



(19) **KG** (11) **1792** (13) **C1**  
(51) **H01R 39/00** (2015.01)

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И ИНОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

### **(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ** к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)

(21) 20140107.1  
(22) 03.09.2014  
(46) 30.10.2015, Бюл. № 10  
(76) Ким Ф. Б. (KG)  
(56) US № 12439342 A1, кл. H01R 39/28, H01R 39/00, 2010

#### **(54) Вращающийся токосъемник**

(57) Изобретение относится к электромеханике, а именно к вращающимся токосъемникам для передачи электрических сигналов с различными характеристиками между устройствами, расположенными на статоре и роторе.

Задачей изобретения является обеспечение вращающегося токосъемника для передачи электрических сигналов с различными характеристиками между устройствами, расположенными на статоре и роторе, обладающего высокой стабильностью электрической проводимости, долговечностью, способностью надежной передачи электрических сигналов в большом диапазоне мощности, силы тока и напряжения, как постоянного, так и переменного в большом диапазоне частот.

Поставленная задача достигается тем, что вращающийся токосъемник содержит комплекты из соосных контактных поверхностей статора и ротора, электрически соединенных с оборудованием на статоре и роторе соответственно, и промежуточных контактных элементов качения, имеющих возможность упругой деформации в радиальном направлении, расположенных между контактными поверхностями статора и ротора, при этом в каждом комплекте контактных поверхностей статора и ротора одна из названных контактных поверхностей, смежных друг другу в одной зоне перпендикулярной их общей геометрической оси, является цилиндрической внутренней, а другая - цилиндрической внешней, обращенными друг к другу, причем промежуточный контактный элемент качения имеет единственную поверхность качения, имеющую способность взаимодействовать с контактными поверхностями ротора и статора, и является тонкостенным цилиндрическим кольцом из упругого токопроводящего материала, которое во вращающемся токосъемнике в сборе образует гибкую гладкую гусеницу, способную взаимодействовать с контактными поверхностями статора и ротора по поверхностям с площадями, составляющими значительную часть площади его единственной поверхности качения. Контактные поверхности статора и ротора каждая со стороны, обращенной к промежуточному контактному элементу качения по краям полосы, соответствующей ширине промежуточного контактного элемента качения, оснащена ребордами. При этом контактная поверхность статора расположена внутри контактной поверхности ротора. Реборды на контактных поверхностях статора и ротора оснащены поперечными канавками, расположенными с одинаковыми шагами, а боковые стороны промежуточных контактных элементов качения оснащены элементами, имеющими возможность взаимодействия с канавками на ребордах. Количество промежуточных контактных элементов качения выбирается не меньшим, чем достаточное для обеспечения потребной величины тока через их участки, не находящиеся в контакте с контактными поверхностями статора и ротора, при допускаемом значении плотности тока в названных участках. Комплект из соосных контактных поверхностей статора, ротора и промежуточного контактного элемента качения, заключен в пространство, ограниченное элементами из диэлектрического материала с высоким пробойным сопротивлением, допускающими взаимное вращение статора и ротора.

1 н. п. ф., 5 з. п. ф., 4 фиг.

Изобретение относится к электромеханике, а именно к вращающимся токосъемникам для передачи электрических сигналов с различными характеристиками между устройствами, расположенными на статоре и роторе.

Много видов вращающихся электрических машин (не только моторы и генераторы, но и различные другие устройства, в том числе и компьютерные томографы) нуждаются в надежных средствах передачи электрических сигналов от устройств на статоре к устройствам на роторе, и,

наоборот в широком диапазоне мощностей, напряжения, силы тока и частоты передаваемого электрического сигнала. Традиционно применяемые в технике токосъемники со скользящими промежуточными элементами (щетками) уже не удовлетворяют современным требованиям по обеспечению постоянства электрических характеристик контакта (постоянного сопротивления для отсутствия искажения информационных сигналов, отсутствия искрения и дугообразования и т. д.), долговечности, способности передавать сигналы в широком диапазоне мощностей, напряжений, силы тока и частоты переменного сигнала.

Одним из наиболее многообещающих способов решения этой проблемы является замена скольжения, сопровождаемого износом, на качение, однако, в этом способе часто возникают проблемы, связанные с непостоянством характеристик контакта между элементами токосъемника.

Известно изобретение «Вращающаяся электрическая машина», содержащая: электрическое питание, присоединенное к статору; ротор и множество подвижных контактов (элементов качения), предназначенных для передачи электрического питания на ротор, в которой каждый элемент качения зажат между названными статором и ротором так, что внешние силы, обусловленные упругостью каждого тела качения: (A) прижимают по меньшей мере части каждого тела качения к ротору и статору и (B) поддерживают контакт таких частей названных элементов качения с ротором и статором (US № 12439342 A1, кл. H01R 39/28, H01R 39/00, 2010). По этому изобретению электрический сигнал передается при помощи токопроводящих роликов, подобных телам качения шариковых или роликовых подшипников. Однако при передаче тока через подшипники качения их долговечность сильно снижается эрозией от искрения или образования электрической дуги при потере контакта отдельного ролика с ротором или статором, что ведет к преждевременному выходу из строя элементов качения.

Этот недостаток по названному изобретению устраняется тем, что контакт каждого элемента качения с ротором и статором обеспечивается за счет упругой деформации какой-либо части названного элемента качения: цилиндрических элементов качения, конических роликов, имеющих возможность перемещаться в осевом направлении друг относительно друга под действием упругого элемента, удлиненных элементов качения с дисковыми частями, соединенными через удлиненный упругий элемент.

Недостаток такого технического решения заключается в том, что (1) контакт между элементами качения и статором, и ротором осуществляется практически по линейной или точечной зоне, характерной контакту при качении тел относительно высокой жесткости, что ограничивает величину пропускаемого через контакт электрического тока и не предотвращает колебания ее проводимости, что весьма критично при необходимости передачи информационного сигнала с высокими требованиями по точности; (2) в большинстве вариантов функционирование устройства обеспечивается за счет скольжения между частями элемента качения, которое сам автор этого изобретения справедливо считает главным недостатком технических решений, на усовершенствование которых направлено его изобретение; (3) разнесение в ряде вариантов устройства контакта между элементами качения и статором, и ротором вдоль геометрической оси устройства и элементов качения, вследствие чего возникают условия для непредсказуемого выведения элементов качения из рабочего положения, то есть сбоя работы устройства; (4) выполнение в большинстве вариантов элементов качения составными, что определяет сложность устройства и снижает его надежность.

Задачей изобретения является обеспечение вращающегося токосъемника для передачи электрических сигналов с различными характеристиками между устройствами, расположенными на статоре и роторе, обладающего высокой стабильностью электрической проводимости, долговечностью, способностью надежной передачи электрических сигналов в большом диапазоне мощности, силы тока и напряжения, как постоянного, так и переменного в большом диапазоне частот.

Поставленная задача достигается тем, что вращающийся токосъемник содержит комплексы контактных поверхностей статора и ротора, промежуточных контактных элементов качения (далее «комплект»), количество названных промежуточных контактных элементов качения в комплекте достаточно для передачи тока необходимой максимальной величины электрического сигнала, передаваемого данным комплектом, а количество комплектов соответствует количеству каналов связи между оборудованием, смонтированным на статоре и роторе, соответственно, причем каждый комплект содержит по одной контактной поверхности статора и ротора, смежных друг другу в зоне, перпендикулярной их общей геометрической оси, из которых одна контактная поверхность является цилиндрической внутренней поверхностью, а другая - цилиндрической

внешней, обращенными друг к другу, а каждый промежуточный контактный элемент качения имеет единственную поверхность качения, способную взаимодействовать с контактными поверхностями ротора и статора по большой поверхности, и является тонкостенным цилиндрическим кольцом из упругого токопроводящего материала, например из фосфористой бронзы, которое в собранном вращающемся токосъемнике в сборе образует упругую гусеницу.

Так как концентрические контактные поверхности статора и ротора являются цилиндрическими и промежуточный контактный элемент качения взаимодействует с ними на относительно большой протяженности, обеспечиваются условия для удержания комплекта в сборе, однако, во избежание случайного удаления промежуточного контактного элемента качения из рабочей зоны дорожки качения на контактных поверхностях статора и ротора могут быть ограничены с боков ребордами.

Из-за большой гибкости промежуточного контактного элемента качения при его перемещении по круговой траектории с большой скоростью возникающие центробежные силы распределяются по нему в зависимости от распределения скоростей его частей и способны вызвать нежелательное изменение условия контакта между названным промежуточным контактным элементом и контактными поверхностями статора и ротора. Такой негативный эффект может быть устранен при условии, что контактная поверхность, расположенная ближе к геометрической оси вращающегося токосъемника по настоящему изобретения, является контактной поверхностью статора, так как на этой части промежуточного контактного элемента качения центробежные силы будут нулевыми.

В связи с тем, что при нормальных условиях взаимодействия контактных поверхностей промежуточных контактных элементов качения с дорожками качения контактных поверхностей статора и ротора условия скольжения между ними отсутствуют, круговые расстояния между промежуточными контактными элементами качения способны сохраняться постоянными, поэтому зазоры между соседними промежуточными контактными элементами в течение длительной эксплуатации вращающегося токосъемника сохраняются, но при действии случайных нежелательных силовых воздействий в исключительных случаях, такой зазор может измениться, вплоть до нежелательного контакта и трения между переходными частями соседних промежуточных контактных элементов качения, не взаимодействующими в данный момент с контактными поверхностями ротора и статора. Этот недостаток может быть устранен оснащением промежуточных контактных элементов качения и дорожек качения поверхностей статора и ротора фиксирующими элементами, например, боковыми выступами на промежуточных контактных элементах качения и поперечными канавками на ребордах дорожек качения с одинаковыми шагами, но не только именно таким решением.

Толщина стенок промежуточных контактных элементов качения определяется таким образом, чтобы максимальные растягивающие и сжимающие напряжения в них при максимальном изгибе в переходных частях не превышали допускаемые нормальные напряжения материала таких промежуточных контактных элементов качения.

Минимальное количество промежуточных контактных элементов качения в комплекте определяется максимальной величиной проводимого тока, удельной электропроводностью материала промежуточных контактных элементов качения и площадью поперечного сечения их стенок, причем для передачи переменного тока необходимо учитывать поверхностный эффект, зависящий от удельной электропроводности и магнитной проницаемости материала, а также частотой передаваемого переменного тока.

При необходимости передачи электрических сигналов большой мощности ограничивающим может быть не только максимальное значение проводимого тока, но и максимальное значение разности потенциалов между передаваемыми сигналами комплектов (контактных поверхностей статора и ротора, промежуточных контактных элементов качения) во избежание пробоя между комплектами. Если это требование конфликтует с габаритными ограничениями вращающегося токосъемника, то, по меньшей мере, один комплект должен быть заключен в объем, образованный электроизолирующими элементами из материала с высоким пробойным напряжением, допускающими взаимное вращение статора и ротора.

Ниже приведены чертежи одного из возможных воплощений изобретения, которыми не исчерпываются возможные воплощения изобретения, где:

На фиг. 1 показано продольное сечение вращающегося токосъемника для случая машины с внешним статором.

На фиг. 2 показано поперечное сечение вращающегося токосъемника для случая машины с

внешним статором.

На фиг. 3 показана часть развертки дорожки качения статора (ротора), реборды которой оснащены канавками для предотвращения скольжения между контактными поверхностями промежуточных контактных элементов качения и дорожки качения статора (ротора).

На фиг. 4 показана часть развертки промежуточного контактного элемента качения, оснащенного выступами для предотвращения скольжения между контактными поверхностями промежуточных контактных элементов качения и статора (или ротора).

Вращающийся токосъемник состоит из статора 1, оснащенного, по меньшей мере, одной контактной поверхностью 2, установленной на изоляторе 3 статора, и электрически соединенной с оборудованием, установленным на статоре машины; ротора 4, оснащенного, по меньшей мере, одной контактной поверхностью 5, установленной на изоляторе 6 ротора, и электрически соединенной с оборудованием, установленным на роторе машины, и промежуточных контактных элементов качения 7, выполненных из упругого токопроводящего материала в виде тонкостенных колец, заневоленных между контактной поверхностью 2 статора 1 и контактной поверхностью 5 ротора 4 так, что они принимают вид гибкой гладкой гусеницы, взаимодействующей с названными контактными поверхностями.

Контактная поверхность 2 статора 1 и контактная поверхность 5 ротора 4 могут быть не обязательно оснащены выступающими в радиальном направлении ребордами 8 и 9, в которых могут быть выполнены канавки 10, а контактные элементы качения могут быть оснащены боковыми выступами 11.

Центробежные силы, действующие на части промежуточных контактных элементов качения 7, взаимодействующих с движущейся контактной поверхностью 2 или 5, изменяют плотность контакта между ними: если движущаяся контактная поверхность находится ближе к геометрической оси вращающегося токосъемника, чем промежуточное контактное тело качения 7, то плотность контакта будет уменьшаться, а если движущаяся контактная поверхность находится дальше от геометрической оси вращающегося токосъемника, чем промежуточное контактное тело качения 7, то плотность контакта будет возрастать; при этом увеличение плотности контакта в этой паре не может быть большим и вредного воздействия на работоспособность вращающегося токосъемника не оказывает, а уменьшение плотности контакта может привести к нежелательному нарушению контакта. Поэтому более предпочтительным является вариант вращающегося токосъемника, у которого контактная поверхность 2 статора 1 размещается внутри контактной поверхности 5 ротора 4.

Изолирующие диски 12 в сочетании с изолятором 3 составляют статорную часть, а изолирующие диски 13 в сочетании с изолятором 6 составляют роторную часть изолирующей оболочки для предотвращения пробоя между смежными комплектами.

Кронштейн 14 для соединения статора вращающегося токосъемника со статором машины предназначен для возможности монтажа статорной части вращающегося токосъемника, а диск 15 предназначен для возможности монтажа роторной части вращающегося токосъемника.

При работе вращающегося токосъемника роторная часть вращающегося токосъемника вращается относительно статорной части вращающегося токосъемника, при этом промежуточные контактные тела качения 7, взаимодействуя с контактными поверхностями 2 и 5, поддерживают надежный контакт с ними; при этом реборды 8 и 9 предотвращают случайное удаление промежуточных контактных тел качения 7 из рабочего состояния, а боковые выступы 11 на них, взаимодействуя с канавками 10, гарантируют постоянство расстояния между промежуточными контактными телами качения 7, исключая нежелательный контакт между ними. Изолирующие диски 12 и 13, вращаясь друг относительно друга, совместно с изоляторами 3 и 6 предохраняют от недопустимого электрического пробоя между комплектами.

Все элементы вращающегося токосъемника могут быть выполнены известными технологическими методами из доступных материалов.

Другие модификации и воплощения вращающегося токосъемника по настоящей идее могут быть наведены на ум специалиста в соответствующей области техники, для которых оно может быть полезно. Изобретение не ограничивается описанным воплощением в пределах изложенных идей.

Примененные в настоящем специфические термины использованы в родовом и описательном смысле, но не для ограничения изобретения.

#### Формула изобретения

1. Вращающийся токосъемник, содержащий, по меньшей мере, один комплект из соосных контактных поверхностей статора и ротора, электрически соединенных с оборудованием на статоре и роторе соответственно, и, по меньшей мере одного промежуточного контактного элемента качения, имеющего возможность упругой деформации в радиальном направлении, расположенного между контактными поверхностями статора и ротора, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что в каждом комплекте контактных поверхностей статора и ротора одна из названных контактных поверхностей, смежных друг другу в одной зоне перпендикулярной их общей геометрической оси, является цилиндрической внутренней, а другая - цилиндрической внешней, обращенными друг к другу, и по меньшей мере, один промежуточный контактный элемент качения имеет единственную поверхность качения, имеющую способность взаимодействовать с контактными поверхностями ротора и статора, и является тонкостенным цилиндрическим кольцом из упругого токопроводящего материала, которое во вращающемся токосъемнике в сборе образует гибкую гладкую гусеницу, способную взаимодействовать с контактными поверхностями статора и ротора по поверхностям с площадями, составляющими значительную часть площади его единственной поверхности качения.

2. Вращающийся токосъемник по п. 1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что контактные поверхности статора и ротора каждая со стороны, обращенной к промежуточному контактному элементу качения по краям полосы, соответствующей ширине названного промежуточного контактного элемента качения, оснащена ребордами.

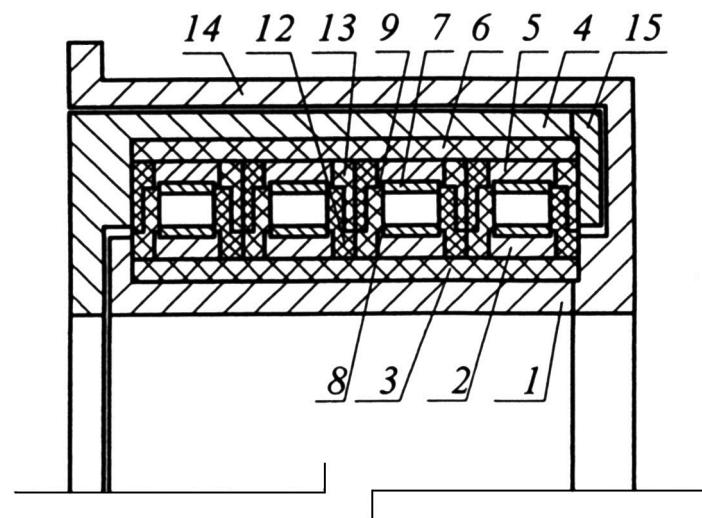
3. Вращающийся токосъемник по пунктам 1 и 2, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что контактная поверхность статора расположена внутри контактной поверхности ротора.

4. Вращающийся токосъемник по любому из пунктов 2-3, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что реборды на контактных поверхностях статора и ротора оснащены поперечными канавками, расположеными с одинаковыми шагами, а боковые стороны промежуточных контактных элементов качения оснащены элементами, имеющими возможность взаимодействия с канавками на ребордах.

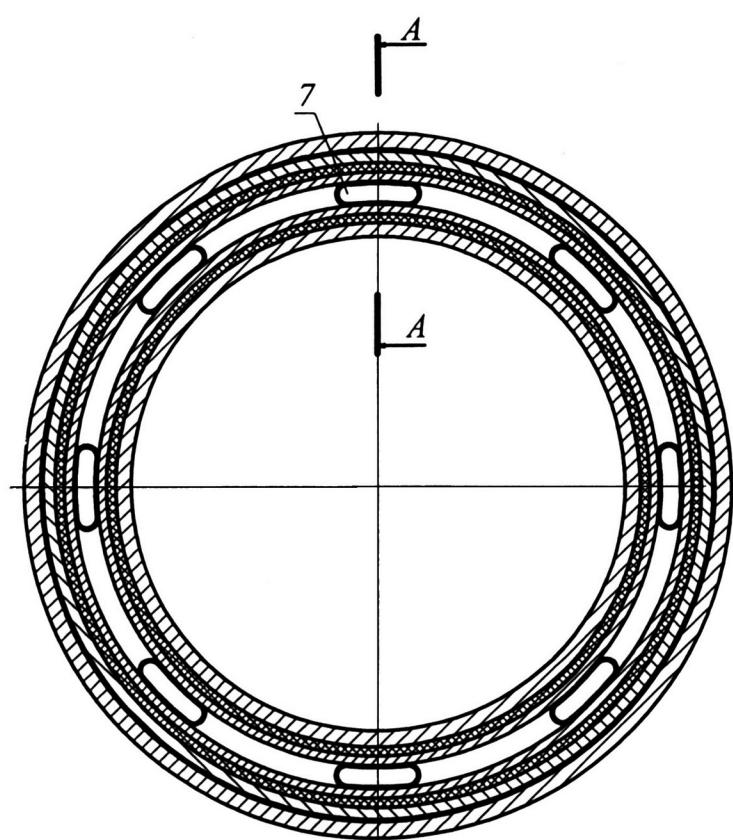
5. Вращающийся токосъемник по любому из п. 1-4, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что количество промежуточных контактных элементов качения выбирается не меньшим, чем достаточное для обеспечения потребной величины тока через их участки, не находящиеся в контакте с контактными поверхностями статора и ротора, при допускаемом значении плотности тока в участках.

6. Вращающийся токосъемник по любому из п. 1-5, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, по меньшей мере, один комплект из соосных контактных поверхностей статора, ротора и, по меньшей мере, одного промежуточного контактного элемента качения, заключен в пространство, ограниченное элементами из диэлектрического материала с высоким пробойным сопротивлением, допускающими взаимное вращение статора и ротора.

Вращающийся токосъемник

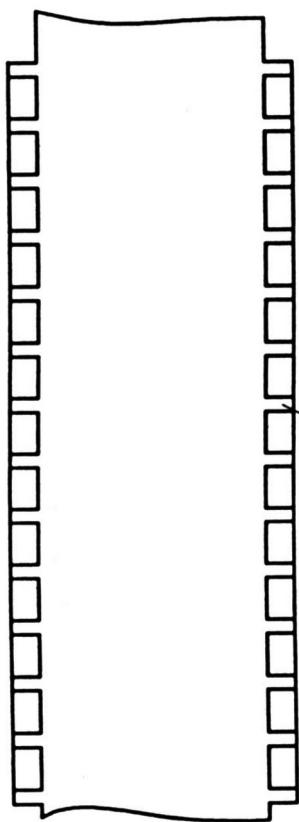
*A-A*

Фиг. 1

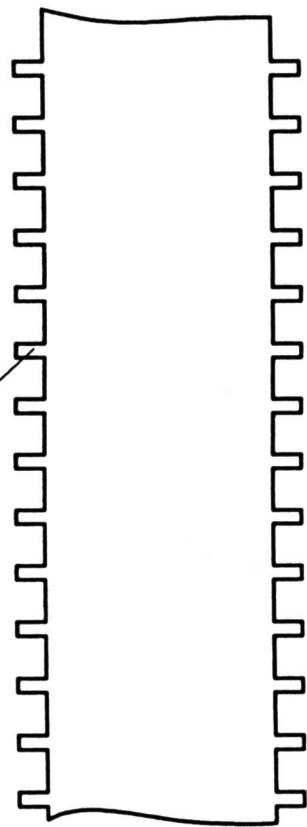


Фиг. 2

Вращающийся токосъемник



Фиг. 3



Фиг. 4

Выпущено отделом подготовки материалов

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,  
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03