

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 232948

УРАВНОВЕШЕННЫЙ ПЯТИСАТЕЛЛИТНЫЙ ПЛАНЕТАРНЫЙ МЕХАНИЗМ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Жуков Иван Алексеевич (RU), Филипенко Ирина Анатольевна (RU), Максимов Иван Владимирович (RU), Верховский Михаил Игоревич (RU)*

Заявка № 2024137966

Приоритет полезной модели 17 декабря 2024 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации 28 марта 2025 г.

Срок действия исключительного права
на полезную модель истекает 17 декабря 2034 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F16H 1/48 (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2024137966, 17.12.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.12.2024

Дата регистрации:
28.03.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.12.2024

(45) Опубликовано: 28.03.2025 Бюл. № 10

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО СПбГУ, Патентно-лицензионный
отдел

(72) Автор(ы):

Жуков Иван Алексеевич (RU),
Филипенко Ирина Анатольевна (RU),
Максимов Иван Владимирович (RU),
Верховский Михаил Игоревич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II"
(RU)

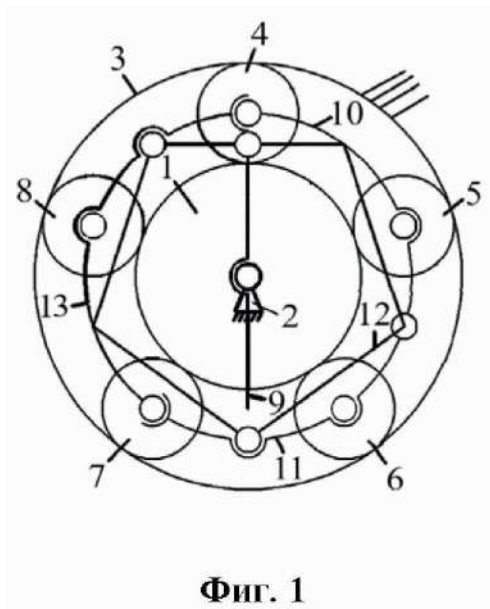
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2622731 C1, 19.06.2017. RU
2701296 C1 25.09.2019. CA 3011131 A1, 21.01.2019.

(54) УРАВНОВЕШЕННЫЙ ПЯТИСАТЕЛЛИТНЫЙ ПЛАНЕТАРНЫЙ МЕХАНИЗМ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к машиностроению, а конкретнее к зубчатым механизмам, в которых одно из центральных колес неподвижно, а спутники имеют подвижные геометрические оси. Техническим результатом является уменьшение износа спутников. Уравновешенный пятиспутниковый планетарный механизм работает за счет того, что все пять

спутников передают вращательное движение и силы от центрального ведущего зубчатого колеса на водило одинаковым образом, обеспечивая равномерное распределение нагрузки по спутникам, уменьшая тем самым их износ, что в совокупности обеспечивает увеличение срока службы пятиспутникового планетарного механизма.



RU 232948 U 1

RU 232948 U 1

Полезная модель относится к машиностроению, а конкретнее к зубчатым механизмам, в которых одно из центральных колес неподвижно, а сателлиты имеют подвижные геометрические оси.

Известен односателлитный планетарный механизм (Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. - 4-е изд. - М.: Наука, 1988, стр. 500, рис. 24.2а), который содержит центральное ведущее зубчатое колесо, один сателлит, водило и опорное неподвижное зубчатое колесо.

Недостатками такого механизма является то, что сателлит имеет смещенную относительно оси вращения всего механизма массу, что при его движении приведен к появлению в механизме дисбаланса сил, вызванного переменной по направлению инерционной силой сателлита, что в итоге вызывает динамическую неуравновешенность и может приводить к перегрузкам и разрушению подшипниковых опор всего механизма, а также передача мощности лишь через один сателлит.

Известен уравновешенный односателлитный планетарный механизм (Патент РФ № 141206, опубл. 27.05.2014), содержащий центральное колесо, сателлит, водило и неподвижное колесо, в котором на водило жестко установлено диаметрально противоположно сателлиту уравновешивающее тело в виде шара или цилиндра, масса которого выбирается равной массе сателлита, а радиус центра массы тела равен радиусу водила.

Недостатком данного механизма является установка уравновешивающего тела в виде шара или цилиндра вместо второго колеса-сателлита, что ведет к передаче мощности лишь через один сателлит.

Известен пятисателлитный планетарный механизм (Макиенко А.В., Дворников Л.Т. Проблема избыточных связей в планетарных механизмах // Международный журнал экспериментального образования. 2010, №8, стр. 153, 3-й рис. слева), который содержит центральное неподвижное зубчатое колесо, пять сателлитов, водило и опорное ведущее зубчатое колесо.

Недостатком такого механизма является то, что при введении в механизм пяти сателлитов он становится неработоспособным, а при принуждении механизма к движению создаются зазоры в зацеплениях, исключая, таким образом, четыре сателлита из передачи движения и сил, что приводит к передаче мощности только через один сателлит, износу сателлитов во время движения и уменьшению срока службы планетарного механизма.

Известна самоустанавливающаяся пятисателлитная планетарная передача (Патент РФ № 2701296, опубл. 25.09.2019), состоящая из центрального ведущего зубчатого колеса, неподвижного центрального колеса с внутренним зацеплением, пяти сателлитов, соединенных четырьмя трехпарными шатунами, и водила, в котором каждый трехпарный шатун со второго по четвертый соединен с предыдущим шатуном вторым шарниром, выполненным соосно соответствующему сателлиту, а шарнир, соединяющий четвертый трехпарный шатун и водило, выполнен соосно с пятым сателлитом.

Недостатком такой передачи является то, что водило, первый, второй, третий и четвертый трехпарные шатуны имеют смещенную относительно оси вращения всего механизма массу, что при их движении приводит к появлению в механизме дисбаланса сил, вызванного переменной по направлению инерционной силой водила, первого, второго, третьего и четвертого трехпарных шатунов, что в итоге вызывает динамическую неуравновешенность и может приводить к перегрузкам и разрушению подшипниковых опор всего механизма, а также вызвать нежелательные колебания звеньев.

Известна самоустанавливающаяся пятисателлитная планетарная передача (Патент РФ № 2622731, опубл. 19.06.2017), взятая за прототип, состоящая из центрального ведущего зубчатого колеса, неподвижного центрального колеса с внутренним зацеплением, пяти сателлитов и водила, в которой первый и второй сателлиты передачи
 5 связаны между собой через шарниры первым трехпарным шатуном, входящим в шарниры с третьим сателлитом и третьим трехпарным шатуном, который вторым своим шарниром соединяется с четвертым трехпарным шатуном, связанным в шарниры с четвертым и пятым сателлитами, а третьим шарниром - с водилом передачи.

Недостатком такой передачи является то, что водило, первый, второй, третий и
 10 четвертый трехпарные шатуны имеют смещенную относительно оси вращения всего механизма массу, что при их движении приводит к появлению в механизме дисбаланса сил, вызванного переменной по направлению инерционной силой водила, первого, второго, третьего и четвертого трехпарных шатунов, что в итоге вызывает динамическую неуравновешенность и может приводить к перегрузкам и разрушению
 15 подшипниковых опор всего механизма, а также вызвать нежелательные колебания звеньев.

Техническим результатом является уменьшение износа сателлитов.

Технический результат достигается тем, что первый и второй трехпарные шатуны выполнены по дугам окружности радиусом, равным межосевому расстоянию механизма,
 20 с центральным углом 108 градусов, третий трехпарный шатун выполнен в форме правильного пятиугольника, радиус описанной окружности которого равен межосевому расстоянию механизма, четвертый трехпарный шатун выполнен по дуге окружности радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 144 градуса, водило выполнено в форме стержня, длина которого равна диаметру вписанной
 25 окружности пятиугольного третьего трехпарного шатуна, первый, второй и четвертый трехпарные шатуны соединены в замкнутую окружность радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 360 градусов с центром на центральной геометрической оси механизма.

Уравновешенный пятисателлитный планетарный механизм поясняется следующими
 30 фигурами:

фиг. 1 - общий вид устройства;

фиг. 2 - 3D-модель устройства;

1 - центральное ведущее зубчатое колесо;

2 - опора;

35 3 - неподвижное центральное колесо с внутренним зацеплением;

4 - первый сателлит;

5 - второй сателлит;

6 - третий сателлит;

7 - четвертый сателлит;

40 8 - пятый сателлит;

9 - водило;

10 - первый трехпарный шатун;

11 - второй трехпарный шатун;

12 - третий трехпарный шатун;

45 13 - четвертый трехпарный шатун.

Пятисателлитный планетарный механизм состоит из центрального ведущего зубчатого колеса 1 (фиг. 1, 2), соединенного в шарнир с опорой 2, неподвижного центрального колеса с внутренним зацеплением 3. Первый сателлит 4, второй сателлит

5, третий сателлит 6, четвертый сателлит 7, пятый сателлит 8 установлены под равными углами относительно центральной геометрической оси механизма и входят в зубчатые зацепления с центральным ведущим зубчатым колесом 1 и неподвижным центральным колесом с внутренним зацеплением 3. Водило 9 соединено в шарнир с опорой 2. Первый сателлит 4 и второй сателлит 5 шарнирно связаны между собой первым трехпарным шатуном 10, выполненным по дуге окружности радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 108 градусов. Первый трехпарный шатун 10 шарнирно соединен со вторым трехпарным шатуном 11, выполненным по дуге окружности, радиус которой равен межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 108 градусов. Второй трехпарный шатун 11 входит в шарниры с третьим сателлитом 6 и третьим трехпарным шатуном 12, выполненным в форме правильного пятиугольника, радиус описанной окружности которого равен межосевому расстоянию механизма. Третий трехпарный шатун 12 вторым своим шарниром соединяется с четвертым трехпарным шатуном 13, выполненным по дуге окружности радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 144 градуса. Четвертый трехпарный шатун 13 связан в шарниры с четвертым 7 и пятым 8 сателлитами, а третьим шарниром - с водилом 9, выполненным в форме стержня, длина которого равна диаметру вписанной окружности пятиугольного третьего трехпарного шатуна 12. Выполнение первого трехпарного шатуна 10 по дуге окружности радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 108 градусов, второго трехпарного шатуна 11 по дуге окружности радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 108 градусов, четвертого трехпарного шатуна 13 по дуге окружности радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 144 градуса, обеспечивает их соединение в замкнутую окружность радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 360 градусов с центром на центральной геометрической оси механизма.

Устройство работает следующим образом. При задании вращательного движения центральному ведущему зубчатому колесу 1 относительно опоры 2, движение от него передается через зубчатые зацепления на первый сателлит 4, второй сателлит 5, третий сателлит 6, четвертый сателлит 7 и пятый сателлит 8. При этом первый сателлит 4, второй сателлит 5, третий сателлит 6, четвертый сателлит 7 и пятый сателлит 8, вращаясь относительно собственных осей и центральной геометрической оси механизма, через первый трехпарный шатун 10, второй трехпарный шатун 11 и четвертый трехпарный шатун 13, передают вращательное движение на третий трехпарный шатун 12, который приводит во вращательное движение относительно опоры 2 водило 9.

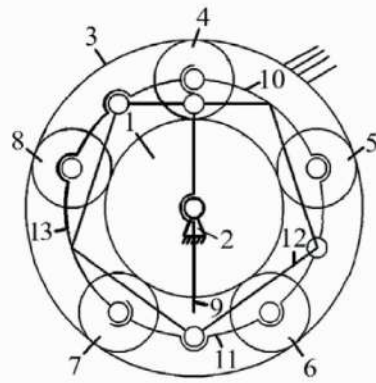
Уравновешивание сил инерций от первого сателлита 4, второго сателлита 5, третьего сателлита 6, четвертого сателлита 7 и пятого сателлита 8 достигается путем их установки под равными углами относительно центральной геометрической оси механизма. Уравновешивание сил инерции от первого трехпарного шатуна 10, второго трехпарного шатуна 11 и четвертого трехпарного шатуна 13 достигается тем, что они соединяются в замкнутую окружность радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 360 градусов с центром на центральной геометрической оси механизма. Уравновешивание сил инерции от третьего трехпарного шатуна 12 достигается тем, что он выполнен в форме правильного пятиугольника, радиус описанной окружности которого равен межосевому расстоянию механизма, с центром на центральной геометрической оси механизма. Уравновешивание сил инерций от водила 9 достигается путем его выполнения в форме стержня, длина которого равна диаметру вписанной окружности пятиугольного третьего трехпарного шатуна 12.

В предлагаемом механизме число подвижных звеньев $n=11$: центральное ведущее зубчатое колесо 1, первый сателлит 4, второй сателлит 5, третий сателлит 6, четвертый сателлит 7, пятый сателлит 8, водило 9, первый трехпарный шатун 10, второй трехпарный шатун 11, третий трехпарный шатун 12, четвертый трехпарный шатун 13. Число шарниров $p_5=11$ - это соединения с опорой 2 центрального ведущего зубчатого колеса 1 и водила 9, соединение первого сателлита 4 и второго сателлита 5 с первым трехпарным шатуном 10, соединение третьего сателлита 6 со вторым трехпарным шатуном 11, соединение четвертого сателлита 7 и пятого сателлита 8 с четвертым трехпарным шатуном 13, соединение первого трехпарного шатуна 10 со вторым трехпарным шатуном 11, соединение второго трехпарного шатуна 11 и четвертого трехпарного шатуна 13 с третьим трехпарным шатуном 12, соединение через шарнир третьего трехпарного шатуна 12 с водилом 9. Число кинематических пар $p_4=10$: по паре контактов первого сателлита 4, второго сателлита 5, третьего сателлита 6, четвертого сателлита 7, пятого сателлита 8 с центральным ведущим зубчатым колесом 1 и неподвижным центральным колесом с внутренним зацеплением 3. Подвижность такого планетарного механизма определяется формулой $W=3n-2p_5-p_4=33-22-10=1$, что доказывает его работоспособность и самоустанавливаемость.

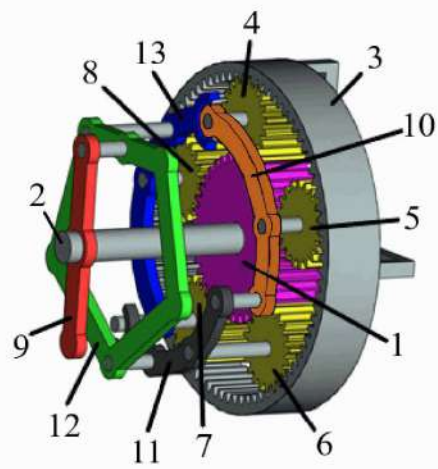
Уравновешенный пятисателлитный планетарный механизм работает за счет того, что все пять сателлитов передают вращательное движение и силы от центрального ведущего зубчатого колеса на водило одинаковым образом, обеспечивая равномерное распределение нагрузки по сателлитам, уменьшая тем самым их износ, что в совокупности обеспечивает увеличение срока службы пятисателлитного планетарного механизма.

(57) Формула полезной модели

Уравновешенный пятисателлитный планетарный механизм, состоящий из центрального ведущего зубчатого колеса, неподвижного центрального колеса с внутренним зацеплением, пяти сателлитов и водила, первый и второй сателлиты которого связаны между собой первым трехпарным шатуном, шарнирно соединенным со вторым трехпарным шатуном, входящим в шарниры с третьим сателлитом и третьим трехпарным шатуном, который вторым своим шарниром соединяется с четвертым трехпарным шатуном, связанным в шарниры с четвертым и пятым сателлитами, а третьим шарниром – с водилом, отличающийся тем, что первый и второй трехпарные шатуны выполнены по дугам окружности радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 108 градусов, третий трехпарный шатун выполнен в форме правильного пятиугольника, радиус описанной окружности которого равен межосевому расстоянию механизма, четвертый трехпарный шатун выполнен по дуге окружности радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 144 градуса, водило выполнено в форме стержня, длина которого равна диаметру вписанной окружности пятиугольного третьего трехпарного шатуна, первый, второй и четвертый трехпарные шатуны соединены в замкнутую окружность радиусом, равным межосевому расстоянию механизма, с центральным углом 360 градусов с центром на центральной геометрической оси механизма.



Фиг. 1



Фиг. 2