



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 010 132** (13) **C1**
(51) МПК^Е **F 16 F 15/22**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: **4758559/28**, 13.11.1989

(46) Опубликовано: **30.03.1994**

(71) Заявитель(и):

Белорусский политехнический институт

(72) Автор(ы):

**Филонов И.П.,
Петриковец И.П.,
Анципорович П.П.,
Черкас А.А.**

(73) Патентообладатель(ли):

Белорусская государственная политехническая академия

(54) **СПОСОБ УРАВНОВЕШИВАНИЯ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ЭЛЕМЕНТА МАШИНЫ, СВЯЗАННОГО С ЕЕ РАБОЧИМ ОРГАНОМ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам уравнивания вращающихся элементов машин. В способе в качестве дополнительного механизма используют электрический двигатель постоянного тока, ротор которого кинематически связан с уравниваемым элементом, при этом задают закон изменения скорости рабочего органа и определяют соответствующую заданному закону

изменения скорости рабочего органа расчетную угловую скорость уравниваемого элемента, а напряжение двигателя постоянного тока изменяют по приведенному закону. В способе измеряют действительную скорость рабочего органа, сравнивают ее с заданным законом изменения его скорости и сигналом рассогласования изменяют скорость уравниваемого элемента. 1 ил.

RU 2 0 1 0 1 3 2 C 1

RU 2 0 1 0 1 3 2 C 1

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 010 132** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁵ **F 16 F 15/22**



**RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS**

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **4758559/28, 13.11.1989**

(46) Date of publication: **30.03.1994**

(71) Applicant(s):
BELORUSSKIJ POLITEKHNICHESKIJ INSTITUT

(72) Inventor(s):
**FILONOV I.P.,
PETRIKOVETS I.P.,
ANTSIPOROVICH P.P.,
CHERKAS A.A.**

(73) Proprietor(s):
**BELORUSSKAJA GOSUDARSTVENNAJA
POLITEKHNICHESKAJA AKADEMIJA**

(54) BALANCING METHOD FOR ROTATING MEMBER OF MACHINE COUPLED WITH ITS WORKING ELEMENT

(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering. SUBSTANCE: method involves application of DC motor as additional mechanism whose rotor is kinematically coupled with member being balanced; working element speed variation mechanism is determined in advance and respective rated angular velocity

of member being balanced is measured while DC motor voltage is varied according to given law. Actual speed of working element is measured, compared with preset speed variation mechanism, and speed of member being balanced is varied by using error signal. EFFECT: improved reliability of balancing. 1 dwg

RU 2 0 1 0 1 3 2 C 1

RU 2 0 1 0 1 3 2 C 1

Изобретение относится к способам уравнивания вращающегося элемента машины, связанного с ее рабочим органом, и может быть использовано в различных машинах с целью повышения эффективности уравнивания для снижения вибрации и улучшения условий труда.

5 Известны способы уравнивания (Щепетильникова В. А. Уравнивание механизмов, М. , Машиностроение, 1982, 256 с.), которые отличаются друг от друга местом установки корректирующих масс. Последние могут быть установлены на неподвижном звене машины, на подвижных звеньях дополнительной кинематической цепи, вводимой в машину, на звеньях самого уравниваемого механизма.

10 Уравнивание известными способами осуществляется без учета изменения скорости рабочего органа исполнительного механизма машины по заданному закону, ведет к увеличению габаритов машин, их массы, что и снижает эффективность их уравнивания.

15 Известен способ уравнивания механизмов (авт. св. N 757795, кл. F 16 F 15/26, 1980), по которому главную корректирующую массу устанавливают на неподвижном звене, кинематически связывают ее с дополнительным элементом и вращают вокруг выбранного центра установки на неизменном расстоянии синхронно и в противофазе с вращающимся звеном механизма, а в качестве дополнительного элемента используют шарнирный параллелограмм и уравнивают постоянную составляющую главного вектора и первую гармонiku главного момента неуравновешенных сил инерции.

20 Наиболее близким к изобретению по технической сущности является способ уравнивания сил инерции подвижных элементов машин, заключающийся в том, что уравниваемый элемент машины соединяют с аккумулярующим телом и приводят их во вращение, а в качестве аккумулярующего тела используют механизм с изменяемым радиусом центра масс, например центробежный регулятор [1] .

25 Недостатком данного способа уравнивания является то, что уравнивание обеспечивается с помощью дополнительных вращающихся масс, которые увеличивают приведенный момент инерции машины (увеличивается общая масса машины) и тем самым динамические нагрузки как при работе машины в установившемся режиме, так и при разгоне и торможении.

30 Целью изобретения является повышение эффективности уравнивания.

Это достигается тем, что в качестве дополнительного механизма используют электрический двигатель постоянного тока, соединяют его ротор с уравниваемым вращающимся элементом, определяют расчетную угловую скорость ω уравниваемого вращающегося элемента с учетом изменения скорости рабочего органа по заданному закону и изменяют напряжение постоянного тока по закону

$$U = \frac{M}{J} \cdot \omega, \text{ где } M - \text{ момент, уравнивающий машину, приложенный к}$$

уравниваемому элементу;

40 I - ток, потребляемый двигателем постоянного тока.

На чертеже представлена принципиальная схема способа уравнивания вращающегося элемента машины, связанного с ее рабочим органом.

45 Уравниваемый вращающийся элемент 1 машины, связанный с ее рабочим органом, являющийся входом (начальным) звеном исполнительного механизма машины, состоящего из стойки 2, шатуна 3 и выходного звена (ползуна) - рабочего органа 4, движущегося со скоростью, изменяющейся по заданному закону, приводится во вращательное движение электрическим двигателем 5 постоянного тока с изменяющимся по заданному закону напряжением в соответствии с изменением угловой скорости уравниваемого вращающегося элемента машины, определяемой с учетом изменения скорости движения рабочего органа по заданному закону, через передаточный дифференциальный, имеющий две степени подвижности, два выходных звена, механизм (посредством соединения с его первым выходным звеном 6) и шаговым электрическим двигателем 7, на который поступает электрический сигнал через преобразователь 8 при неравенстве действительной скорости перемещения рабочего органа 4, снимаемой (измеряемой) съемником 9 с заданной по

заданному закону ее изменения после их сравнения в устройстве сравнения 10. Причем движение (вращение) уравнивающего элементу 1 передается от шагового двигателя 7 через червяк, посаженный на выходной вал шагового двигателя (на чертеже не показан) посредством его зацепления с червячным колесом 11, являющимся вторым выходным звеном передаточного дифференциального механизма.

Напряжение, изменяющееся по закону, соответствующему рассчитываемой с учетом заданного закона изменения скорости движения рабочего органа 4 угловой скорости вращения уравнивающего элемента 1, поступает на электрический двигатель 5 постоянного тока через управляющее устройство 12 по программе 13.

Способ уравнивания вращающегося элемента машины, связанного с ее рабочим органом, осуществляется (работает) следующим образом.

Задают требуемый для выполнения заданного технологического процесса закон изменения скорости движения рабочего органа 4 исполнительного механизма данной машины и, зная передаточную функцию от рабочего органа 4 к уравниваемому вращающемуся элементу 1 машины i_{41} , рассчитывают (определяют) расчетную угловую скорость уравниваемого вращающегося элемента 1 с выбранным шагом по углу его поворота (например, через 30°) по выражению

$$\omega = \frac{U}{i_{41} \cdot J}, \text{ где } \omega - \text{ расчетная угловая скорость уравниваемого вращающегося}$$

элемента, соответствующая заданному закону изменения скорости движения рабочего органа 4;

i_{41} - передаточная функция (аналог скорости рабочего органа 4) от рабочего органа 4 к уравниваемому вращающемуся элементу.

Найденная для каждого текущего значения угла поворота уравниваемого вращающегося элемента (для каждого положения исполнительного механизма) расчетная угловая скорость уравниваемого вращающегося элемента 1 поступает в программу 13, где формируется закон изменения напряжения электрического двигателя постоянного тока 5 по выражению

$$U = \frac{M}{J} \cdot \omega, \text{ где } U - \text{ напряжение двигателя 5 постоянного тока;}$$

M - момент, уравнивающий машину, приложенный к уравниваемому вращающемуся элементу 1;

I - ток, потребляемый двигателем 5 постоянного тока.

Найденное напряжение (расчетное) через управляющее устройство 12 поступает на двигатель 5 постоянного тока и приводит его в движение, которое передается передаточным дифференциальным механизмом на его первое выходное звено 6, связанное, например, через муфту (на чертеже не показана) с уравниваемым вращающимся элементом.

Таким образом, уравниваемый вращающийся элемент движется (вращается) с расчетной угловой скоростью в строгом соответствии с заданной скоростью движения рабочего органа 4 (в точном соответствии с заданным законом ее изменения).

С другой стороны, действительная скорость движения рабочего органа 4 при выполнении машиной заданного технологического процесса и снимаемая съемником 9 сравнивается устройством 10 сравнения с заданной скоростью движения рабочего органа 4 и в случае их неравенства (при их равенстве сигнал рассогласования не вырабатывается) возникает сигнал рассогласования, поступающий через преобразователь 8 на шаговый двигатель 7, который через червяк на его валу взаимодействует с червячным колесом 11, являющимся вторым выходным звеном передаточного дифференциального механизма, который и изменяет скорость (угловую) уравниваемого вращающегося элемента.

Таким образом, уравниваемый элемент движется (вращается) в строгом соответствии с заданной скоростью движения рабочего органа 4 (в точном соответствии с заданным законом ее изменения), т. е. при уравнивании учитывается скорость движения поступательно-движущихся масс.

В предлагаемом способе уравнивания отсутствует (не используется) дополнительная (одна или несколько) корректирующая масса, которую обычно устанавливают на неподвижном звене или на звеньях самого уравниваемого механизма, или на дополнительных звеньях, вводимых в состав механизма, что не ведет к
 5 увеличению общей массы машины (механизма) и дополнительных динамических нагрузок на звенья и кинематические пары как в процессе установившегося движения, так и в процессе разгона и торможения.

Поскольку нет дополнительной корректирующей массы, нет необходимости в дополнительных соединениях и это исключает влияние погрешностей изготовления
 10 звеньев и их сборки.

В предлагаемом способе уравнивания используют электрические явления (но не дополнительные корректирующие массы), а это делает предлагаемый способ уравнивания безынерционным.

Схема предлагаемого способа уравнивания включает в себя устройство
 15 управления скоростью вращения уравниваемого элемента как без обратной связи, так и с обратной связью, поэтому предлагаемый способ уравнивания позволяет реализовать автоматическое управление уравниванием с обратной связью.

Предлагаемый способ уравнивания позволяет учесть любой закон изменения скорости рабочего органа, среди которых можно выбрать и такие, которые обеспечат
 20 расчетную угловую скорость уравниваемого элемента, близкую к постоянной (например, к ее среднему значению), что приведет к неоявлению углового ускорения уравниваемого элемента и, следовательно, к отсутствию динамических нагрузок.

Способ уравнивания позволяет задавать закон изменения скорости движения рабочего органа в зависимости от его перемещения, т. е. в зависимости от проходимого им пути (иначе говоря, на разных участках перемещения рабочего органа в зависимости от типа исполнительного механизма задать разные законы изменения его скорости), что может позволить стабилизировать скорость вращения уравниваемого элемента. (5б)
 25 1. Авторское свидетельство СССР N 523213, кл. F 16 F 15/22, 1976.

30 **Формула изобретения**

СПОСОБ УРАВНОВЕШИВАНИЯ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ЭЛЕМЕНТА МАШИНЫ, СВЯЗАННОГО С ЕЕ РАБОЧИМ ОРГАНОМ, заключающийся в том, что уравниваемый вращающийся элемент соединяют с дополнительным механизмом, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности уравнивания, в качестве дополнительного
 35 механизма используют электрический двигатель постоянного тока, соединяют его ротор с уравниваемым вращающимся элементом, определяют расчетную угловую скорость ω уравниваемого вращающегося элемента с учетом изменения скорости рабочего органа по заданному закону и изменяют напряжение постоянного тока по закону

$$40 \quad V = \frac{M}{I} \omega,$$

где M - момент, уравнивающий машину, приложенный к уравниваемому вращающемуся элементу;

I - ток, потребляемый двигателем постоянного тока.

45

50

