



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 12.01.2004)

(19) RU (11) 2 150 623 (13) C1

(51) МПК

F16H 1/32 (2000.01)

H02K 7/116 (2000.01)

(21)(22) Заявка: 98111470/28, 15.06.1998

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.06.1998

(45) Опубликовано: 10.06.2000 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: GB 1390316 A, 09.04.1975. RU
2032121 C1, 27.03.1995. RU 2058655 C1,
20.04.1996. ДМИТРИЕВ В.А. Детали
машин. - Л.: Судостроение, 1970, с.457-
462.

Адрес для переписки:

302020, г.Орел, Наугорское ш. 29, Орел
ГТУ

(71) Заявитель(и):

**Орловский государственный
технический университет**

(72) Автор(ы):

**Загрядцкий В.И.,
Кобяков Е.Т.,
Сидоров Е.П.**

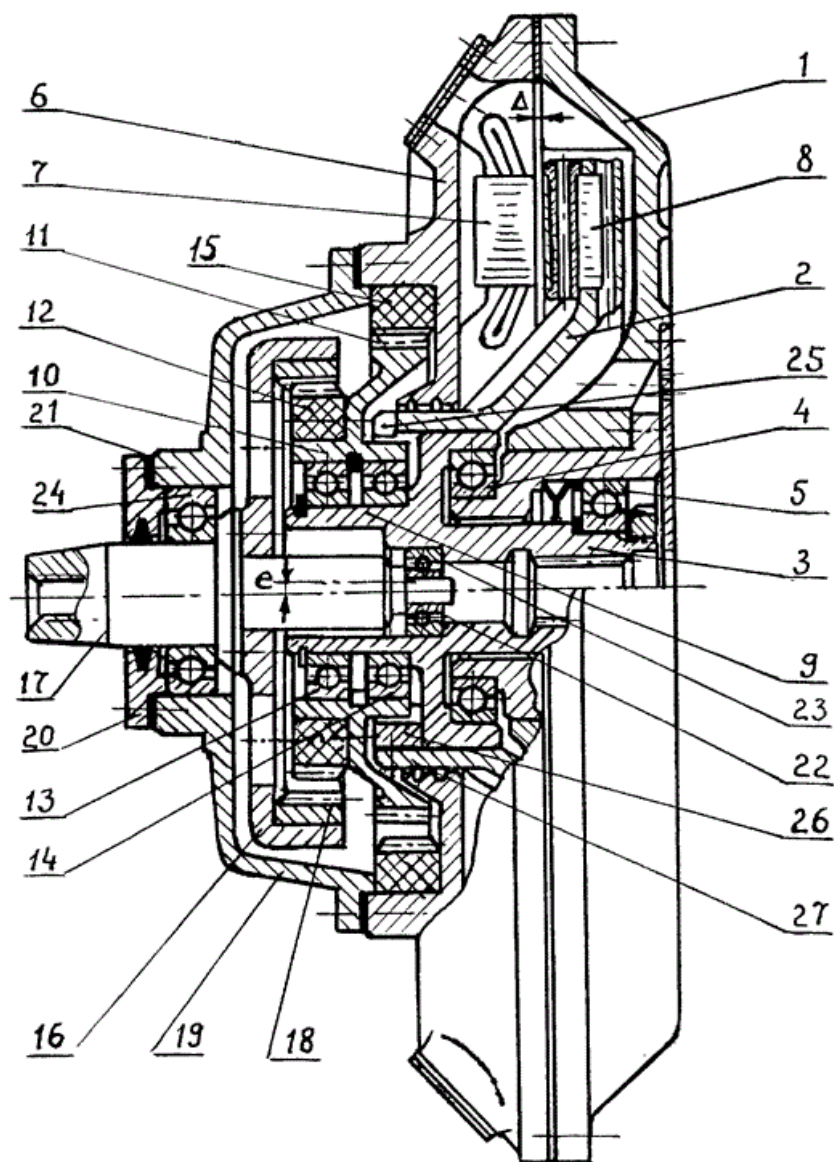
(73) Патентообладатель(и):

**Орловский государственный
технический университет**

(54) **ПЛАНЕТАРНЫЙ ТОРЦОВЫЙ МОТОР-РЕДУКТОР**

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению, приборостроению и электротехнике. Планетарный торцовый мотор-редуктор содержит торцовый асинхронный электродвигатель и планетарную зубчатую передачу, которая включает сателлит и два центральных колеса. На выступающем из корпуса электродвигателя участке вала выполнена эксцентричная относительно оси вала цилиндрическая шейка и на ней установлен сателлит. Одно из центральных колес вмонтировано в щит статора электродвигателя с наружной его стороны. Сателлит своей торцовой поверхностью с зазором прилегает к поверхности статора. Получена компактная, малогабаритная конструкция мотор-редуктора, расширены его кинематические возможности. 5 з.п.ф-



Фиг.1

Изобретение относится к электротехнике и отраслям машиностроения и приборостроения, в которых находят применение агрегаты, конструктивно объединяющие электродвигатели и редукторы (мотор-редукторы), в частности к мотор-редукторам с планетарными зубчатыми передачами. Оно может быть использовано в силовых электроприводах различного назначения, а также в несиловых приводах при необходимости медленного вращения выходного вала, например в приборах, или в качестве привода круглых столов в непрерывных технологических процессах (накатывание резьбы на винтах и шпильках, фольгирование счетных барабанчиков, производство автоматической сварки кольцевых швов и т. д.).

Известны мотор-редукторы с планетарными зубчатыми передачами [1, 2], выполненными в самостоятельном корпусе и образующими планетарный редуктор с входным и выходным валами, присоединенный с помощью муфты, зубчатого или шлицевого (шпоночного) соединения к выходному валу электродвигателя, образуя тем самым единый агрегат, например, типа МП 01, МП 02, МП 32 [2].

Известны также мотор-редукторы, в которых используются планетарные редукторы эксцентрикового типа [3]. Причем эксцентриковый вал (водило) монтируется либо в самостоятельном корпусе и соединяется с валом электродвигателя с помощью муфты [4], либо устанавливается непосредственно на валу электродвигателя [3] консольно.

Конструктивной особенностью эксцентриковых редукторов является наличие дебалансной массы [3, 4], назначением которой является уравнивание сил инерции водила и базирующегося на нем сателлита. Дебалансная масса устанавливается на валу эксцентрика, а это приводит к увеличению аксиальных размеров мотор-редуктора и усложняет конструкцию.

Известные мотор-редукторы, в которых используются электродвигатели цилиндрической формы исполнения, отличаются большими аксиальными размерами.

Применение планетарных передач различного типа [5, 6, 7] позволяет значительно

сократить массу редуктора, уменьшить его габариты, снизить уровень шума. Однако использование в мотор-редукторах электродвигателей цилиндрической формы приводит к значительному увеличению аксиальных размеров всего агрегата и его массы.

Вместе с тем известны и находят все большее применение асинхронные электродвигатели торцового типа [8, 9], отличающиеся малыми аксиальными размерами и меньшей материалоемкостью.

Сочетание в едином агрегате достоинств планетарных зубчатых передач и торцового асинхронного электродвигателя позволяет значительно сократить общую массу и габариты мотор-редуктора, повысить его надежность и долговечность, улучшить компоновку, внешний вид и условия обслуживания изделий, в которых найдут применение мотор-редукторы этого вида.

В известном торцовом асинхронном электродвигателе [9], близком к используемому в предлагаемом изобретении, могут возникать значительные осевые силы притяжения магнитопроводов статора и ротора, нагружающие его подшипники, что является недостатком, который может быть уменьшен в результате объединения в едином агрегате торцового электродвигателя и планетарного зубчатого редуктора, т. к. это создает возможность частичной разгрузки подшипников электродвигателя за счет распределения осевой нагрузки между подшипниками валов двигателя и редуктора.

Редуктором, кинематически близким к используемому в предлагаемом изобретении, является одноступенчатый редуктор 2К-Н с двумя внутренними зацеплениями [4]. Недостатком его является невысокий КПД, что обнаруживается при очень высоких передаточных отношениях i . При малых и средних значениях передаточного отношения схема редуктора может применяться в силовых приводах, а при высоких i предпочтительны малонагруженные устройства, например механизмы приборов.

Наиболее близким по технической сущности к заявленному изобретению является известный планетарный мотор-редуктор [10], содержащий торцовый асинхронный электродвигатель и планетарную одноступенчатую зубчатую передачу с двумя внутренними зацеплениями, включающую сателлит и два находящиеся с ним в зацеплении центральных колеса, одно из которых неподвижно, а другое жестко связано с выходным валом мотор-редуктора, объединенные в общем корпусе.

Его недостатками являются ограниченные кинематические возможности, повышенные габариты и ограниченная сфера применения.

Заявленное изобретение решает задачу создания мотор-редуктора малых габаритов и массы с одновременным расширением его кинематических возможностей и сферы применения, а также повышения эксплуатационной надежности, снижения себестоимости изделий и улучшения их внешнего вида.

Это достигается тем, что в планетарном торцовом мотор-редукторе, содержащем торцовый асинхронный электродвигатель и планетарную одноступенчатую зубчатую передачу с двумя внутренними зацеплениями, включающую сателлит, два центральных колеса, одно из которых неподвижно, а другое жестко связано с выходным валом мотор-редуктора, объединенные в общем корпусе, в отличие от прототипа вал торцового асинхронного электродвигателя имеет выступающий из корпуса двигателя участок, на котором с наружной стороны выполнена эксцентричная относительно оси вала цилиндрическая шейка и на ней установлен сателлит планетарной одноступенчатой зубчатой передачи, которая дополнительно включает уравнивающие элементы, а неподвижное зубчатое колесо передачи вмонтировано в щит статора с наружной его стороны так, что сателлит, находящийся в зацеплении с этим колесом, своей торцовой поверхностью с минимальным зазором прилегает к поверхности щита статора электродвигателя, один из подшипников выходного вала размещен в цилиндрической расточке вала электродвигателя под опорной поверхностью его эксцентричной цилиндрической шейки и опирается торцовой поверхностью наружного кольца на заплечик расточки, а другой подшипник установлен в крышке редуктора, жестко присоединенной к щиту статора, и прижат к заплечику вала кольцевым выступом регулировочной крышки, зубчатый венец колеса выходного вала и находящийся с ним в зацеплении венец сателлита выполнены сменными, уравнивающие элементы выполнены на кольцевом выступе ступицы ротора электродвигателя, причем один из них имеет форму выреза на части этого выступа со стороны зоны зацепления венца сателлита с неподвижным колесом, а другой - форму кольцевого сегмента и закреплен на внутренней поверхности выступа ступицы с диаметрально противоположной стороны, зацепление зубчатых венцов колеса выходного вала и сателлита выполнено таким образом, что наружные зубья находятся на венце сателлита, а внутренние - на венце выходного колеса, либо наружные зубья - на венце колеса, а внутренние - на венце сателлита, общий корпус усилен жестким присоединением к щиту статора с его наружной стороны несущей крышки редуктора.

Неподвижное центральное колесо, находящееся в зацеплении с сателлитом, вмонтировано в щит статора электродвигателя с наружной его стороны.

Выходной вал редуктора со вторым центральным колесом размещен на подшипниках, один из которых находится в цилиндрической расточке вала

электродвигателя и торцовой поверхностью своего наружного кольца опирается на заплечик, выполненный в расточке, а второй расположен в крышке редуктора, жестко связанной со щитом статора, и удерживается от осевого смещения регулировочной крышкой, снабженной набором прокладок. Это позволяет регулировать осевой натяг подшипников валов редуктора и электродвигателя и вместе с этим осевой зазор между торцовыми поверхностями магнитопроводов статора и ротора. В этом случае достигается уменьшение осевой нагрузки, вызванной притяжением магнитопроводов, на подшипники вала электродвигателя за счет частичной ее передачи на подшипники вала редуктора, что способствует увеличению ресурса долговечности мотор-редуктора.

Жесткое соединение крышки редуктора со щитом электродвигателя, несущим магнитопровод статора, и ее опирание через подшипник на вал электродвигателя, увеличивает осевую жесткость корпуса в целом и способствует тем самым стабилизации воздушного зазора между торцовыми поверхностями магнитопроводов, что повышает эксплуатационную надежность агрегата.

С целью расширения кинематических возможностей мотор-редуктора зубчатый венец колеса его выходного вала (или само колесо) и находящийся с ним в зацеплении венец блок-шестерни (сателлита) выполнены сменными, что позволяет ступенчато изменять передаточное отношение редуктора при сохранении неизменными всех остальных его элементов. Причем это возможно в двух вариантах, отличающихся схемой зацепления. В первом случае, аналогичном [4], сменный венец сателлита имеет наружные зубья, а венец колеса выходного вала - внутренние. При этой схеме получают большие передаточные отношения, но при относительно невысоком КПД. Во втором варианте сменный венец сателлита имеет внутренние зубья, а колесо выходного вала - наружные. В этом варианте достигается более высокий КПД, но получают меньшие передаточные отношения.

Применение в конструкции мотор-редуктора зубчатых передач с внутренним зацеплением способствует повышению прочности зубьев колес, что дает возможность использовать, особенно в случае малой нагрузки на выходном валу, для изготовления одного из колес зубчатой пары неметаллических материалов, например, текстолита, а это, в свою очередь, позволяет отказаться от применения масляной ванны для смазки зубьев.

Положительный эффект от использования пластмассовых колес проявляется также в снижении уровня шума передач и в меньшей чувствительности к неточностям изготовления и сборки.

Соосное расположение осей электродвигателя и редуктора в сочетании с цилиндрической формой элементов корпуса мотор-редуктора придает ему компактность и улучшает внешний вид.

Сущность изобретения поясняется чертежами.

На фиг. 1 показан поперечный разрез мотор-редуктора.

На фиг. 2 приведен первый вариант схемы зацепления колеса выходного вала и венца сателлита.

На фиг. 3 - второй вариант схемы зацепления колеса выходного вала и венца сателлита.

На фиг. 4 - фрагмент поперечного разреза для схемы зацепления по фиг. 3.

Аналогичный разрез для схемы зацепления по фиг. 2 приведен на фиг. 1.

Планетарный торцовый мотор-редуктор содержит торцовый асинхронный электродвигатель, состоящий из базового щита 1, ротора 2, жестко посаженного на вал 3, который опирается на подшипники 4 и 5 базового щита 1, щита 6 статора, несущего витой пакет магнитопровода 7 с трехфазной обмоткой, который отделен воздушным зазором от пакета магнитопровода 8 ротора с короткозамкнутой обмоткой, а также планетарный зубчатый редуктор, выполненный по схеме 2К-Н и состоящий из ведущего водила 9, изготовленного в форме эксцентричной относительно оси вала цилиндрической шейки на выходном участке вала 3 электродвигателя, сателлита 10 в форме блок-шестерни с двумя зубчатыми венцами 11 и 12, сопряженного с водилом 9 через насаженные на водило подшипники 13 и 14, двух центральных колес 15 и 16, одно из которых 15 неподвижно закреплено на щите статора с наружной стороны, выходного вала 17 с насаженным на него колесом 16, снабженным зубчатым венцом 18, крышки 19 редуктора, жестко соединенной со щитом 6 статора электродвигателя, регулировочной крышки 20 с прокладками 21. При этом подшипник 22 выходного вала 17 мотор-редуктора размещен в цилиндрической расточке вала 3 электродвигателя и торцовой поверхностью своего наружного кольца опирается на заплечик 23, а второй подшипник 24 вала 17 установлен в расточке крышки 19 и опирается своим наружным кольцом на кольцевой выступ регулировочной крышки 20.

Для обеспечения возможности изменения передаточного отношения зубчатой передачи венец 12 блок-шестерни и венец 18 центрального колеса 16 сделаны сменными.

Во избежание возникновения дополнительных радиальных нагрузок на подшипники валов мотор-редуктора, вызванных центробежными силами неуравновешенных масс, предусмотрены уравновешивающие элементы 25 и 26.

Элемент 25 имеет форму выреза, сделанного на части кольцевого выступа ступицы

27 ротора электродвигателя со стороны зоны зацепления венца сателлита с неподвижным колесом, а элемент 26 - форму кольцевого сегмента, закрепленного на внутренней поверхности выступа ступицы с диаметрально противоположной стороны.

При втором варианте сборки, соответствующем схеме зацепления по фиг. 3, вместо венца 12 устанавливается обойма 28 со сменным венцом 29. Последний находится в зацеплении с зубьями сменного колеса 30 выходного вала 17.

Планетарный торцовый мотор-редуктор работает следующим образом.

Вращающееся магнитное поле, возникающее после подключения обмотки статора к сети, в результате взаимодействия с токами короткозамкнутой обмотки ротора 2 приводит его во вращение с угловой скоростью ω_n . При этом ось сателлита 10 совершает вращательное движение с окружной скоростью v_c :

$$v_c = \omega_n \cdot e,$$

где e - эксцентриситет шейки водила 9 относительно оси вала 3.

Сателлит 10 обкатывается по неподвижному центральному колесу 15 и имеет угловую скорость

$$\omega_c = \frac{\omega_n \cdot e}{R_c^{(1)}},$$

где $R_c^{(1)}$ - радиус начальной окружности венца 11 сателлита 10.

Вращательное движение сателлита 10 передается находящемуся с ним в зацеплении центральному колесу 16 выходного вала 17. Для схемы зацепления колеса выходного вала и сателлита по фиг. 2 передаточное отношение редуктора

$$i = \frac{\omega_n}{\omega_{\text{вых}}} = \frac{1}{1 - \frac{z_1}{z_c^{(1)}} + \frac{z_c^{(2)}}{z_2}},$$

где ω_n - угловая скорость водила, $\omega_{\text{вых}}$ - угловая скорость выходного вала, Z_1, Z_2 и $Z_c^{(1)}, Z_c^{(2)}$ - числа зубьев центральных колес 15, 16 и венцов 11, 12 сателлита соответственно.

Для схемы зацепления по фиг. 4

$$i = \frac{1}{\frac{z_1}{z_c^{(1)}} + \frac{z_c^{(2)}}{z_2} - 1},$$

В первом случае направления вращения вала электродвигателя и выходного вала редуктора совпадают, а во втором случае они противоположны.

Необходимый осевой натяг подшипников электродвигателя 4, 5 и редуктора 22, 24, с целью исключения отрицательного влияния сил притяжения магнитопроводов 7 и 8 на устойчивость работы мотор-редуктора, обеспечивается за счет регулировочной крышки 20 и прокладок 21 при затяжке крепежных винтов крышки 20, которая, воздействуя своим кольцевым выступом на подшипник 24, удерживает валы 3 и 17 от осевого смещения.

Объединение торцевого асинхронного электродвигателя и планетарного редуктора данного типа в едином корпусе позволяет создать весьма компактную, малогабаритную конструкцию мотор-редуктора при существенном сокращении необходимого числа основных элементов, в том числе подшипников и деталей корпуса, а кроме того, повысить надежность и ресурс долговечности агрегата за счет повышения жесткости несущих элементов корпуса, уменьшения осевой нагрузки на подшипники электродвигателя, стабилизации величины воздушного зазора между поверхностями магнитопроводов.

Большие кинематические возможности мотор-редуктора предложенной конструкции, достигаемые относительно простыми средствами, в сочетании с малыми габаритами и материалоемкостью, высокой надежностью, удобством сочленения с исполнительными механизмами, как со стороны вала электродвигателя (высокая скорость вращения), так и со стороны вала редуктора (низкая скорость) являются отличительными особенностями, обеспечивающими его конкурентоспособность и широкое использование в различных отраслях промышленности.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. Краузе Г.Н., Кутилин Н.Д., Сыцко С.А. Редукторы / Справочное пособие. - М.: Машиностроение, 1965. - С. 97-105.
2. Бойко Л.С., Высоцкий А.З., Галиченко Э.Н. и др. Редукторы и мотор-редукторы общемашиностроительного применения / Справочник. - М.: Машиностроение, 1984. - С. 41-43.
3. Патент Российской Федерации RU N 2032121 C1, МКИ F 16 H 1/32, 1995 г, Бюл. N 9.
4. Дмитриев В.А. Детали машин. - Л.: Судостроение, 1970. - С. 457-462.
5. Иванов М.Н. Детали машин. - М.: Высшая школа, 1991. - С. 183-189.
6. Иосилевич Г.Б. Детали машин. - М.: Машиностроение, 1988. - с. 196-198, 246-249.

7. Решетов Д.Н. Детали машин. - М.: Машиностроение, 1989. - С. 215-220.
8. Паластин Л.М. Электрические машины автономных источников питания. - М.: Энергия, 1972. - 463 с.
9. Патент Российской Федерации RU N 2058655 C1, МКИ Н 02 К 5/16, 17/00, 1996 г., Бюл. N 11.
10. Патент GB 1390316A. FRITZ KEIPER, 09.04.1975, Н 02 К 7/116 (прототип).

Формула изобретения

1. Планетарный торцовый мотор-редуктор, содержащий торцовый асинхронный электродвигатель и планетарную одноступенчатую зубчатую передачу с двумя внутренними зацеплениями, включающую сателлит, два центральных колеса, одно из которых неподвижно, а другое жестко связано с выходным валом мотор-редуктора, объединенные в общем корпусе, отличающийся тем, что вал торцового асинхронного электродвигателя имеет выступающий из корпуса двигателя участок, на котором с наружной стороны выполнена эксцентричная относительно оси вала цилиндрическая шейка и на ней установлен сателлит планетарной одноступенчатой зубчатой передачи, которая дополнительно включает уравнивающие элементы, а неподвижное зубчатое колесо вмонтировано в щит статора электродвигателя с наружной его стороны так, что сателлит, находящийся в зацеплении с этим колесом, своей торцевой поверхностью с минимальным зазором прилегает к поверхности щита статора электродвигателя.

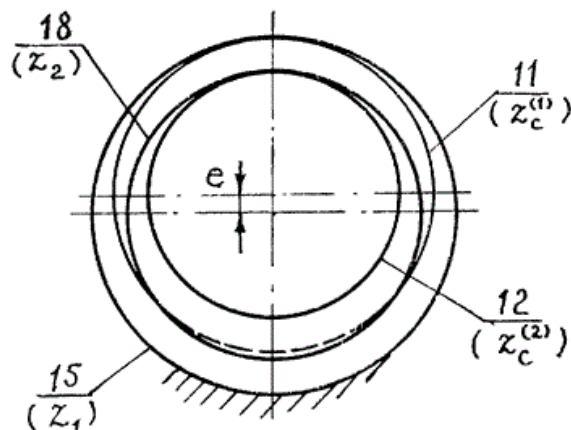
2. Мотор-редуктор по п. 1, отличающийся тем, что один из подшипников выходного вала размещен в цилиндрической расточке вала электродвигателя под опорной поверхностью его эксцентричной цилиндрической шейки и опирается торцевой поверхностью наружного кольца на заплечик расточки, а другой подшипник установлен в крышке редуктора, жестко присоединенной к щиту статора, и прижат к заплечику вала кольцевым выступом регулировочной крышки.

3. Мотор-редуктор по п. 1, отличающийся тем, что зубчатый венец колеса выходного вала и находящийся с ним в зацеплении венец сателлита выполнены сменными.

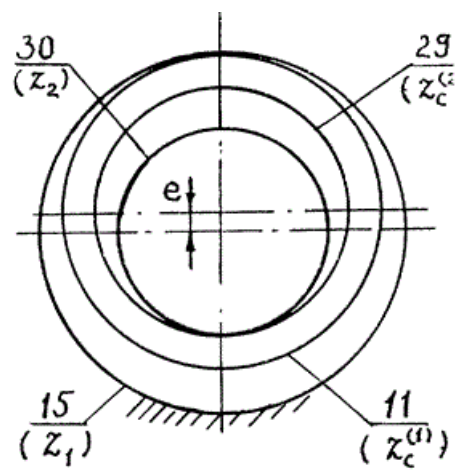
4. Мотор-редуктор по п. 1, отличающийся тем, что уравнивающие элементы выполнены на кольцевом выступе ступицы ротора электродвигателя, причем один из них имеет форму выреза на части этого выступа со стороны зоны зацепления венца сателлита с неподвижным колесом, а другой - форму кольцевого сегмента и закреплен на внутренней поверхности выступа с диаметрально противоположной стороны.

5. Мотор-редуктор по п. 1 или 3, отличающийся тем, что зацепление зубчатых венцов выходного вала и сателлита выполнено так, что наружные зубья находятся на венце сателлита, а внутренние - на венце выходного колеса, либо наружные зубья - на венце колеса, а внутренние - на венце сателлита.

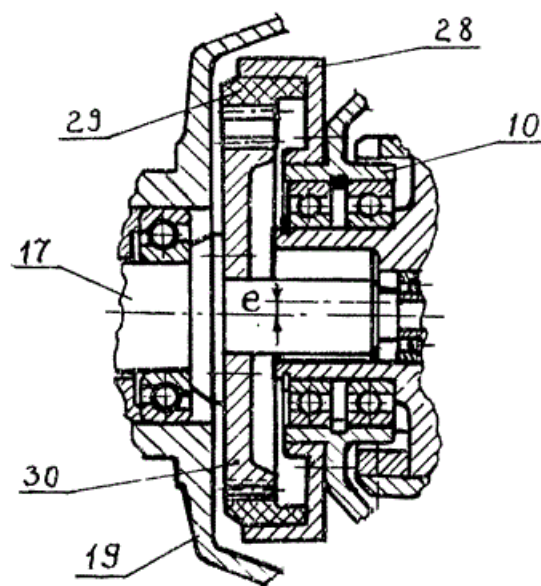
6. Мотор-редуктор по п. 1, отличающийся тем, что общий корпус усилен жестким присоединением к щиту статора с его наружной стороны несущей крышки редуктора.



Фиг. 2



Фиг.3



Фиг.4

ИЗВЕЩЕНИЯ

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

Дата прекращения действия патента: 16.06.2000

Извещение опубликовано: 20.08.2002 БИ: 23/2002