колеса, но при этом изменяется величина в зависимости от погрешностей изготовления передачи, сохраняя неизменным передаточное отношение. Для тех же условий изготовления передачи, приведенных выше для ФВП, в случае НФВП прецизионность увеличивается примерно в 360 раз, т. е. точность при повороте на 1 составляет $\pm 0,5''$.

Таким образом, предлагаемая передача имеет следующие преимущества и возможные применения.

1. Прецизионное угловое перемещение в большом диапазоне в сравнении с пьезокерамическим приводом. Достигим стабильный поворот на любой угол с очень малым шагом $0,1''$.

2. Прецизионное линейное перемещение с малым шагом на большие расстояния, например, при габаритном размере 50 мм она обеспечит ход 0,2 мм с шагом 0,1 мкм (что невозможно получить пьезокерамическим приводом при одинаковых габаритах). Увеличение хода возможно с увеличением габаритных размеров передачи.

3. Передача прецизионного вращения и линейного перемещения в вакуум.

4. Создание бесступенчатого редуктора (вариатора) с плавной регулировкой частоты вращения. Возможно изготовление редуктора с плавным десятикратным изменением частоты вращения.

5. По сравнению с ФВП, основным недостатком которой является невозможность получения абсолютно точных передаточных отношений вследствие проскальзывания и неизбежных погрешностей диаметров тел качения, в НФВП неточность изготовления компенсируется регулировкой передаточного отношения и автоматической компенсацией погрешностей изготовления.

Использованная литература.

1. Волновые передачи (Рекомендации по инженерным расчетам). - М.: ВНИИТЭР, 1986.

2. Волновые передачи. Сб. трудов. /Под. ред. Н.И. Цейтлина. - М.: МОССТАНКИН, 1970, с. 429.

3. Писаренко Г.С. и др. Справочник по сопротивлению материалов. - Киев, Наукова Думка, 1988.

Формула изобретения

Фрикционно-волновая передача, содержащая сопряженные генератор волн и гибкие колеса, одно из которых неподвижное, причем в месте контакта колеса деформированы, отличающаяся тем, что передаточное отношение i зависит от величины деформации колес и определено из зависимости

$$i = \frac{a + \lambda_1 s_1 a / 2\gamma R_1^2}{(D - a) - \lambda_1 s_1 a / 2\gamma R_1^2 - \lambda_2 s_2 D / 2\gamma R_2^2},$$

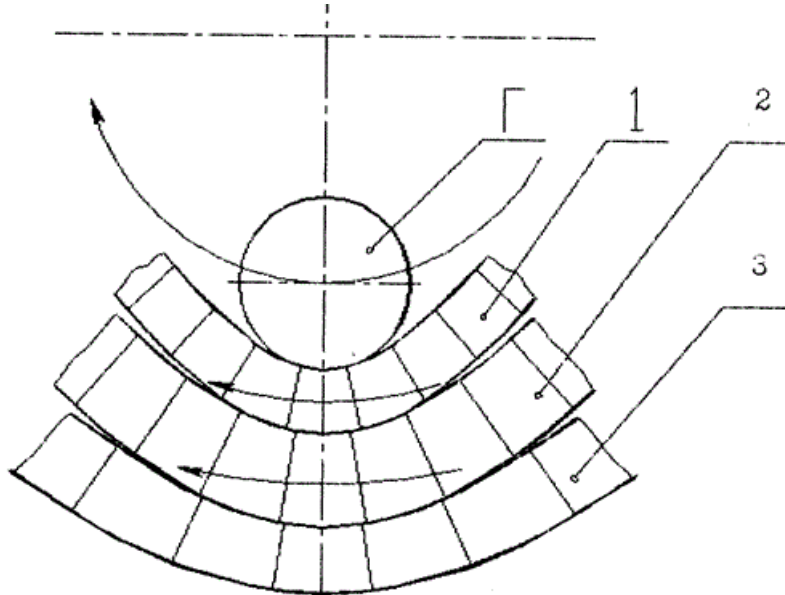
где D - внутренний радиус наружного колеса;

d - наружный диаметр внутреннего колеса;

s_1 - толщина стенки внутреннего колеса;

s_2 - толщина стенки наружного колеса;

λ_1 - радиальное перемещение внутреннего колеса от приложенной силы;
 λ_2 - радиальное перемещение наружного колеса от приложенной силы;
 γ - коэффициент, зависящий от количества волн в передаче;
 R_1 - средний радиус внутреннего колеса;
 R_2 - средний радиус наружного колеса.



Фиг.2

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: [96110527](#)

Дата прекращения действия патента: 30.05.2003

Извещение опубликовано: 27.10.2004 БИ: 30/2004