



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012131272/07, 22.12.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.12.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
23.12.2009 DE 102009060139.2;
11.01.2010 DE 102010004311.7

(43) Дата публикации заявки: 27.01.2014 Бюл. № 3

(45) Опубликовано: 20.06.2015 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2007835 C1, 15.02.1994. RU 2168259
C1, 27.05.2001. SU 1707726 A1, 22.01.1992. SU
544573 A1, 30.01.1977. DE 10317636 A1,
25.11.2004. US 6998804 B2, 14.02.2006. US
7071645 B2, 04.07.2006. EP EP 1385261 A2,
28.01.2004(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 23.07.2012(86) Заявка РСТ:
EP 2010/070457 (22.12.2010)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/076827 (30.06.2011)

Адрес для переписки:

105082, Москва, Спартаковский пер., д. 2, стр. 1,
этаж 3, "ЕВРОМАРКПАТ"

(72) Автор(ы):

Ханс Германн РОТТМЕРХУЗЕН (DE)

(73) Патентообладатель(и):

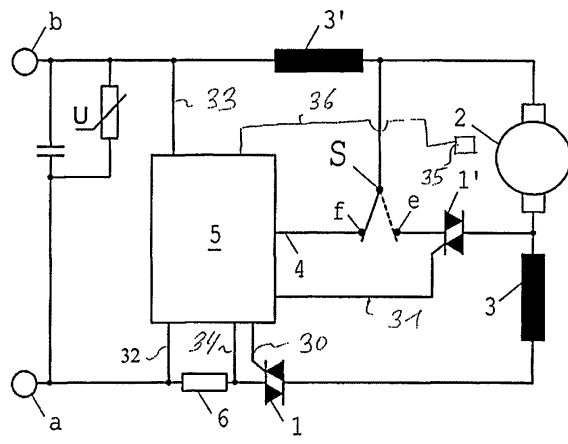
РОБЕРТ БОШ ГМБХ (DE)

(54) ТОРМОЗ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в электрической ручной машине, оснащенной опасным инструментом. Технический результат - обеспечение эффективного торможения с меньшим искрением под щетками и малым их износом. В электродинамическом тормозе для универсального электродвигателя обмотка

возбуждения при работе в режиме торможения запитывается из сети, а якорь непосредственно замкнут накоротко. Процесс торможения выполняется под управлением управляющей электроники, благодаря чему достигается эффективное торможение при сравнительно малом износе щеток. 2 н. и 13 з.п. ф-лы, 6 ил.



ФИГ. 1

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012131272/07, 22.12.2010

(24) Effective date for property rights:
22.12.2010

Priority:

(30) Convention priority:
23.12.2009 DE 102009060139.2;
11.01.2010 DE 102010004311.7

(43) Application published: **27.01.2014** Bull. № 3

(45) Date of publication: **20.06.2015** Bull. № 17

(85) Commencement of national phase: **23.07.2012**

(86) PCT application:
EP 2010/070457 (22.12.2010)

(87) PCT publication:
WO 2011/076827 (30.06.2011)

Mail address:
105082, Moskva, Spartakovskij per., d. 2, str. 1,
ehtazh 3. "EVROMARKPAT"

(72) Inventor(s):

Khans Germann ROTTMERKhUZEN (DE)

(73) Proprietor(s):

Robert Bosch GmbH (DE)

(54) BRAKE FOR UNIVERSAL ELECTRIC MOTOR

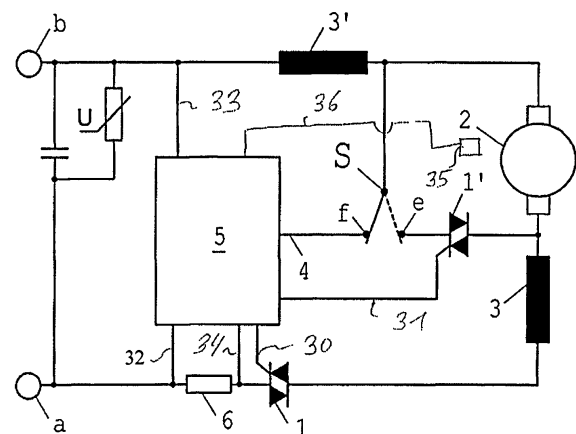
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention relates to the sphere of electrical engineering and can be used in a manual electrical machine equipped with dangerous tools. In an electrodynamic brake for universal electric motor, an excitation winding is fed from a power grid at operation in a braking mode, and an armature is directly short-circuited. Braking process is performed under control of control electronics, due to which effective braking is achieved at comparatively low wear of brushes.

EFFECT: providing effective braking with less spark-voltage and low wear of brushes.

15 cl, 6 dwg



ФИГ. 1

Настоящее изобретение относится к тормозу для универсального электродвигателя согласно п.1 формулы изобретения и к способу торможения согласно п.13 формулы изобретения.

Электродинамические тормоза известны в самых разнообразных вариантах их исполнения.

В US 6236177 B1 описана схема торможения и управления для универсального электродвигателя, в которой, с одной стороны, последовательно с электродвигателем включено первое переключательное средство (или первый ключ) (симистор) для приведения электродвигателя в действие, а с другой стороны, параллельно якорю включено второе переключательное средство (или второй ключ) (симистор) для торможения электродвигателя, при этом якорь расположен между частями обмотки возбуждения. В двигательном режиме второе переключательное средство, включенное параллельно якорю, находится в непроводящем состоянии, а при работе в режиме торможения первое и второе переключательные средства находятся в проводящем состоянии.

В EP 0578366 A2 описан тормоз для универсальных электродвигателей, в котором для соединения обмотки возбуждения и роторной обмотки с сетью и/или их отсоединения от сети используются переключательные средства, которые могут устанавливаться (переключаться) в различные положения, в первом из которых роторная обмотка и обмотка возбуждения соединены с сетью и во втором из которых роторная обмотка замкнута накоротко, а с сетью соединена только обмотка возбуждения.

В DE 10317636 A1 описан тормоз для универсального электродвигателя, имеющий короткозамыкатель (симистор), предназначенный для замыкания накоротко обмотки якоря при работе в режиме торможения и имеющий для определения своего коммутационного положения управляющий вход, который соединен с блоком управления в целях импульсно-фазового управления этим короткозамыкателем при работе в режиме торможения во избежание искрения под щетками.

В основу настоящего изобретения была положена задача разработать эффективный и недорогой электродинамический тормоз для универсального электродвигателя, каковой тормоз позволял бы добиться эффективного торможения при предпочтительно меньшем искрении под щетками и при предпочтительно малом их износе, а также разработать соответствующий способ торможения универсального электродвигателя.

Указанная задача решается с помощью объектов, заявленных в пп.1 и 13 формулы изобретения. Различные возможные варианты осуществления изобретения представлены в соответствующих зависимых пунктах формулы изобретения и более детально рассмотрены в последующем описании.

Преимущество изобретения состоит в том, что предусмотрен электродинамический тормоз для универсального электродвигателя с устройством для переключения с работы в двигательном режиме на работу в режиме торможения, при работе в котором обмотка возбуждения универсального электродвигателя запитана от сети через первый и второй ключи, а якорь универсального электродвигателя замкнут накоротко через второй ключ, и с управляющей электроникой, которая при работе в режиме торможения обеспечивает предпочтительно в течение каждой полуволны сетевого напряжения кратковременную активизацию двигательного режима, а затем активизацию режима торможения, для чего второй ключ переводится в проводящее состояние по истечении заданной временной задержки после перевода первого ключа в проводящее состояние. Таким путем удастся повысить эффективность торможения универсального электродвигателя.

В одном из вариантов временная задержка в переводе второго ключа в проводящее состояние имеет такую продолжительность, что предшествующий двигательный режим в течение полуволны сетевого напряжения приводит к уменьшению искрения под щетками на коллекторе универсального двигателя.

5 В еще одном варианте выполнения предлагаемого в изобретении тормоза временная задержка составляет от 1 мкс до 1 мс. Подобный интервал значений временной задержки зарекомендовал себя как предпочтительный. Однако в зависимости от конкретной реализации возможно использование временной задержки меньшей или большей продолжительности.

10 В еще одном варианте выполнения предлагаемого в изобретении тормоза временная задержка в переводе второго ключа в проводящее состояние после перевода первого ключа в проводящее состояние постоянна на протяжении всего процесса торможения.

В еще одном варианте выполнения предлагаемого в изобретении тормоза временная задержка в переводе второго ключа в проводящее состояние после перевода первого
15 ключа в проводящее состояние при работе в режиме торможения зависит от параметров универсального электродвигателя и от сетевого напряжения. Благодаря этому удастся достичь большей точности в согласовании процесса торможения с фактическими условиями. При этом прежде всего удастся оптимизировать время торможения и нагрузку на коллектор, в первую очередь на щетки.

20 В еще одном варианте выполнения предлагаемого в изобретении тормоза временная задержка в переводе второго ключа в проводящее состояние после перевода первого ключа в проводящее состояние при работе в режиме торможения зависит от сетевого напряжения в момент перевода первого ключа в проводящее состояние и/или от частоты вращения вала универсального электродвигателя и/или от его температуры. Данный
25 вариант позволяет дополнительно улучшить согласование процесса торможения с фактическими условиями, например, в целях оптимизации времени торможения и/или снижения нагрузки на коллектор, прежде всего на щетки.

В еще одном варианте выполнения предлагаемого в изобретении тормоза временная задержка в переводе второго ключа в проводящее состояние имеет в начале работы в
30 режиме торможения некоторое значение, которое уменьшается в ходе дальнейшей работы в режиме торможения и прежде всего в конце работы в режиме торможения становится равным нулю или прежде всего становится отрицательным, в соответствии с чем перевод второго ключа в проводящее состояние начинает предшествовать переводу первого ключа в проводящее состояние.

35 В еще одном варианте выполнения предлагаемого в изобретении тормоза временная задержка в переводе второго ключа в проводящее состояние имеет такую продолжительность, что коммутация тока под щетками на коллекторе универсального электродвигателя при инициировании режима торможения в течение по меньшей мере части полуволны перемещается со сбегающего края щеток на их набегающий край, а
40 якорь при работе в режиме торможения по существу не приводится в действие (во вращение), т.е. не ускоряется.

В еще одном варианте выполнения предлагаемого в изобретении тормоза управляющая электроника выполнена с возможностью обеспечения работы в регулируемом и нерегулируемом режиме торможения.

45 В еще одном варианте выполнения предлагаемого в изобретении тормоза управляющая электроника выполнена с возможностью обращения к таблице, в которой сохранены значения фазовых углов для перевода первого ключа и/или второго ключа в проводящее состояние, при этом предпочтительно сохранена по меньшей мере одна

кривая фазовых углов.

В еще одном варианте выполнения предлагаемого в изобретении тормоза при работе в режиме торможения второй ключ включен параллельно якорю и последовательно с обмоткой возбуждения и первым ключом, при этом в предпочтительном варианте перед вторым ключом в цепь включен переключатель предпочтительно с распознающим контактом.

В еще одном варианте выполнения предлагаемого в изобретении тормоза переключатель функционально связан в качестве коммутирующего элемента датчика сигналов с управляющей электроникой, в линии, ведущей к первому выводу для подключения к сети, расположен первый ключ, а в линии, ведущей ко второму выводу для подключения к сети, расположен третий ключ.

Объектом изобретения является далее способ торможения универсального электродвигателя с использованием устройства для переключения универсального электродвигателя с работы в двигательном режиме на работу в режиме торможения, заключающийся в том, что при работе в режиме торможения обмотку возбуждения универсального электродвигателя запитывают сетевым напряжением через первый и второй ключи, а якорь универсального электродвигателя замыкают накоротко через второй ключ, при этом при работе в режиме торможения предпочтительно в течение каждой полуволны сетевого напряжения кратковременно активизируют двигательный режим работы универсального электродвигателя путем перевода первого ключа в проводящее состояние, а затем по истечении заданной временной задержки активизируют (собственно) режим торможения путем перевода второго ключа в проводящее состояние.

В одном из вариантов осуществления предлагаемого в изобретении способа временную задержку между моментом перевода первого ключа в проводящее состояние для активизации двигательного режима и моментом перевода второго ключа в проводящее состояние для активизации режима торможения задают в пределах от 1 мкс до 1 мс. Подобный интервал значений временной задержки зарекомендовал себя как предпочтительный. Однако в зависимости от конкретной реализации возможно использование временной задержки меньшей или большей продолжительности.

В еще одном варианте осуществления предлагаемого в изобретении способа временную задержку в переводе второго ключа в проводящее состояние после перевода первого ключа в проводящее состояние при работе в режиме торможения ставят в зависимость от сетевого напряжения в момент перевода первого ключа в проводящее состояние и/или от частоты вращения вала универсального электродвигателя и/или от его температуры.

Другие преимущества изобретения состоят в том, что без перемены полярности обмотки возбуждения или якоря достигается плавное и быстрое торможение универсального электродвигателя при длительном сроке службы щеток. Якорь при работе в режиме торможения замкнут накоротко, а обмотка возбуждения путем специального управления при работе в режиме торможения возбуждается сетевым напряжением. Плавное и быстрое торможение достигается преимущественно благодаря использованию простого аппаратного обеспечения и специального программного обеспечения, чем обусловлена низкая стоимость электродинамического тормоза.

Искрение на коллекторе якоря преимущественно при работе в режиме торможения удается уменьшить прежде всего благодаря тому, что в контроллер управляющей электроники заложена программа, ограничивающая вредное повышенное искрение на коллекторе, и в первую очередь подавить благодаря тому, что в течение одной

полуволны сетевого напряжения сначала происходит работа в двигательном режиме, а затем в режиме торможения.

Помимо этого в предпочтительном варианте предусмотрены устройства для надежного распознавания двигательного режима и режима торможения, а также для контроля эксплуатационной надежности управляющей электроники и электрической схемы.

Ниже изобретение более подробно рассмотрено со ссылкой на прилагаемые к описанию чертежи, на которых показано:

на фиг.1 и 2 - электрические схемы электродинамического тормоза для

универсального электродвигателя и

на фиг.3-5 - сигналограммы в виде характеристик изменения тока при работе в двигательном режиме и в режиме торможения и

на фиг.6 - схема, иллюстрирующая работу в режиме торможения в течение полуволны сетевого напряжения.

На фиг.1 показана электрическая схема, в которой в линии, ведущей к первому выводу а для подключения к сети, расположен первый симистор 1, включенный последовательно с универсальным электродвигателем, а параллельно якору 2 включен второй симистор 1', перед которым последовательно с ним включен переключатель S. Якорь 2 включен между двумя обмотками 3, 3' возбуждения. Переключатель S подсоединен к одной из сторон якоря 2. Второй симистор 1' с одной своей стороны подсоединен к обеспечивающему работу в режиме торможения контакту е переключателя S, а с другой своей стороны - к другой из сторон якоря. Распознающий контакт f переключателя S соединен линией 4 с управляющей электроникой 5.

Управляющая электроника 5 соединена первой управляющей линией 30 с первым симистором 1, а второй управляющей линией 31 - со вторым симистором 1'.

Управляющая электроника 5 соединена далее первой питающей линией 32 с первым выводом а для подключения к сети, а второй питающей линией 33 - со вторым выводом б для подключения к сети. Кроме того, от управляющей электроники 5 к соединительной линии между шунтом б и первым симистором 1 проходит сигнальная линия 34. Помимо этого могут быть предусмотрены дополнительные датчики 35, прежде всего тахометр или датчик температуры универсального электродвигателя 1, которые соединены еще одной сигнальной линией 36 с управляющей электроникой 5.

При работе в двигательном режиме переключатель S замкнут на распознающий контакт f, и поэтому работа в двигательном режиме происходит через первый симистор 1. При работе же в режиме торможения переключатель S замкнут на обеспечивающий работу в этом режиме торможения контакт е, и поэтому работа в режиме торможения происходит одновременно через первый симистор 1 и второй симистор 1'.

От применения переключателя S можно отказаться. Помимо этого с управляющей электроникой 5 может быть соединен коммутирующий элемент датчика сигналов. В данном варианте второй симистор 1' соединен с двумя выводами якоря 2. Такой переключатель датчика сигналов, предназначенный для надежного распознавания двигательного режима и режима торможения, предпочтительно имеет три вывода.

Для повышения эффективности процесса торможения и прежде всего для снижения искрения под щетками при работе в режиме торможения первым и вторым симисторами 1, 1' в особенности управляет программа, которая заложена в контроллер управляющей электроники 5 и которая составлена таким образом, что предпочтительно в течение каждой полуволны сетевого напряжения сначала отпирается, т.е. переводится в проводящее состояние, первый симистор 1, чем активизируется работа в двигательном

режиме. Несмотря на использование в данном случае термина "двигательный режим", поскольку соответственно выбрана подача напряжения, тем не менее при этом предпочтительно сетевое напряжение выбрано таким и прежде всего длительность его подачи выбрана настолько короткой, что не происходит никакого существенного, а

предпочтительно вовсе никакого ускорения универсального электродвигателя.

Благодаря этому при заданном положении щеток достигается оптимальная коммутация.

Далее с заданной временной задержкой отпирается, т.е. переводится в проводящее состояние, второй симистор 1', в результате чего оба - первый 1 и второй 1' - симисторы находятся в проводящем состоянии. Вследствие этого якорь 2 оказывается замкнут накоротко через симистор 1', а ток сети протекает непосредственно через обмотку 3, 3' возбуждения и через первый и второй симисторы 1, 1'. Индуктированный ток в цепи короткозамкнутого якоря 2 протекает также через второй симистор 1'. В связи с изменением полярности поля на якоре при работе в режиме торможения по причине заданного положения щеток происходит недостаточная коммутация на якоре.

Поскольку предпочтительно в течение каждой полуволны при работе в режиме торможения перед фактическим режимом торможения кратковременно активизируется двигательный режим, искрение под щетками при короткозамкнутом якоре подавляется, благодаря чему уменьшается искрение на коллекторе, а тем самым и снижается износ щеток.

Временная задержка в отпирании второго симистора 1' имеет такую продолжительность, что работа в двигательном режиме предпочтительно в течение каждой полуволны при работе в режиме торможения достаточна для подавления искрения под щетками на коллекторе универсального электродвигателя, но не достаточна для сколько-нибудь существенного приведения в действие якоря 2.

Временная задержка в отпирании второго симистора 1' в течение каждой полуволны в предпочтительном варианте постоянна на протяжении всего времени торможения, т.е. в процессе торможения универсального электродвигателя 1. Однако указанная временная задержка может также иметь переменную величину, т.е. может изменяться при работе в режиме торможения. В начале работы в режиме торможения временная задержка может соответственно иметь большую величину, а затем в ходе дальнейшей работы в режиме торможения сокращаться, предпочтительно непрерывно, например, от одной полуволны к другой и достигать в конце времени торможения величины, при которой второй симистор 1' отпирается непосредственно после отпирания первого симистора 1 или одновременно с ним либо даже раньше него.

Универсальный электродвигатель может быть также выполнен отсоединяемым от сети с обеих своих сторон.

На фиг.2 показан вариант, в котором в линии, ведущей ко второму выводу b для подключения к сети, расположен третий симистор 1". Первый и третий симисторы 1, 1" всегда отпираются одновременно. В данном случае с управляющей электроникой 5 функционально связан сигнальный ключ S' для распознавания двигательного режима и режима торможения.

Второй симистор 1', который включен параллельно якору 2, может контролироваться шунтом 6. В том случае, когда после включения универсального электродвигателя обнаруживается протекание тока слишком большой силы, второй симистор 1' предположительно находится в проводящем состоянии, и универсальный электродвигатель сразу же отсоединяется от сети. В подобном случае может подаваться предупредительный мигающий световой сигнал.

В описанных выше вариантах симисторы использовались в качестве

полупроводниковых ключей. В зависимости от выбранного варианта возможно использование и иных ключей, прежде всего полупроводниковых ключей, для управления подачей напряжения и тока на универсальный электродвигатель в целях обеспечения его работы в двигательном режиме и в режиме торможения.

5 Описанный выше электродинамический тормоз отличается прежде всего хорошей коммутацией тока под щетками на коллекторе универсального электродвигателя при работе в режиме торможения. Такое особое преимущество достигается благодаря тому, что включенный параллельно якорю 2 симистор 1' отпирается с особой временной задержкой относительно первого симистора 1, включенного последовательно с
10 универсальным электродвигателем.

Описанный выше способ более подробно рассмотрен ниже со ссылкой на фиг.3-5, при этом в предпочтительном варианте при работе в режиме торможения для управления симисторами 1,1' всегда используется одна и та же таблица заложенной в контроллер программы для кривой фазовых углов.

15 На фиг.3 показана сигналограмма, отражающая характеристику изменения тока при работе в режиме торможения. Работа универсального электродвигателя в режиме холостого хода обозначена полными волнами 7 с фазовой отсечкой и с частотой, равной сетевой частоте. После короткой паузы Р сразу начинается работа в режиме торможения В, при этом первый и второй симисторы 1,1' одновременно отперты по команде
20 программы, заложенной в контроллер управляющей электроники 5. В течение первых двух третей 8 времени торможения потребление тока обмоткой 3 возбуждения остается приблизительно одинаковым. По этой причине в начале работы в режиме торможения происходит интенсивное искрение под щетками, из-за чего щетки обгорают, а коллектор повреждается. В течение последней трети 9 времени торможения потребление тока
25 обмоткой возбуждения незначительно возрастает.

Форма линии, которой на чертеже обозначена кривая 10 изменения частоты вращения (или скоростная характеристика), свидетельствует о том, что в начале работы в режиме торможения оно является слишком резким, а в конце - слишком слабым.

На фиг.4 показана сигналограмма, отражающая характеристику изменения тока при работе в режиме торможения В, в котором отпирание второго симистора 1'
30 произошло с соответствующей временной задержкой после отпирания первого симистора 1, благодаря чему предпочтительно в течение каждой полуволны сетевого тока сначала происходит работа в двигательном режиме, а затем - в режиме торможения.

В начале 11 времени торможения потребление тока обмоткой 3 возбуждения
35 существенно ниже по сравнению с фиг.3 и в дальнейшем слегка возрастает, а в последней трети 12 времени торможения значительно возрастает.

Благодаря временной задержке в отпирании второго симистора 1' коммутация на коллекторе универсального электродвигателя явно улучшается, а обгорание щеток уже значительно уменьшается. Форма кривой 10 изменения частоты вращения
40 свидетельствует о том, что в начале работы в режиме торможения оно слабее, а затем усиливается.

На фиг.5 показана сигналограмма, отражающая характеристику изменения тока при работе в режиме торможения, в котором отпирание второго симистора 1' произошло с оптимальной временной задержкой после отпирания первого симистора 1, благодаря
45 чему предпочтительно в течение каждой полуволны сетевого тока сначала происходит достаточная для обеспечения хорошей коммутации тока под щетками работа в двигательном режиме, а затем происходит работа в режиме торможения, при этом продолжительность такой временной задержки выбрана такой, что коммутация тока

под щетками при переходе с работы в двигательном режиме на работу в режиме торможения перемещается со сбегającego края щеток на их набегающий край, благодаря чему значительно уменьшается искрение под щетками, а также выбрана такой, что при работе в режиме торможения якорь в принципе не приводится в действие.

5 Согласно фиг.5 в начале 13 времени торможения потребление тока обмоткой 3 возбуждения еще ниже, чем на фиг.4, и в дальнейшем непрерывно умеренно возрастает, а в последней трети 14 времени торможения для ускорения процесса торможения соответственно возрастает до высокого уровня. В конце времени торможения на обмотку возбуждения подаются пакеты 15 полуволн.

10 Форма кривой 10 изменения частоты вращения свидетельствует о достижении оптимальной тормозной характеристики. В начале работы в режиме торможения оно начинается плавно и далее непрерывно сверхпропорционально усиливается, а в конце работы в режиме торможения вновь становится плавным.

Благодаря временной задержке в отпирании второго симистора 1' можно
15 использовать нерегулируемый режим торможения. Поэтому следует применять неизменную кривую фазовых углов, задаваемую таблицей, содержащейся в программе, заложенной в контроллер, поскольку при регулируемом режиме торможения изменение тормозного тока могло бы носить беспокойный характер, а искрение под щетками могло бы по этой причине усиливаться.

20 Для возможности поддержания скачков тока при работе в режиме торможения на низком уровне и уменьшения тем самым искрения под щетками шаг изменения фазового угла, например, от одной полуволны к другой в предпочтительном варианте может составлять менее 1%.

По мере укорачивания щеток их давление на коллектор на заданное время
25 торможения может оказаться уже недостаточным из-за уже недостаточного для этого напряжения короткозамкнутого якоря.

С целью вновь обеспечить возможность соблюдения времени торможения программа, заложенная в контроллер управляющей электроники 5, переключается на еще одну таблицу для кривой фазовых углов с меньшей фазовой отсечкой полуволн переменного
30 напряжения сети.

Достижение достаточного тормозного эффекта можно определять либо с помощью шунта, либо путем измерения частоты вращения.

Электродинамический тормоз в другом варианте может также работать на постоянном токе.

35 Программа, заложенная в контроллер управляющей электроники, в предпочтительном варианте содержит другие таблицы для кривых фазовых углов с уменьшающейся от одной таблицы к другой фазовой отсечкой полуволн сетевого напряжения.

Помимо этого тормозная характеристика в предпочтительном варианте рассчитана
40 таким образом, что в начале работы в режиме торможения оно начинается плавно и далее непрерывно сверхпропорционально усиливается, а в конце работы в режиме торможения вновь становится плавным.

На фиг.6 схематично показана полуволна сетевого напряжения в функции фазового угла сетевого напряжения на выводах а, б для подключения к сети при работе
45 универсального электродвигателя в режиме торможения. Основная идея изобретения заключается в том, чтобы обеспечивать щадящее торможение универсального электродвигателя с помощью сетевого напряжения. При этом при работе в режиме торможения сначала кратковременно включается двигательный режим, а затем

происходит переключение на собственно режим торможения. В рассматриваемом примере при фазовом угле, равном 130° , первый ключ 1 (или коммутационный аппарат) переходит в проводящее (открытое) состояние, а второй ключ 1' все еще остается в непроводящем (закрытом) состоянии. Затем при следующем фазовом угле, равном 134° , второй ключ 1' также переходит в проводящее состояние, в результате чего на универсальный электродвигатель оказывается фактическое тормозное действие. В промежутке времени между фазовыми углами 130° и 134° кратковременно включается двигательный режим. После фазового угла, равного 134° , происходит работа только в режиме торможения, который заканчивается, например, при фазовом угле, равном 180° .

В зависимости от выбранного варианта фазовый угол включения, а тем самым и момент включения первого ключа с его переходом в проводящее состояние в процессе торможения варьируется в зависимости от различных параметров, таких, например, как частота вращения вала универсального электродвигателя, его температура, требуемая продолжительность торможения и/или требуемое продление срока эксплуатации щеток коллектора (степень их "щажения"). Помимо этого варьируется и временная задержка между моментом включения первого ключа, т.е. моментом его перехода в проводящее состояние, для кратковременного инициирования двигательного режима и моментом включения второго ключа, т.е. моментом его перехода в проводящее состояние, для инициирования режима торможения.

Временная задержка между моментами включения первого и второго ключей может, например, составлять от одной микросекунды до одной миллисекунды. Так, например, такая временная задержка может составлять либо от 1 до 5 мкс, либо от 5 до 20 мкс, либо от 20 до 50 мкс, либо от 50 до 100 мкс. Помимо этого такая временная задержка может составлять от 100 до 300 мкс. В зависимости от варианта можно использовать временную задержку меньшей или большей продолжительности.

В простом варианте временная задержка между моментами отпирания первого и второго ключей для кратковременной активизации двигательного режима и последующей активизации режима торможения может быть постоянной на протяжении всего процесса торможения.

В другом варианте временная задержка между моментом включения первого ключа для кратковременной активизации двигательного режима и моментом включения второго ключа для активизации режима торможения может в процессе торможения зависеть от тех или иных параметров универсального электродвигателя, например, его температуры, частоты вращения, электрических свойств, таких как сопротивление R и индуктивность L , и от сетевого напряжения.

Так, например, временная задержка может зависеть от сетевого напряжения в момент включения первого ключа и/или от частоты вращения вала универсального электродвигателя и/или от его температуры. Для этого в предпочтительном варианте в памяти данных сохранены полученные экспериментальным путем таблицы или параметрические кривые, к которым обращается управляющая электроника.

Температуру универсального электродвигателя и частоту вращения его вала можно определять соответствующими датчиками либо оценивать, соответственно вычислять на основании рабочих параметров, таких, например, как ток и напряжение.

В зависимости от выбранного варианта универсальный электродвигатель можно в течение каждой полуволны сетевого напряжения переводить на работу в режиме торможения с кратковременной предшествующей ему работой в двигательном режиме, как это рассмотрено выше со ссылкой на фиг.6. В зависимости от выбранного варианта

работа в двигательном режиме может при этом осуществляться перед переключением на работу в фактическом режиме торможения, например только в течение части полуволн.

Управляющая электроника выполнена в виде контроллера с соответствующим программным обеспечением для управления первым и вторым ключами. Для этого предусмотрена далее память, в которой хранятся управляющая программа и управляющая информация, например таблицы фазовой отсечки ключей, т.е. значения фазовых углов включения и выключения первого ключа и включения и выключения второго ключа, соответствующие режиму торможения, проиллюстрированному на фиг.6. В такой памяти сохранены прежде всего таблицы и параметрические кривые для фазовых углов, при которых должно происходить включение, соответственно выключение первого ключа и/или второго ключа. Такие таблицы и параметрические кривые могут при этом зависеть от параметров универсального электродвигателя и/или от сетевого напряжения. Временная задержка в отпирании второго ключа после отпирания первого ключа при работе в режиме торможения может прежде всего зависеть от сетевого напряжения в момент включения первого ключа и/или от частоты вращения вала универсального электродвигателя и/или от его температуры. Для этого в памяти сохранены соответствующие таблицы и/или параметрические кривые, которые были получены, например, экспериментальным путем.

Помимо этого в памяти можно сохранять данные, которые задают изменение фазового угла от одной полуволны к другой. Так, например, изменение фазового угла от одной полуволны к следующей для перехода первого ключа в проводящее состояние и/или для перехода второго ключа в проводящее состояние может быть ограничено максимальным значением, например, в один процент.

Из приведенных на фиг.3-5 диаграмм вытекает, что в конце работы в режиме торможения последовательно следуют пакеты полуволн напряжения разной полярности. В соответствии с этим для заданных временных интервалов или заданного количества полуволн используются, например, только положительные полуволны сетевого напряжения в целях торможения электродвигателя с использованием двигательного режима и режима торможения. Затем используют пакет отрицательных полуволн сетевого напряжения в целях торможения универсального электродвигателя путем кратковременной активизации двигательного режима и последующей активизации режима торможения, как это рассмотрено выше со ссылкой на фиг.6.

Формула изобретения

1. Электродинамический тормоз для универсального электродвигателя с устройством для переключения с работы в двигательном режиме на работу в режиме торможения, при работе в котором обмотка (3) возбуждения универсального электродвигателя запитана от сети через первый и второй ключи (1, 1'), а якорь (2) универсального электродвигателя замкнут накоротко через второй ключ (1'), и с управляющей электроникой (5), которая при работе в режиме торможения обеспечивает предпочтительно в течение каждой полуволны сетевого напряжения кратковременную активизацию двигательного режима, а затем активизацию режима торможения, для чего сначала в проводящее состояние переводится первый ключ (1), а затем по истечении заданной временной задержки в проводящее состояние переводится второй ключ (1').

2. Электродинамический тормоз по п.1, в котором временная задержка в переводе второго ключа (1') в проводящее состояние имеет такую продолжительность, что предшествующий двигательный режим в течение полуволны сетевого напряжения

приводит к уменьшению искрения под щетками на коллекторе универсального двигателя.

3. Электродинамический тормоз по п.1, отличающийся тем, что временная задержка составляет от 1 мкс до 1 мс.

5 4. Электродинамический тормоз по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что временная задержка в переводе второго ключа (1') в проводящее состояние после перевода первого ключа в проводящее состояние постоянна при работе в режиме торможения.

10 5. Электродинамический тормоз по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что временная задержка в переводе второго ключа (1') в проводящее состояние после перевода первого ключа в проводящее состояние при работе в режиме торможения зависит от параметров универсального электродвигателя и от сетевого напряжения.

15 6. Электродинамический тормоз по п.5, отличающийся тем, что временная задержка в переводе второго ключа (1') в проводящее состояние после перевода первого ключа в проводящее состояние при работе в режиме торможения зависит от сетевого напряжения в момент перевода первого ключа в проводящее состояние и/или от частоты вращения вала универсального электродвигателя и/или от его температуры.

20 7. Электродинамический тормоз по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что временная задержка в переводе второго ключа (1') в проводящее состояние имеет в начале работы в режиме торможения некоторое значение, которое уменьшается в ходе дальнейшей работы в режиме торможения и прежде всего в конце работы в режиме торможения становится равным нулю или прежде всего становится отрицательным, в соответствии с чем перевод второго ключа в проводящее состояние начинает предшествовать переводу первого ключа (1) в проводящее состояние.

25 8. Электродинамический тормоз по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что временная задержка в переводе второго ключа (1') в проводящее состояние имеет такую продолжительность, что коммутация тока под щетками на коллекторе универсального электродвигателя при инициировании режима торможения в течение по меньшей мере части полутолн перемещается со сбегающего края щеток на их набегающий край, а
30 якорь при работе в режиме торможения не приводится в действие.

9. Электродинамический тормоз по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что управляющая электроника выполнена с возможностью обеспечения работы в регулируемом и нерегулируемом режиме торможения.

35 10. Электродинамический тормоз по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что управляющая электроника (5) выполнена с возможностью обращения к таблице, в которой сохранены значения фазовых углов для перевода первого ключа и/или второго ключа в проводящее состояние, при этом предпочтительно сохранена по меньшей мере одна кривая фазовых углов.

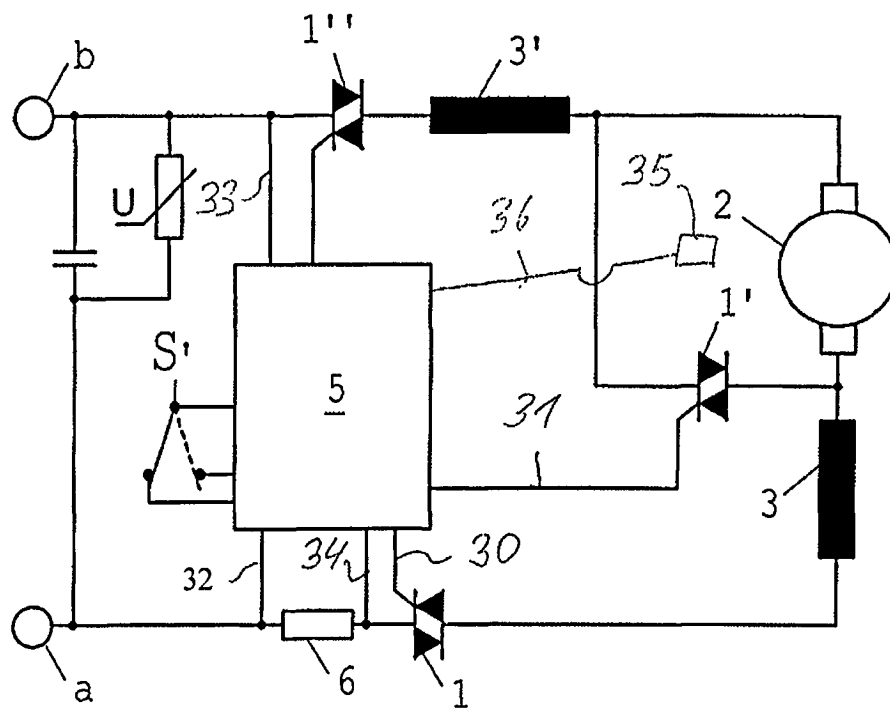
40 11. Электродинамический тормоз по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что при работе в режиме торможения второй ключ (1') включен параллельно якорю (2) и последовательно с обмоткой (3) возбуждения и первым ключом (1), при этом перед вторым ключом (1') в цепь включен переключатель (S) предпочтительно с распознающим контактом (f).

45 12. Электродинамический тормоз по п.11, отличающийся тем, что переключатель (S) функционально связан в качестве коммутирующего элемента (S') датчика сигналов с управляющей электроникой (5), в линии, ведущей к первому выводу (а) для подключения к сети, расположен первый ключ (1), а в линии, ведущей ко второму выводу (а) для подключения к сети, расположен третий ключ (1").

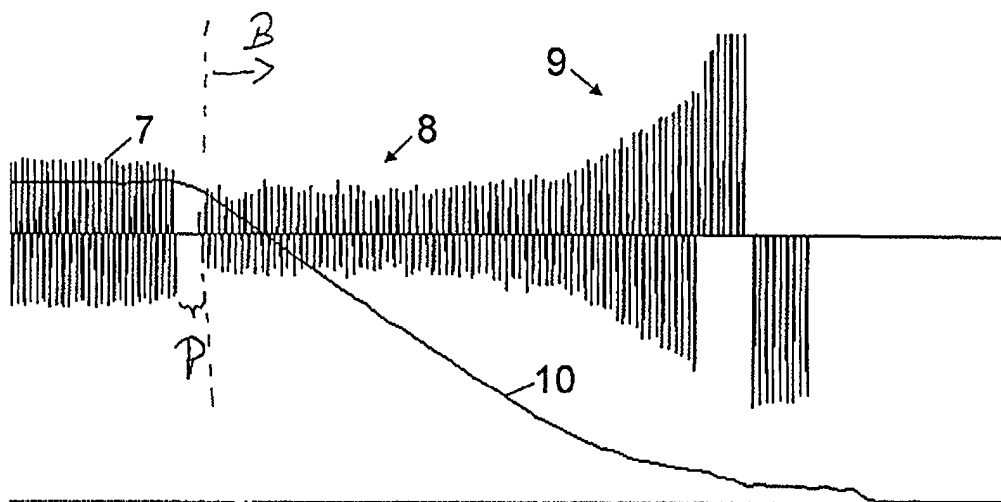
13. Способ торможения универсального электродвигателя с использованием устройства для переключения универсального электродвигателя с работы в двигательном режиме на работу в режиме торможения, заключающийся в том, что при работе в режиме торможения обмотку (3) возбуждения универсального электродвигателя запитывают сетевым напряжением через первый и второй ключи (1, 1'), а якорь (2) универсального электродвигателя замыкают накоротко через второй ключ (1'), при этом при работе в режиме торможения предпочтительно в течение каждой полуволны сетевого напряжения кратковременно активизируют двигательный режим работы универсального электродвигателя путем перевода первого ключа в проводящее состояние, а затем по истечении заданной временной задержки активизируют режим торможения путем перевода второго ключа (1') в проводящее состояние.

14. Способ по п.13, при осуществлении которого временную задержку между моментом перевода первого ключа в проводящее состояние для активизации двигательного режима и моментом перевода второго ключа в проводящее состояние для активизации режима торможения задают в пределах от 1 мкс до 1 мс.

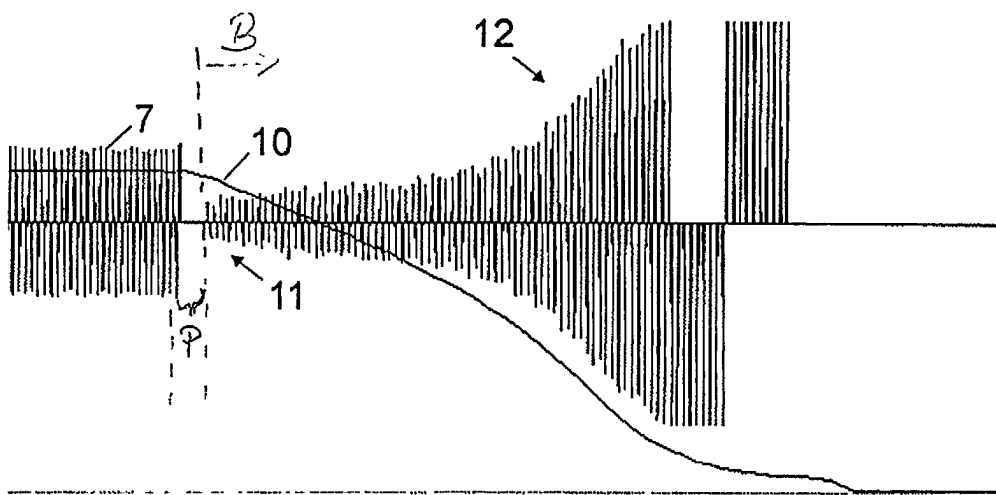
15. Способ по п.13 или 14, при осуществлении которого временную задержку в переводе второго ключа (1') в проводящее состояние после перевода первого ключа в проводящее состояние при работе в режиме торможения ставят в зависимость от сетевого напряжения в момент перевода первого ключа в проводящее состояние и/или от частоты вращения вала универсального электродвигателя и/или от его температуры.



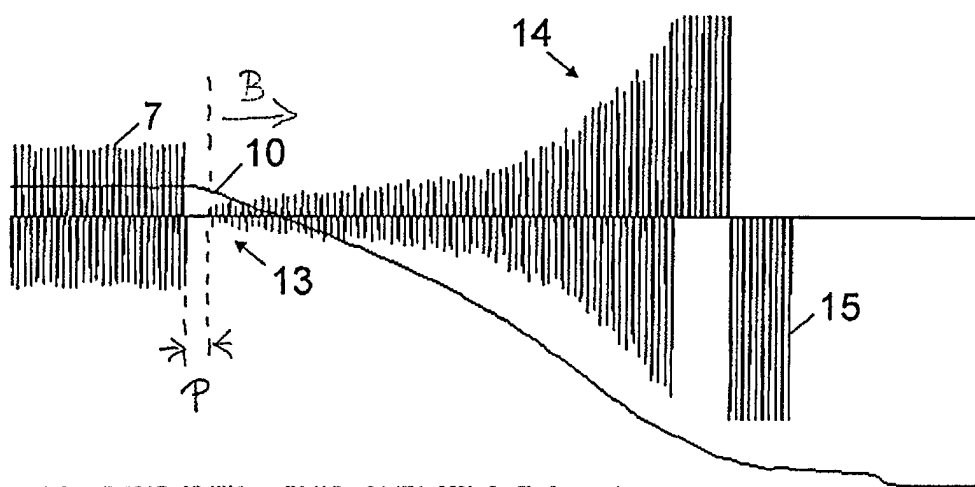
ФИГ. 2



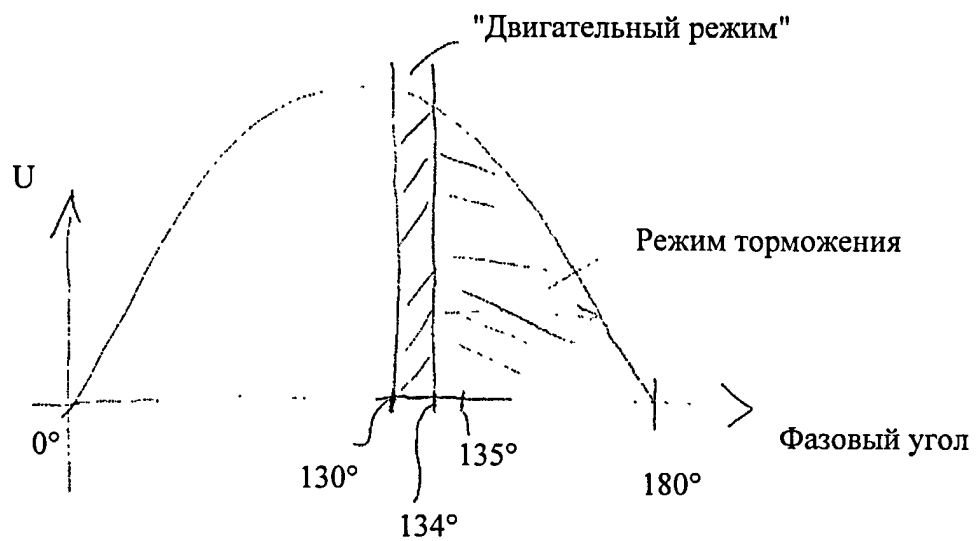
ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6