



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 08.02.2016)
Пошлина: учтена за 6 год с 08.02.2012 по 07.02.2013

(21)(22) Заявка: 2007104439/11, 07.02.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.02.2007

(45) Опубликовано: 27.10.2008 Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 896294, 07.01.1982. RU 14030
U1, 27.06.2000. RU 2113646 C1,
20.06.1998. EP 0388807 A2, 26.09.1990.

Адрес для переписки:
212011, Республика Беларусь, г.Могилев,
пр. Мира, 43, ГУВПО "Белорусско-
Российский университет", патентно-
информационный отдел

(72) Автор(ы):

Никитин Алексей Петрович (BY),
Макаревич Дмитрий Михайлович (BY),
Слука Михаил Петрович (BY),
Лустенков Михаил Евгеньевич (BY),
Никитин Петр Федорович (BY)

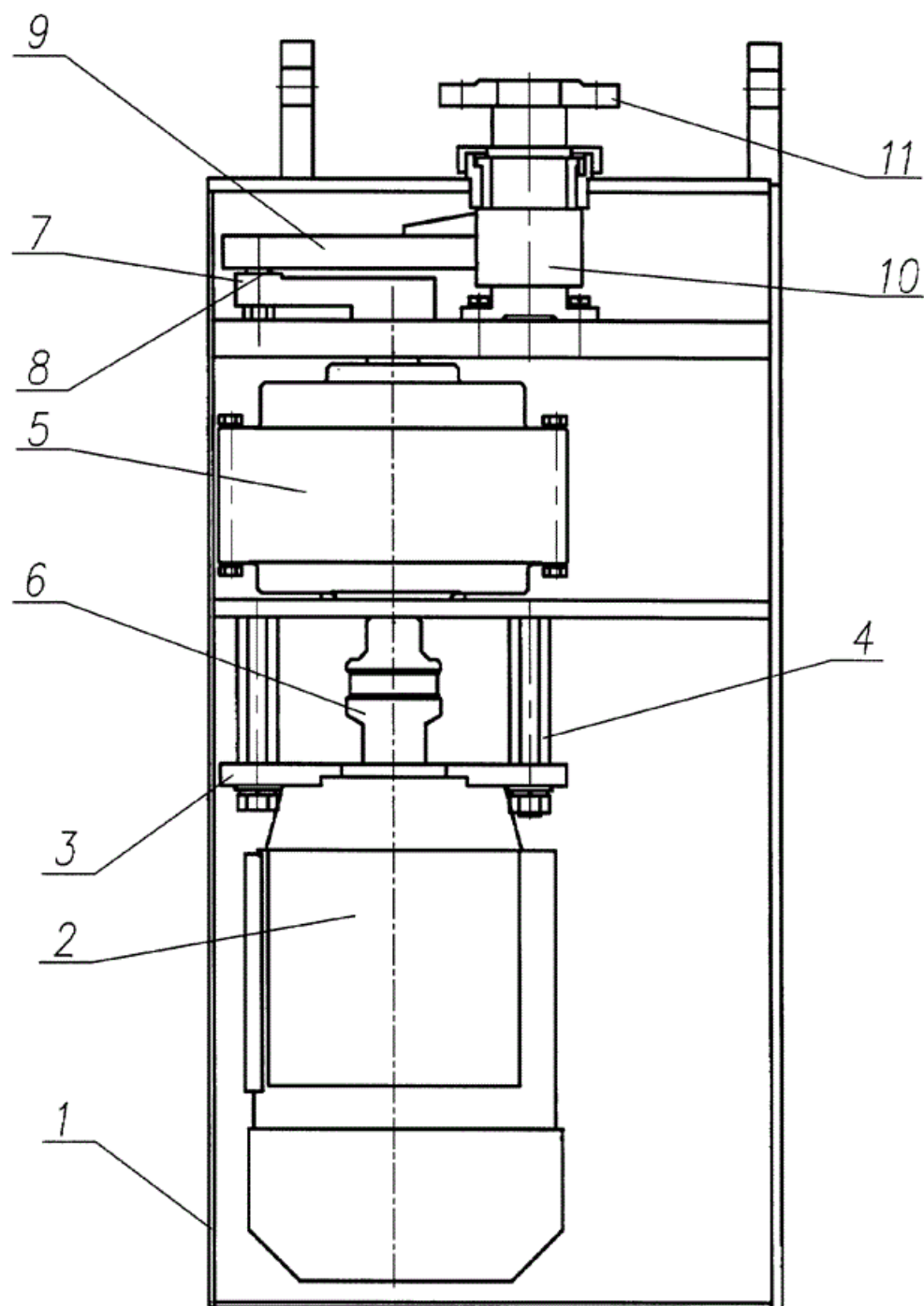
(73) Патентообладатель(и):

Государственное учреждение высшего
профессионального образования
"Белорусско-Российский университет"
(BY)

(54) **ДВИГАТЕЛЬНЫЙ ПРИВОД ТОКОРАЗЪЕДИНИТЕЛЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электрифицированных железных дорог и направлено на усовершенствование приводов для управления разъединителями контактной сети. Редуктор предложенного привода представляет собой соединение закрытой планетарной прецессионной передачи и кулисного механизма с криволинейной кулисой. В конструкции привода применен асинхронный электродвигатель, вал которого изолирован от вала редуктора. Технический результат заключается в увеличении нагрузочной способности, возможности регулирования значения крутящего момента и частоты вращения выходного вала привода (вала управления токоразъединителем) .2 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к области электротехники, а именно к двигательным приводам высоковольтных аппаратов, в частности, для управления разъединителями контактной сети электрифицированных железных дорог.

Известен универсальный моторный привод УМП II, содержащий коллекторный электродвигатель постоянного тока, соединенный с помощью муфты с двухступенчатым редуктором, первая ступень которого цилиндрическая зубчатая, а вторая - червячная [1].

Однако в конструкции данного привода используются дорогостоящие материалы (бронза), дорогостоящий коллекторный двигатель постоянного тока, который имеет недостаточный пусковой момент для передачи требуемой нагрузки.

Наиболее близким аналогом заявленного изобретения является винтовой двигательный привод, содержащий корпус, двигатель, связанный с винтом винтовой пары кулисный механизм, ползун которого установлен с возможностью взаимодействия с направляющими внутри корпуса и выполнен с внутренней полостью, в которой размещена гайка упомянутой винтовой пары, а снаружи с противоположных сторон закреплены два стержня, каждый из которых состоит из двух частей различного диаметра [2].

Однако данный привод имеет сложную конструкцию, трудность сборки-разборки, ограниченные возможности регулирования крутящего момента и частоты вращения выходного вала из-за прямолинейной формы кулисы.

Задачей изобретения является упрощение конструкции привода, снижение себестоимости его изготовления, увеличение нагрузочной способности из-за расширения возможностей регулирования значения крутящего момента и частоты вращения выходного вала привода (вала управления токоразъединителями).

Поставленная задача достигается тем, что в двигательном приводе, содержащем корпус, двигатель, кулисный механизм, согласно изобретению кулисный механизм соединен с двигателем посредством муфты и планетарного прецессионного редуктора, а кулиса состоит из двух направляющих дугообразной формы, непосредственно связанных с выходным валом привода. Электродвигатель может быть применен асинхронный. Муфта может быть снабжена резиновой прокладкой.

Рассмотрим схему кулисного механизма, изображенного на фиг.2. Начало координат свяжем с точкой O_2 , вокруг которой осуществляется поворот токоразъединителя. Ось O_2x направим вправо, ось O_2y направим вверх. Вокруг точки O_1 (вокруг оси, проходящей через эту точку, перпендикулярной плоскости чертежа) вращается кривошип O_1A с длиной, равной rk ($O_1A=rk$). Его вращение характеризуется углом поворота φ_1 , отсчитываемым от оси O_2x против хода часовой стрелки. Криволинейная кулиса с радиусом R ($R>rk$) может вращаться вокруг точки O_2 , ее поворот характеризуется углом φ_2 . Этот угол будем отсчитывать между осью ординат O_2y и касательной, проведенной в точке O_2 к криволинейной кулисе с радиусом R . Для определенности примем положение центров вращения кривошипа и кулисы (точек O_1 и O_2) на оси O_2x . В начальный момент времени точки O_2 и A совпадают. Начальное положение точки A обозначим A_0 .

При вращении кривошипа точка A занимает последовательно положения A_1, A_2, A_3 и т.д. Рассмотрим положение механизма, когда кривая занимает вертикальное нижнее положение. На фиг.2 это положение показано штриховыми линиями. При этом длина хорды $l=O_2A$ определится:

$$l = 2 \cdot rk \cdot \sin\left(\frac{\varphi_1}{2}\right). \quad (1)$$

Положение криволинейной кулисы определяется в том числе и отрезком δ , который определяется исходя из квадратного уравнения. Само уравнение получено из известной из геометрии формулы, определяющей равенство произведений отрезков двух пересекающихся хорд окружности.

$$\frac{l^2}{4} = (2R - \delta) \delta. \quad (2)$$

$$\delta^2 - 2R\delta + \frac{l^2}{4} = 0. \quad (3)$$

Решение этого уравнения:

$$\delta = R - \sqrt{R^2 - \frac{l^2}{4}}. \quad (4)$$

Проведя через центр хорды O_2A отрезок $BO_3=R$, определим положение точки O_3 , которая является центром кривизны кулисы. На фиг.2 в начальный момент времени эта точка обозначена O_3 . Длина отрезка O_1O_3 изменяется во времени, является функцией угла поворота кривошипа φ_1 и определяется по следующим зависимостям:

$$O_1O_3 = R - \left(rk \cdot \cos\left(\frac{\varphi_1}{2}\right) + \delta \right) \text{ при } 0 \leq \varphi_1 \leq \pi. \quad (5)$$

$$O_1O_3 = R + \left(rk \cdot \left| \cos\left(\frac{\varphi_1}{2}\right) \right| - \delta \right) \text{ при } \pi < \varphi_1 \leq 2\pi. \quad (6)$$

Координаты центра O_3 кривизны кулисы в каждый момент времени определяться по формулам:

$$x_3 = rk + O_1O_3 \cdot \cos\left(\frac{\varphi_1}{2}\right). \quad (7)$$

$$y_3 = O_1O_3 \cdot \sin\left(\frac{\varphi_1}{2}\right). \quad (8)$$

Уравнение касательной к окружности с радиусом R , проходящей через точку O_2 , определится из выражения:

$$x \cdot x_3 + y \cdot y_3 = R^2. \quad (9)$$

После преобразований уравнения (9) получим выражения для определения угла поворота φ_2

$$\varphi_2 = \arctg\left(\frac{x_3}{y_3}\right), \text{ если } x_3 > 0. \quad (10)$$

$$\varphi_2 = \frac{\pi}{2}, \text{ если } x_3 = 0. \quad (11)$$

$$\varphi_2 = \arctg\left(\frac{x_3}{y_3}\right), \text{ если } x_3 < 0. \quad (12)$$

Данные уравнения были исследованы с помощью программного пакета Mathcad. Зависимость изменения угла φ_2 от изменения угла φ_1 графически представлена как функция $\varphi_2(\varphi_1)$ на фиг.3. Также на фиг.3 представлено изменение производной угла поворота φ_2 от угла φ_1 - $\frac{d}{d\varphi_1} \varphi_2(\varphi_1)$. Это выражение является аналогом угловой

скорости кулисы и характеризует скорость поворота этого звена.

Если рассматривать постоянный режим работы, т.е. угловую скорость кривошипа считать постоянной ($\omega_2 = \text{const}$), то передаточное мгновенное отношение механизма, определяемое, как отношение угловой скорости ω_1 входного звена (кривошипа) к угловой скорости ω_2 выходного звена (кулисы) можно заменить отношением углов $\frac{\varphi_1}{\varphi_2}$. Передаточное отношение определяли по формуле:

$$i(\varphi_1) = \frac{\varphi_1}{\varphi_2}. \quad (13)$$

График зависимости (1) приведен на фиг.4. При построении графиков на фиг.3 и 4 использовались следующие числовые значения длины кривошипа и радиуса кривизны кулисы соответственно: $r_k = 57$ мм, $R = 68$ мм.

Как следует из анализа графиков, представленных на фиг.3 и на фиг.4, криволинейная форма кулисы дает возможность в начальный момент разогнаться электродвигателю до номинальных оборотов с малой нагрузкой. На фиг.3 видно, что скорость (аналог скорости) будет постепенно увеличиваться от минимального значения, которое и требуется в начальный момент, а из графика на фиг.4 видно, что мгновенное передаточное отношение в начальный момент больше десяти, а это означает, что на валу двигателя в этот момент будет незначительная нагрузка, так как крутящий момент на валу управления токоразъединителями (на выходном валу) M_2 и требуемый момент на валу двигателя M_1 связаны следующей зависимостью:

$$M_1 = \frac{M_2}{i_k i_{пп} \eta}, \quad (14)$$

где i_k - передаточное число кулисного механизма; $i_{пп}$ - передаточное число закрытой планетарной прецессионной передачи, η - КПД привода.

Когда разъединение токоразъединителей и клемм произошло, значительных крутящих моментов не требуется (на фиг.4 мгновенный КПД уменьшается), а скорость увеличивается (фиг.3), что необходимо для скорейшего прерывания электрической дуги, возникающей сразу после разрыва контакта и препятствующей продолжению движения токоразъединителей. Данное решение и позволяет применять как коллекторный, так и более дешевый и надежный асинхронный двигатель.

В предлагаемом приводе может использоваться электродвигатель с частотой вращения в диапазоне 750-1500 об/мин. Планетарный прецессионный редуктор [3] имеет передаточное число 63, передаточное число кулисного механизма в начальный момент времени около 12, значит общее передаточное число привода - около 754, что значительно повышает значение передаваемого крутящего момента от двигателя. Муфта, соединяющая вал электродвигателя и вал планетарного прецессионного редуктора, снабжена резиновой прокладкой, что позволяет изолировать привод от вала электродвигателя.

На фиг.5 изображен кулисный механизм, состоящий из кривошипа и кулисы, изготовленный и испытанный в лаборатории Белорусско-Российского университета. При этом в отличие от рассмотренной упрощенной математической модели в изготовленном образце ось вращения кривошипа смещена относительно оси вращения кулисы на величину Δ . Это, как показывают эксперименты, не изменяет принципа работы привода, а лишь корректирует его некоторые выходные параметры.

Был создан натурный образец привода (фиг.6) и проведены его лабораторные испытания, доказавшие справедливость математических расчетов.

Сущность изобретения поясняется чертежами. На фиг.1 показана схема привода для переключения контактных разъединителей; на фиг.2 - схема работы кулисного механизма; на фиг.3 - зависимость углов поворота φ_2 кулисы и ее аналога угловой скорости $\frac{d}{d\varphi_1} \varphi_2(\varphi_1)$ от угла поворота кривошипа; на фиг.4 - зависимость

мгновенного КПД кулисного механизма с криволинейной кулисой от угла поворота кривошипа φ_1 ; на фиг.5 - схема изготовленного и испытанного кулисного механизма; на фиг.6 - опытный образец изготовленного привода.

На фиг.1 изображен предлагаемый привод, который состоит из корпуса 1, в который помещен, например, асинхронный электродвигатель 2. Электродвигатель 2 соединен с корпусом 1 с помощью кольца 3 и осей 4 резьбовыми соединениями. Вал электродвигателя 2 соединен с входным валом закрытой планетарной прецессионной передачи (планетарным прецессионным редуктором) 5 с помощью муфты с

резиновой прокладкой 6. Выходной вал планетарной прецессионной передачи 5 закреплен с помощью шпоночного соединения с кривошипом 7. На конце кривошипа 7 имеется палец 8, который входит в подвижное соединение с помощью подшипника скольжения с кулисой 9, имеющей криволинейную форму. Кулиса, закрепленная с помощью шпоночного соединения с валом токоразъединителя 10, может поворачиваться вокруг его оси. При повороте вала 10 поворачивается токоразъединитель 11 на определенный угол, после чего срабатывает механизм отключения.

Работа привода в автоматическом режиме осуществляется при подаче сигнала включения от системы телемеханики, в результате чего вращение от двигателя 2 через муфту 3 передается на входной вал закрытой планетарной прецессионной передачи 5. Выходной вал редуктора через кулисный механизм, состоящий из звеньев 7, 8, 9 и 10, поворачивает вал управления разъединителем 11 на определенный угол. При этом происходит поворот (переключение) ножей, закрепленных на токоразъединителе 11 из рабочего положения замкнутости с клеммами в нерабочее и обратно.

Кулисный механизм позволяет изменять крутящий момент на валу управления разъединителями и частоту вращения вала во время поворота.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

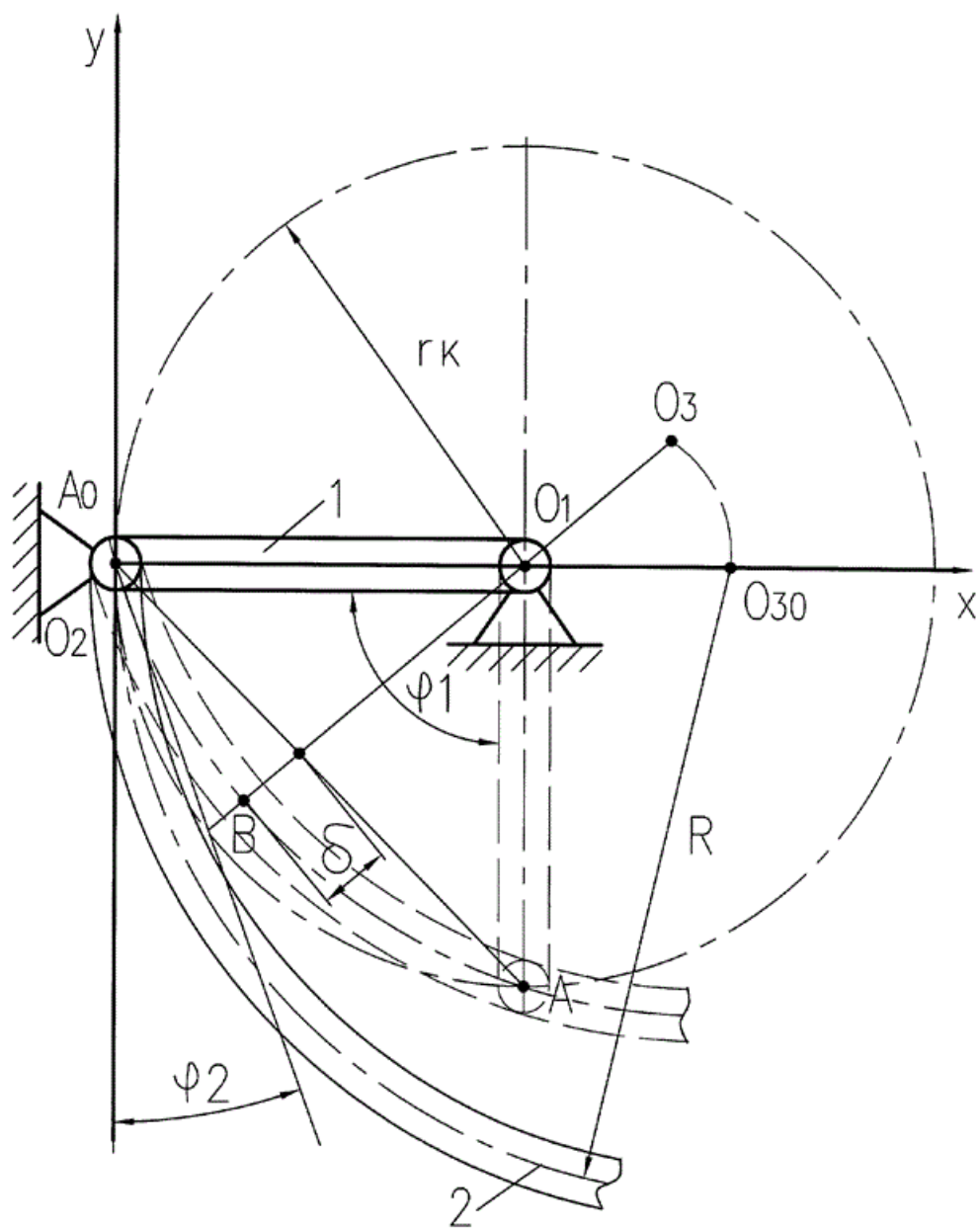
1. Дмитриевский Г.В. Эксплуатация устройств дистанционного управления разъединителями. // Г.В.Дмитриевский, В.В.Курганов, М.А.Турлянский. - М.: Транспорт. - 1974. - 64 с.: ил., стр.19-20, 23-24.
2. Патент России N 2113646, F16K 31/00, публикация 20.06.1998 - прототип.
3. Скойбеда А.Т. Коническо-цилиндрические прецессионные редукторы: Монография. / А.Т.Скойбеда, П.Н.Громыко. - М.: БГПА, 2001. - 187 с.

Формула изобретения

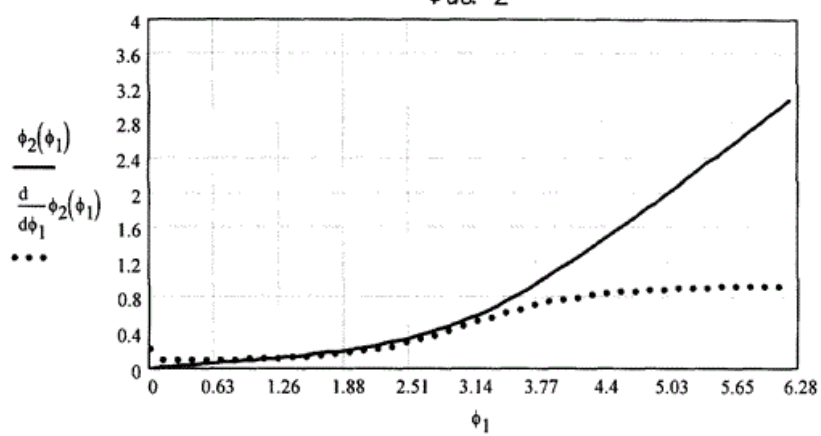
1. Двигательный привод токоразъединителя, содержащий корпус, электродвигатель, кулисный механизм, отличающийся тем, что кулисный механизм соединен с электродвигателем посредством муфты и планетарного прецессионного редуктора, с выходным валом которого посредством кривошипа связана кулиса, состоящая из двух направляющих дугообразной формы, связанных с валом токоразъединителя.

2. Двигательный привод по п.1, отличающийся тем, что электродвигатель выполнен асинхронным.

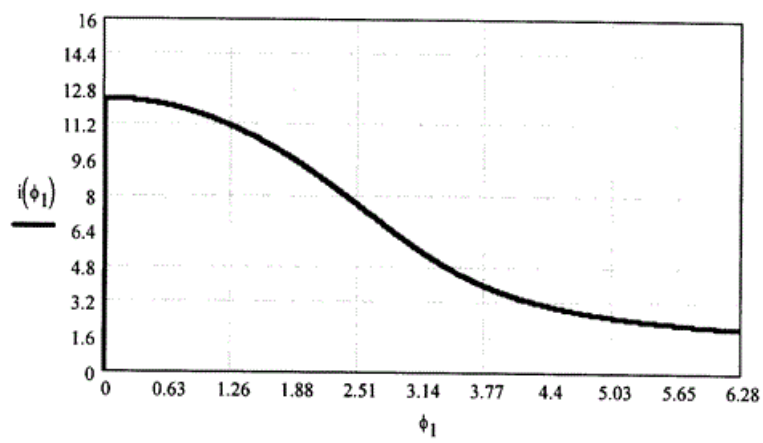
3. Двигательный привод по п.1, отличающийся тем, что муфта снабжена резиновой прокладкой, изолирующей вал редуктора от вала электродвигателя.



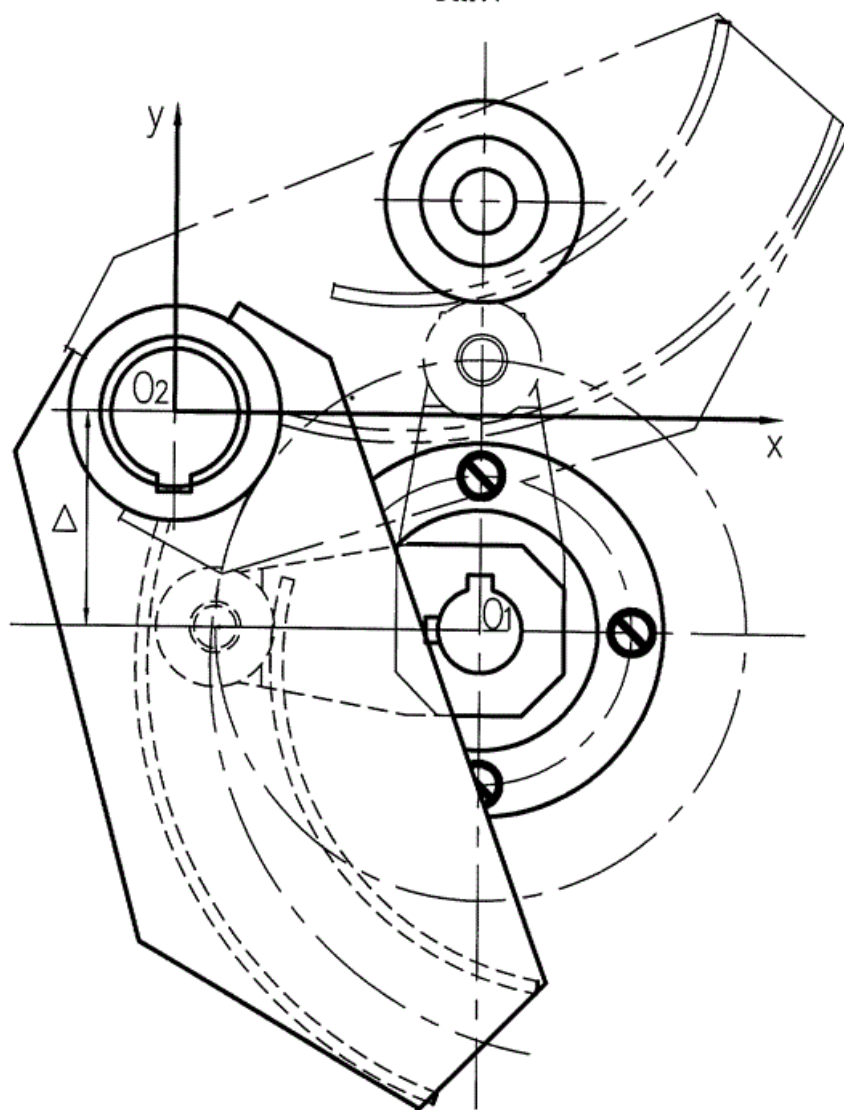
Фиг. 2



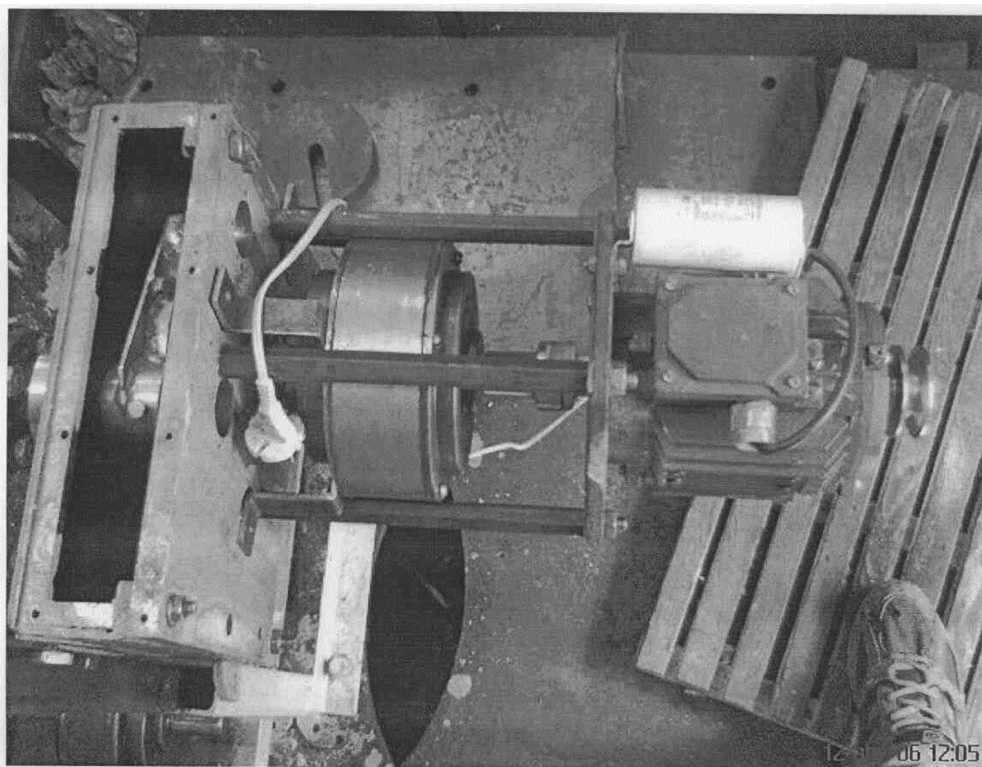
Фиг.3



Фиг.4



Фиг. 5



Фиг.6

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **08.02.2013**

Дата публикации: [10.12.2013](#)