

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 19436

(13) С1

(46) 2015.08.30

(51) МПК

F 16D 29/00 (2006.01)

F 16D 37/02 (2006.01)

(54)

## ФРИКЦИОННАЯ МУФТА

(21) Номер заявки: а 20121270

(22) 2012.09.03

(43) 2014.04.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный технический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Шило Иван Николаевич (ВУ); Романюк Николай Николаевич (ВУ); Агейчик Валерий Александрович (ВУ); Романюк Владимир Юрьевич (ВУ); Ким Наталья Павловна (KZ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный технический университет" (ВУ)

(56) ВУ 15030 С1, 2011.

RU 2006144858 А, 2008.

RU 94015535 А1, 1996.

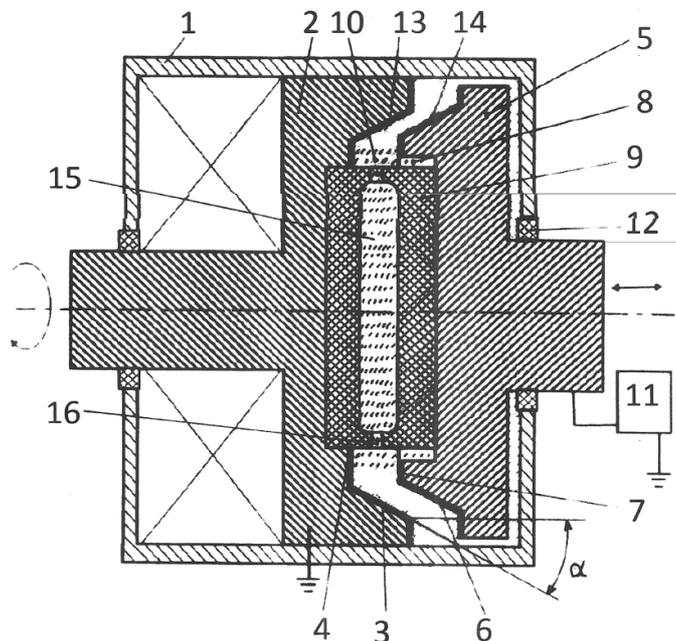
RU 2366842 С1, 2009.

RU 2295066 С1, 2007.

EP 0940286 В1, 2004.

(57)

Фрикционная муфта, содержащая две полумуфты, размещенные в корпусе, одна из которых установлена с возможностью вращения и выполнена с внутренней рабочей конической поверхностью, а другая - с возможностью осевого перемещения и выполнена с наружной рабочей конической поверхностью, и взаимодействующие друг с другом посредством упругого элемента, выполненного в виде прямого кругового цилиндра из маслостойкой податливой резины с осью симметрии, совпадающей с осью вращения муфты, причем



ВУ 19436 С1 2015.08.30

пространство между полумуфтами заполнено электрореологической или магнитореологической жидкостью, связанной с источником электрического или магнитного поля, позволяющего изменять ее вязкость, при этом на рабочих конических поверхностях полумуфт выполнено фрикционное покрытие из оксидов немагнитных металлов, полумуфты выполнены из немагнитных сплавов, а угол конусности  $\alpha$  рабочих конических поверхностей полумуфт для электрореологической жидкости выбран из соотношения

$$\arctg f_{R3} < \alpha < \arctg f_{T3},$$

где  $f_{R3}$  - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при отсутствии между ними электрического поля;

$f_{T3}$  - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при максимальном значении между ними напряженности электрического поля, а для магнитореологической жидкости - из соотношения

$$\arctg f_{TМ} < \alpha < \arctg f_{RМ},$$

где  $f_{TМ}$  - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при отсутствии между ними соответственно магнитного поля;

$f_{RМ}$  - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при максимальном значении между ними напряженности магнитного поля, **отличающаяся** тем, что упругий элемент выполнен с симметричной его оси симметрии и оси вращения полостью, соединенной отверстиями, расположенными по оси симметрии полости, с пространством, расположенным между полумуфтами.

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано в устройствах для передачи крутящего момента сил от двигателя к силовой системе.

Известна фрикционная муфта, содержащая две полумуфты, одна из которых выполнена с внутренней конической рабочей поверхностью, вторая - с наружной. Во избежание самозахватывания муфты и облегчения расцепления угол конусности выбирают больше угла трения покоя [1].

Недостатком данного устройства является жесткость включения муфты, обуславливающая возникновение значительных динамических нагрузок в кинематической цепи и, как следствие, ускоренную потерю работоспособности ее элементов.

Известна фрикционная муфта, состоящая из двух полумуфт, размещенных в корпусе, одна из которых установлена с возможностью вращения и имеет внутреннюю рабочую коническую поверхность с углом конусности, меньшим угла закаливания, а другая - с возможностью осевого перемещения и имеет внешнюю рабочую коническую поверхность с углом конусности, большим угла заклинивания, и выполнена в виде подпружиненного сепаратора с поверхностями различной конусности, в пазах которого размещены фрикционные элементы [2].

Полумуфты взаимодействуют между собой посредством фрикционных элементов и стальной пружины.

Недостатками конструкции данной муфты являются жесткость ее включения, что приводит к возникновению значительных динамических нагрузок в кинематической цепи и ускоренной потере работоспособности ее элементов, а также низкая технологичность изготовления муфты вследствие конструктивной сложности полумуфты, имеющей значительное количество высокоточных фрикционных элементов и пазы для их установки, выполненные с углами разной конусности, а также выполнение наружной и внутренней конических поверхностей полумуфт с углами разной конусности. Для обеспечения энергосиловых характеристик указанной муфты требуется высокая точность изготовления фрикционных элементов и сопрягаемых с ними поверхностями полумуфт.

Известна фрикционная муфта, содержащая две полумуфты, размещенные в корпусе, одна из которых установлена с возможностью вращения и выполнена с внутренней рабочей конической поверхностью, а другая - с возможностью осевого перемещения и выпол-

нена с наружной рабочей конической поверхностью, и взаимодействующие друг с другом посредством упругого и фрикционных элементов, причем в корпусе между полумуфтами находится электрореологическая или магнитореологическая жидкость, связанная с источником электрического или магнитного поля, позволяющего изменять ее вязкость, при этом фрикционные элементы выполнены в виде фрикционных покрытий из оксидов немагнитных металлов, сформированных на рабочих конических поверхностях полумуфт, выполненных из немагнитных сплавов, а угол конусности а рабочих конических поверхностей полумуфт для электрореологической жидкости выбран из соотношения:

$$\arctg f_{R3} < \alpha < \arctg f_{T3},$$

где  $f_{R3}$  - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при отсутствии между ними электрического поля;

$f_{T3}$ , - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при максимальном значении между ними напряженности электрического поля, а для магнитореологической жидкости - из соотношения

$$\arctg f_{TM} < \alpha < \arctg f_{RM},$$

где  $f_{TM}$  - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при отсутствии между ними соответственно магнитного поля;

$f_{RM}$  - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при максимальном значении между ними напряженности магнитного поля [3].

Недостатком данного устройство являются потери энергии в разомкнутом состоянии, которые возникают в результате гидравлического взаимодействия посредством электрореологической или магнитореологической жидкости между вращающейся и неподвижной полумуфтой.

Задачей изобретения является снижение потерь энергии двигателя при разомкнутом состоянии фрикционной муфты.

Поставленная задача достигается тем, что в фрикционной муфте, содержащей две полумуфты, размещенные в корпусе, одна из которых установлена с возможностью вращения и выполнена с внутренней рабочей конической поверхностью, а другая - с возможностью осевого перемещения и выполнена с наружной рабочей конической поверхностью, и взаимодействующие друг с другом посредством упругого элемента, выполненного в виде прямого кругового цилиндра из маслостойкой податливой резины с осью симметрии, совпадающей с осью вращения муфты, причем пространство между полумуфтами заполнено электрореологической или магнитореологической жидкостью, связанной с источником электрического или магнитного поля, позволяющего изменять ее вязкость, при этом на рабочих конических поверхностях полумуфт выполнено фрикционное покрытие из оксидов немагнитных металлов, полумуфты выполнены из немагнитных сплавов, а угол конусности а рабочих конических поверхностей полумуфт для электрореологической жидкости выбран из соотношения

$$\arctg f_{R3} < \alpha < \arctg f_{T3}, \tag{1}$$

где  $f_{R3}$  - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при отсутствии между ними электрического поля;

$f_{T3}$  - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при максимальном значении между ними напряженности электрического поля, а для магнитореологической жидкости - из соотношения

$$\arctg f_{TM} < \alpha < \arctg f_{RM}, \tag{2}$$

где  $f_{TM}$  - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при отсутствии между ними соответственно магнитного поля;

$f_{RM}$  - коэффициент трения между рабочими коническими поверхностями полумуфт при максимальном значении между ними напряженности магнитного поля, согласно изобретения, упругий элемент выполнен с симметричной его оси симметрии и оси вращения полостью, соединенной отверстиями, расположенными по оси симметрии полости, с пространством, расположенным между полумуфтами.

На фигуре изображен общий вид фрикционной муфты.

Фрикционная муфта содержит корпус 1, в котором установлены с возможностью вращения полумуфта 2, имеющая внутреннюю рабочую коническую поверхность 3 и примыкающую к ней торцевую поверхность 4, и с возможностью осевого перемещения полумуфта 5, имеющая ответные полумуфте 2 наружную рабочую коническую поверхность 6 и торцевую поверхность 7. В торцевой поверхности 7 полумуфты 5 выполнена кольцевая проточка 8, в которой установлен упругий элемент 9, выполненный из маслостойкой податливой резины в виде прямого кругового цилиндра с осью симметрии, совпадающей с осью вращения муфты. При этом кольцевая проточка 8 имеет размеры, большие соответствующих размеров упругого элемента 9 для обеспечения возможности его деформирования при работе фрикционной муфты. Упругий элемент 9, выполненный из резины, позволяет аккумулировать большее количество энергии, чем пружинная сталь, имеет значительно большую демпфирующую способность и обладает электроизоляционными свойствами. В корпусе 1 между полумуфтами 2 и 5 находится жидкость 10, соединенная с устройством 11 источника электрического (магнитного) поля, позволяющего изменять ее вязкость.

Между корпусом 1 и валом полумуфты 5 установлено уплотнение 12, герметизирующее внутреннее пространство корпуса 1 для предотвращения вытекания жидкости 10. Угол конусности конических поверхностей 3 и 6 выбирают исходя из типа жидкости 10 (электрореологической или магнитореологической жидкости) и соотношений (1) или (2). Полумуфты 2 и 5 выполнены из алюминиевого сплава. На рабочих конических поверхностях 3 и 6 полумуфт 2 и 5 выполнены фрикционные элементы 13 и 14 в виде фрикционных покрытий оксидов металлов, например, алюминия  $Al_2O_3$ . Выполненные таким образом полумуфты 2 и 5 и фрикционные элементы 13 и 14 позволяют решить вопрос электроизоляции взаимодействующих поверхностей 3 и 6 при использовании электрореологической жидкости и остаточной намагниченности полумуфт при использовании магнитореологической жидкости.

Так, например, при использовании электрореологической жидкости на основе минерального масла, представляющей собой гомогенную суспензию, содержащую диэлектрические частицы исполнителя в виде 50 %  $SiO_2$ , значения коэффициентов трения при взаимодействии фрикционных элементов 13 и 14 в виде фрикционных покрытий оксида алюминия  $Al_2O_3$  составляют [4]; при максимальной напряженности электрического поля 3000 В/мм, создаваемого напряжением между контактирующими поверхностями полумуфт 2 и 5 - 200 В,  $f_{R0} = 0,155$ , при отсутствии электрического поля  $f_{T0} = 0,182$ . Таким образом, для рассматриваемого случая  $\arctg f_{R0} = \arctg 0,155 = 8^\circ$ ,  $\arctg f_{R3} = \arctg 0,182 = 10^\circ$ , а наиболее рациональная величина угла конусности  $\alpha$  рабочих конических поверхностей 3 и 6 полумуфт 2 и 5 составляет  $\alpha = 9^\circ$ . При использовании магнитореологической жидкости с концентрацией дисперсной фазы до 25 % величины коэффициентов трения составляют [5]; при максимальном значении магнитного поля  $f_{RM} = 0,47$ , при отсутствии магнитного поля в жидкости  $f_{TM} = 0,21$ . Следовательно,  $\arctg f_{RM} = 25^\circ$ ,  $\arctg f_{TM} = 12^\circ$ , а наиболее рациональная величина угла конусности  $\alpha$  рабочих конических поверхностей 3 и 6 полумуфт 2 и 5 в этом случае составляет  $\alpha = 18^\circ$ . Упругий элемент 9, выполнен с симметричной его оси симметрии и оси вращения муфты внутренней полостью 15, соединенной радиально расположенными симметричными осью симметрии отверстиями 16с расположенным между полумуфтами пространством.

Фрикционная муфта работает следующим образом.

Фрикционная муфта с электрореологической жидкостью 10 на основе минерального масла, представляющей собой гомогенную суспензию, содержащую диэлектрические частицы наполнителя в виде 50 %  $SiO_2$  устанавливается на тракторе "Беларус" для соединения вала отбора мощности с двигателем. Механизмом осевой подачи (не показан) полумуфта 5 перемещается в осевом направлении к полумуфте 2 до их контакта, при этом посредством устройства 11 источника электрического поля и автоматической системы

управления (не показана) между полумуфтами 2 и 5 создается максимальное напряжение (200В), вязкость жидкости 10 увеличивается. Взаимодействие трущихся поверхностей 3 и 6 полумуфт 2 и 5 происходит с проскальзыванием. При снижении электрического напряжения посредством автоматической системы управления (не показана) и устройства 11 происходит уменьшение электрического поля в электрореологической жидкости 10, ее вязкость уменьшается, соответственно плавно уменьшается толщина масляной пленки, вследствие этого возникает режим граничного трения, уменьшается коэффициент трения и передаваемый муфтой крутящий момент возрастает до максимального значения. В соответствии с этим увеличивается сила сцепления между полумуфтами 2 и 5, обеспечивая плавное включение муфты. Выключение муфты происходит посредством упругого элемента 9, выводящего полумуфту 5 из контакта, размыкая полумуфту 2, при отсутствии между ними напряжения. При использовании в муфте магнитореологической жидкости 10с концентрацией дисперсной фазы до 25 % наоборот после сближения полумуфт 2 и 5 до контакта производится плавное увеличение напряженности магнитного поля до максимума, вязкость жидкости увеличивается с соответствующим увеличением коэффициента трения и передаваемого муфтой крутящего момента.

Передача крутящего момента в муфте сцепления осуществляется частично за счет трения между фрикционными элементами полумуфт 13 и 14 без воздействия электрического (магнитного) поля, частично за счет сил сцепления, создаваемых электрореологической (магнитореологической) жидкостью 10 при воздействии на нее электрического (магнитного) поля устройством 11, что обеспечивает управляемое плавное включение муфты и устранение динамических нагрузок. При рассоединении полумуфт упругий элемент 9 через отверстия 16 за счет упругих свойств засасывает в свою внутреннюю полость 15 электрореологическую или магнитореологическую жидкость из пространства между вращающейся и неподвижной полумуфтой, что снижает потери энергии а разомкнутом состоянии муфты, которые возникают в результате гидравлического взаимодействия посредством электрореологической или магнитореологической жидкости между вращающейся и неподвижной полумуфтой. При включении муфты с целью соединения вала отбора мощности с двигателем упругий элемент 9 деформируется и через отверстия 16 из внутренней полости 15 электрореологическая или магнитореологическая жидкость подается к трущимся поверхностям.

Применение фрикционной муфты обеспечивает снижение динамической нагруженности элементов кинематической цепи и внешних устройств, связанных с силовой системой, создает возможность управлять муфтой с использованием электрореологической или магнитореологической жидкости с обратимо изменяемыми свойствами.

#### Источники информации:

1. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 1974. - С. 586-587.
2. Патент Украины 35048, МПК F 16D 77/00, F 16D 13/00, 208.
3. Патент BY 15030, МПК F 16D 29/00, F 16D 37/02, 2011.
4. Басинюк В.Л., Коробко Е.В., Мардосевич Е.А., Гончарова Н.А., Коробко А.О., Мардосевич М.И. Управление триботехническими параметрами трущихся сопряжений // Трение и износ. - Т. 24. - № 6. 2003. - С. 687-693.
5. Яновский Ю.Г., Теплухин А.В., Филипенков П.А., Карнет Ю.Н. Реология и механика магнитореологических суспензий // Механика композиционных материалов и конструкций. - Т. 10. - № 4. - 2004. - С. 613.