



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009114863/07**, 18.09.2007(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.09.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
22.09.2006 EP 06121112.4
22.09.2006 US 60/826,668(43) Дата публикации заявки: **27.10.2010** Бюл. № 30(45) Опубликовано: **27.06.2011** Бюл. № 18(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2160154 C2**, 10.12.2000. **RU 2229181**
C2, 20.05.2004. **RU 2111572 C1**, 20.05.2004. **US**
5667715 A, 16.09.1997. **CN 1588589 A**,
02.03.2005. **JP 11214211 A**, 06.08.1999.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **22.04.2009**(86) Заявка РСТ:
EP 2007/059830 (18.09.2007)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/034820 (27.03.2008)

Адрес для переписки:

**105064, Москва, а/я 88, "Патентные
поверенные Квашнин, Сапельников и
партнеры", пат.пов. В.П.Квашнину, рег.№ 4**

(72) Автор(ы):

**КИБУРГ Кристоффер (DE),
ПФИСТЕР Юрген (DE),
ГАБРИЕЛЬ Клаус (DE),
ОТТЕР Гюнтер (DE),
ЛАУН Мартин (DE),
ЛОХТМАН Рене (DE)**(73) Патентообладатель(и):
БАСФ СЕ (DE)**(54) МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПОЗИЦИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области
электротехники, в частности к
магнитореологической композиции, состоящей
из ионной жидкости, содержащей анионы и
катионы, дисперсные намагничиваемые
частицы, средний диаметр которых составляет
от 0,1 до 500 нм, и в случае необходимостидобавки. Повышение температурной
стабильности магнитореологической
композиции, повышение ее срока службы в
широком диапазоне температур от - 40°C до
свыше 150°C, без ухудшения пригодности к
употреблению, является техническим
результатом изобретения. 3 н. и 4 з.п. ф-лы, 5
табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2009114863/07, 18.09.2007**(24) Effective date for property rights:
18.09.2007

Priority:

(30) Priority:
22.09.2006 EP 06121112.4
22.09.2006 US 60/826,668(43) Application published: **27.10.2010 Bull. 30**(45) Date of publication: **27.06.2011 Bull. 18**(85) Commencement of national phase: **22.04.2009**(86) PCT application:
EP 2007/059830 (18.09.2007)(87) PCT publication:
WO 2008/034820 (27.03.2008)Mail address:
105064, Moskva, a/ja 88, "Patentnye poverennye
Kvashnin, Sapel'nikov i partnery", pat.pov.
V.P.Kvashninu, reg.№ 4

(72) Inventor(s):

KIBURG Kristoffer (DE),
PFISTER Jurgen (DE),
GABRIEL' Klaus (DE),
OTTER Gjunter (DE),
LAUN Martin (DE),
LOKhTMAN Rene (DE)

(73) Proprietor(s):

BASF SE (DE)**(54) MAGNETIC-RHEOLOGICAL COMPOSITION**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention relates to a magnetic-rheological composition that consists of an ionic liquid including anions and cations, dispersed magnetised particles, the average diameter of which makes from 0.1 to 500 mcm, and an additive when

required.

EFFECT: increased temperature stability of a magnetic-rheological composition, its increased service life in a wide range of temperatures, without deterioration of suitability for usage, is the technical result of the invention.

7 cl, 3 ex, 5 tbl

Настоящее изобретение касается магнитореологической композиции, содержащей в жидкости дисперсные намагничиваемые частицы, способа изготовления магнитореологической композиции, а также ее применения.

Магнитореологическими композициями (сокращенно МРК) называют обычно композиции, которые меняют свои реологические свойства под воздействием магнитного поля. При этом преимущественно речь идет о суспензиях ферромагнитных, суперпарамагнитных или парамагнитных частиц в жидкости.

Если такая суспензия подвергается воздействию магнитного поля, то ее сопротивление текучести увеличивается. Это вызвано тем, что дисперсные намагничиваемые частицы, например частицы железа, вследствие своего магнитного взаимодействия образуют цепочкообразные структуры вдоль силовых линий магнитного поля. Во время сдвига магнитореологического раствора эти структуры частично разрушаются, но опять восстанавливаются. Реологические свойства магнитореологической композиции в магнитном поле похожи на свойства пластического тела с пределом текучести, т.е. необходимо использовать минимальное напряжение сдвига, чтобы привести магнитореологическую композицию к течению.

Высокие значения прилагаемого напряжения сдвига требуется для применения магнитореологических композиций в регулируемых устройствах, например, в демпферах, соединительных муфтах, тормозах и других устройствах (например, гаптических устройствах, аварийных абсорберах, системах рулевого управления «Управляй с помощью электроники», зубчатых передачах и системах электрического управления тормозной системой, прокладках, удерживающих магнитах, протезах, тренажерах или подшипниках).

Известные способы использования магнитореологических жидкостей описаны, например, в публикациях US 5547049, EP 1016806 B1 или EP 1025373 B1.

Композиции, известные специалистам по уровню техники, используют в качестве основной жидкости углеводороды, иногда алканы, алкены, поли- α -олефины или сложные эфиры, сложные полиэфиры, силиконовые масла, полиалкиленгликоли или воду. В качестве магнитного компонента часто используется порошок карбонильного железа (сферические частицы железа размером от 1 до 30 μm), хотя описываются и частицы из других сплавов (WO 94/10691) или частицы неправильной формы (WO 04/044931 или US 2004/140447).

Хорошая пригодность к употреблению магнитореологической композиции обуславливается низкой склонностью к оседанию используемых намагничиваемых частиц в жидкости. Если возникают осадки, то они должны легко размешиваться, т.е. быть легко редиспергируемыми, чтобы не оказать отрицательного воздействия на функционирование аппаратов, в которых используется магнитореологическая композиция. Образования агломератов, а также твердых не редиспергируемых более осадков можно полностью или частично избежать путем использования подходящих диспергирующих средств. Для этого, как правило, используются полимеры или тензиды. Публикация US 5683615 описывает применение тиофосфорных и/или тиокарбаматных соединений в качестве диспергирующих средств для намагничиваемых частиц с целью улучшения коллоидной стабильности.

Публикация US 2004/0084651 описывает олеаты, нафтенаты, сульфонаты, сложные фосфатные эфиры, лаураты, стеараты, например гидроксистеарат лития, стеариновую кислоту, монолеат глицерина и жирные спирты в качестве диспергирующих средств.

Публикация US 2002/0130305 упоминает в качестве предпочтительных тензидов этоксилированные алкиламины, например аминэтоксилат жира рогатого скота.

Публикация US 2003/0047705 испрашивает этоксилированные и пропоксилированные алкиламины.

Кроме того, известные магнитореологические композиции чаще всего содержат тиксотропное средство, которое создает предел текучести и таким образом
5 противодействует осаждению частиц. Жесткость осадков снижается, и редиспергируемость уже осажденных частиц облегчается подобными добавками. Уровнем техники является применение гидрофобно модифицированных слоистых силикатов типа смектита, особенно типа монтмориллонита (WO 01/03150 A1), главной
10 составной частью бентонита, силикагеля или дисперсного диоксида кремния (US 5667715) в неполярных жидкостях. Известно также применение для этой цели частиц углерода (US 5354488) или полимочевины (DE 19654461 A1).

Магнитореологические композиции на водной основе описаны в публикации US 6132633, они содержат гидрофильные слоистые силикаты бентонитного или
15 гекторитного типа. Для этой цели использования упоминается также лапонит, синтетический слоистый силикат, похожий на гекторит.

Прилагаемое напряжение сдвига магнитореологической композиции увеличивается с массовой долей намагничиваемых частиц. В отдельных случаях использования, во
20 что бы то ни стало необходимо стремиться к массовой доле намагничиваемых частиц в 90% и выше. Стратегии по достижению максимальной массовой доли и, следовательно, прилагаемого напряжения сдвига в условиях поля касаются точного подбора размеров частиц, возможного использования различных больших диаметров частиц (WO 97/15058). Публикация US 5667715 касается смеси из больших и мелких
25 частиц железа с целью достичь максимального соотношения прилагаемого напряжения сдвига с магнитным полем к прилагаемому напряжению сдвига без магнитного поля. Однако в каждом случае ограничением является наиболее плотная упаковка сфер намагничиваемых частиц и возрастающее с уровнем пигментации
30 предельное число вязкости и/или напряжение сдвига. Поэтому в патентной заявке США US 2006/0033068 описаны магнитореологические композиции с долей намагничиваемых частиц, обладающих специальной геометрией. Эти частицы в форме пластинок, иголок, цилиндров или яйцевидной формы без воздействия магнитного поля ориентируются в направлении потока жидкости и имеют поэтому по сравнению
35 с магнитореологическими композициями, содержащими, например, сферические частицы более низкое предельное число вязкости при сравнимом максимальном напряжении сдвига в условиях поля.

Другой стратегией по максимизации достигаемых значений напряжения сдвига
40 является удаление мешающих загрязнений на поверхности частиц (WO 94/10694 или WO 95/28719) или использование определенных сплавов (WO 94/10691).

Специалистам известно, что полярность содержащейся в магнитореологической композиции жидкости оказывает влияние на достигаемые с помощью
45 магнитореологической композиции напряжения сдвига в магнитном поле. Так магнитореологические композиции на основе поли- α -олефинов имеют более низкие напряжения сдвига, чем магнитореологические композиции на основе силикона или даже водные системы. Полярные добавки к жидкому компоненту магнитореологической композиции могут способствовать улучшению напряжения
50 сдвига.

Однако обычные полярные жидкости, содержащиеся в магнитореологических композициях, например, вода или полиалкиленгликоли, демонстрируют при низких температурах менее - 20°C слишком высокую вязкость или отвердевание и поэтому

исключены для магнитореологических композиций, которые имеют высокое соотношение прикладываемого напряжения сдвига с магнитным полем к прикладываемому напряжению сдвига без магнитного поля.

5 Другой проблемой, нерешенной до настоящего времени, является недостаточная температурная стабильность жидкости, содержащейся в магнитореологической композиции. Так большое количество известных магнитореологических композиций, маловязких при низких температурах и потому используемых, например, в
10 автомобильном секторе, являются стабильными в течение продолжительного промежутка времени только при температуре до 100°C, в то время как при более высоких температурах до 150°C более не наблюдается достаточной стабильности, связано ли это с потерями при испарении или химическим изменением жидкости, содержащейся в магнитореологической композиции. Под «стабильными» в этой связи
15 понимается то, что прикладные свойства не ухудшаются вследствие температурной нагрузки. С одной стороны, это реологические свойства, т.е. текучесть без магнитного поля, а также под влиянием магнитного поля. С другой стороны, композиции после продолжительной температурной нагрузки не должны демонстрировать нестабильность или неоднородность, как, например, агломерацию или усиленное
20 осаждение, например, с образованием твердых, более не ретиспергируемых осадков, что среди прочего вызвано частичной или полной потерей функции диспергирующего средства. Часто маловязкие при низких температурах жидкости, содержащиеся в магнитореологической композиции, имеют слишком высокое давление насыщенного пара при температурах свыше 150°C. Результатом является выпаривание жидкой
25 части при высокой рабочей температуре и в связи с этим сгущение магнитореологической композиции. Известные магнитореологические композиции с жидкостями, которые могут быть подвержены высокой рабочей температуре свыше 170°C без ухудшения срока службы магнитореологической композиции, при
30 температуре ниже -20°C уже без создания магнитного поля становятся сильновязкими, застывают в аморфном виде или кристаллизуются.

Недостатком известных магнитореологических композиций является то, что они часто не имеют желаемую комбинацию свойств для соответствующих областей
35 использования. Отдельные компоненты композиций, например основная жидкость, модификаторы вязкости, намагничиваемые частицы, диспергирующие средства, загустители, ингибиторы коррозии и вещества, придающие скользкость и др. должны быть согласованы для многих видов использования таким образом, чтобы, несмотря на высокую долю намагничиваемых частиц, была обеспечена пригодность
40 композиции к употреблению. Под этим понимают текучесть композиций в широком диапазоне температур, например, от -40°C до 200°C, наиболее низкий уровень вязкости без воздействия магнитного поля, наиболее высокое прикладываемое напряжение сдвига в магнитном поле, низкие показатели осаждения намагничиваемых частиц, низкая тенденция к агрегации и легкая ретиспергируемость после осаждения.
45 Важным свойством является также большая устойчивость магнитореологической композиции по отношению к внесению энергии, которая следует из использования. Энергия вносится посредством высокого сдвига с магнитным полем и без него и выражается в высоких температурах жидкости, продуктах истирания и физических и
50 химических изменениях жидкости.

Поэтому задача настоящего изобретения состоит в предоставлении магнитореологической композиции, которая избегает недостатков уровня техники и имеет наибольшее число указанных выше свойств, требуемых для определенного

применения.

В частности, магнитореологическая композиция должна применяться в большом диапазоне температур, например, в особых вариантах исполнения она должна быть текучей при температуре -40°C и подвергаться температурам свыше 150°C без ухудшения пригодности к употреблению. Кроме того, задача изобретения, в частности, состоит в том, чтобы предоставить магнитореологическую композицию, которая после осаждения намагничиваемых частиц может без проблем релаксировать, и может прилагаться максимально высокое напряжение сдвига посредством создания магнитного поля. Далее реологические свойства магнитореологической композиции должны по возможности мало изменяться как в магнитном поле, так и без создания магнитного поля после продолжительного механического воздействия.

Согласно данному изобретению данная задача решается с помощью магнитореологической композиции, состоящей из ионной жидкости, содержащей анионы и катионы, дисперсных намагничиваемых частиц, средний диаметр которых составляет от 0,1 до 500 μm , и в случае необходимости добавок.

Дисперсные частицы могут быть при этом диспергированы в жидкости, которая состоит исключительно из ионной жидкости (100% по весу) или в жидкости, которая в дополнение к ионной жидкости содержит другие компоненты, например добавки. Предпочтительно соотношение массовой доли ионной жидкости к массовой доли добавок в каждом случае относительно общей массы магнитореологической композиции более 1, особенно предпочтительно более 2. При этом в качестве добавок обозначаются все компоненты магнитореологической композиции, содержащиеся в ней в дополнение к ионной жидкости и намагничиваемым частицам.

Согласно настоящему изобретению композиция на основе ионных жидкостей содержит полностью новую многокомпонентную жидкость, которая по сравнению с известными из уровня техники жидкостями, содержащимися в магнитореологических композициях, не состоит в основном из углеводов, сложных эфиров, простых полиэфиров, сложных полиэфиров, силиконовых масел или воды.

Магнитореологические композиции согласно настоящему изобретению демонстрируют очень высокое напряжение сдвига, когда они подвергаются воздействию магнитного поля. По сравнению с обычной магнитореологической композицией со сравнимым напряжением сдвига у магнитореологической композиции согласно настоящему изобретению может использоваться более низкая степень пигментации (меньше намагничиваемых частиц на объем), что в свою очередь означает более низкую вязкость магнитореологической композиции без магнитного поля. Наряду с этим зависимость напряжения сдвига от температуры в магнитном поле заметно ниже, чем зависимость от температуры магнитореологической композиции, основанной на гидрофобных маслах. Специальные магнитореологические композиции согласно настоящему изобретению даже при температуре -40°C остаются все еще текучими и одновременно при температуре свыше 180°C химически стабильными и имеют очень низкую потерю при испарении. Вследствие полярного характера ионных жидкостей при диспергировании намагничиваемых частиц с гидрофильной поверхностью, например частиц железа, можно отказаться от поверхностно-активных добавок или диспергирующих средств, так что не происходят химические и физические изменения магнитореологической композиции, которые возникают, например, после длительного приложения напряжения или многократной нагрузки. В соответствии с этим прилагаемое

напряжение сдвига магнитореологической композиции, в основе которой находится ионная жидкость с магнитным полем и без него, является почти неизменным после длительного испытания под нагрузкой, в то время как, например,
 5 изменения напряжения сдвига.

Ионными жидкостями согласно настоящему изобретению являются жидкие соли, которые находятся в жидком состоянии предпочтительно при температуре ниже 100°C.

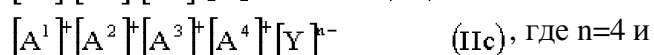
Ионными жидкостями в смысле настоящего изобретения предпочтительно являются

10 (А) соли общей формулы (I)



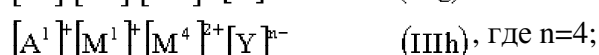
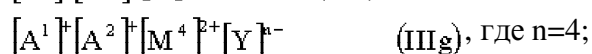
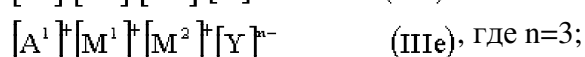
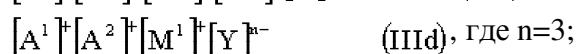
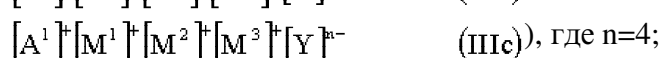
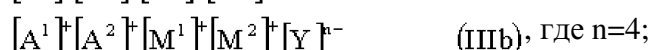
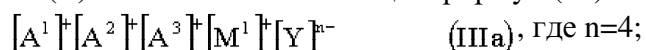
где n означает 1, 2, 3 или 4, $[A]^+$ означает катион четвертичного аммония, катион оксония, катион сульфония или катион фосфония, а $[Y]^{n-}$ означает одно-, двух-, трех-
 15 или четырехвалентный анион;

(В) смешанные соли общей формулы (II)



где $[A^1]^+$, $[A^2]^+$, $[A^3]^+$ и $[A^4]^+$ независимо друг от друга выбраны из названных для $[A]^+$ групп, а $[Y]^{n-}$ имеет то же значение, что и в пункте (А); или

(С) смешанные соли общих формул (III)



где $[A^1]^+$, $[A^2]^+$ и $[A^3]^+$ независимо друг от друга выбраны из названных для $[A]^+$ групп, $[Y]^{n-}$ имеет то же значение, что и в пункте (А), а $[M^1]^+$, $[M^2]^+$, $[M^3]^+$ обозначают одновалентные катионы металлов, $[M^4]^{2+}$ - двухвалентные катионы металлов и $[M^5]^{3+}$
 45 - трехвалентные катионы металлов.

Предпочтительно температура плавления ионных жидкостей составляет менее 180°C. Кроме того, температура плавления предпочтительно составляет ниже 150°C, более предпочтительно ниже 120°C, и еще более предпочтительно ниже 100°C.

Соединения, пригодные для образования катиона $[A]^+$ ионных жидкостей, известны,
 50 например, из публикации DE 10202838 A1. Такие соединения могут содержать атомы кислорода, фосфора, серы или, в частности, атомы азота, например, по меньшей мере, один атом азота, предпочтительно 1-10 атомов азота, особенно предпочтительно 1-5 атомов, в высшей степени предпочтительно 1-3 атома и, в частности, 1-2 атома азота.

В случае необходимости могут содержаться также другие гетероатомы, например атомы кислорода, серы или фосфора. Атом азота является подходящим носителем положительного заряда в катионе ионной жидкости, от которого потом в равновесном состоянии протон и/или алкильный остаток может перейти на анион, чтобы сформировать электрически нейтральную молекулу.

В том случае, если атом азота является носителем положительного заряда в катионе ионной жидкости, при синтезе ионных жидкостей сначала путем кватернизации атома азота, например, амина или азотного гетероцикла может образоваться катион.

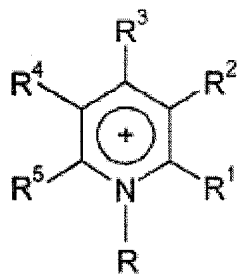
Кватернизация может быть осуществлена путем алкилирования атома азота. В зависимости от использованного алкилирующего реагента получают соли с различными анионами. В случаях, когда невозможно образовать требуемый анион уже при кватернизации, это может быть осуществлено на следующем этапе синтеза. Исходя, например, из галогенида аммония, галогенид может быть преобразован посредством кислоты Льюиса, причем из галогенида и кислоты Льюиса образуется комплексный анион. В качестве альтернативы возможен обмен иона галогенида на требуемый анион. Это может произойти путем добавления какой-либо соли металла с выпадением образованного галогенида металла, через ионообменник или путем вытеснения галогенид-иона сильной кислотой (с выделением галоидо-водородной кислоты). Подходящие способы описаны, например, в издании *Angew. Chem.* 2000 г., 112, стр.3926-3945 и процитированной там литературе.

Подходящими алкильными остатками, с помощью которых можно, например, подвергнуть процессу кватернизации атом азота в аминах или азотных гетероциклах, является алкил с 1-18 атомами углерода, предпочтительно алкил с 1-10 атомами углерода, особенно предпочтительно алкил с 1-6 атомами углерода и в высшей степени предпочтительно метил. Алкильная группа может быть незамещенной или иметь один или несколько одинаковых или разных заместителей.

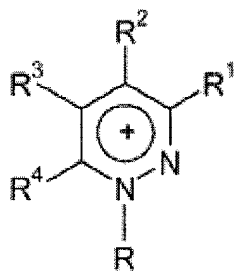
Предпочтительны такие соединения, которые содержат, по меньшей мере, один пяти-шестичленный гетероцикл, в частности пятичленный гетероцикл, имеющий, по меньшей мере, один атом азота, а также в случае необходимости один атом кислорода или серы, особенно предпочтительны такие соединения, которые содержат, по меньшей мере, один пяти-шестичленный гетероцикл, имеющий один, два или три атома азота и один атом серы или кислорода, в высшей степени предпочтительны соединения с двумя атомами азота. Кроме того, предпочтительны ароматические гетероциклы.

Особенно предпочтительными соединениями являются такие, молярный вес которых менее 1000 г/моль, в высшей степени предпочтительны соединения с молярным весом ниже 500 г/моль и, в частности, ниже 250 г/моль.

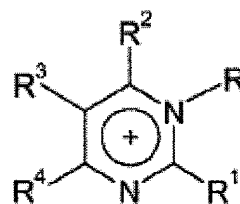
Кроме того, предпочтительны катионы, выбранные из соединений формул (IVa)-(IVw),



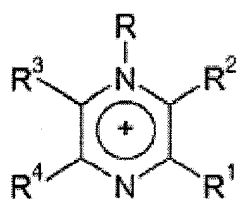
(IVa)



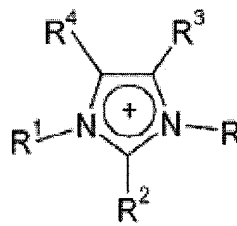
(IVb)



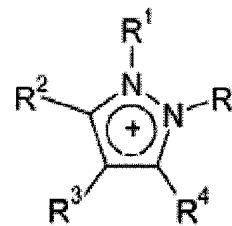
(IVc)



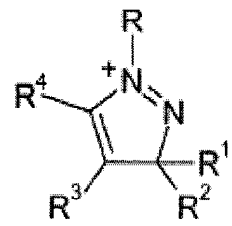
(IVd)



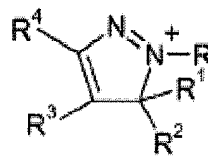
(IVe)



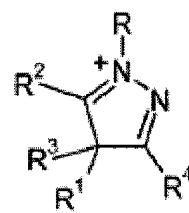
(IVf)



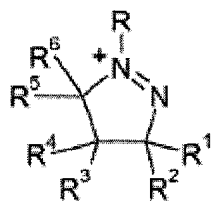
(IVg)



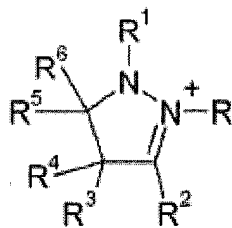
(IVg')



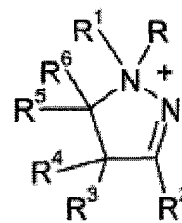
(IVh)



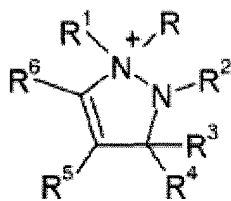
(IVi)



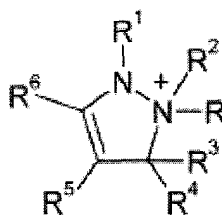
(IVj)



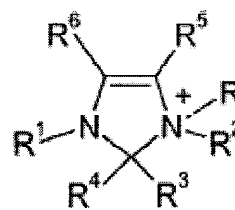
(IVj')



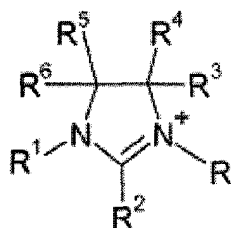
(IVk)



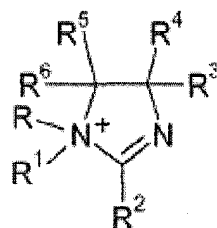
(IVk')



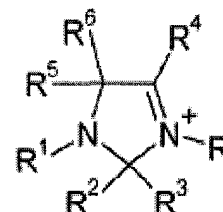
(IVl)



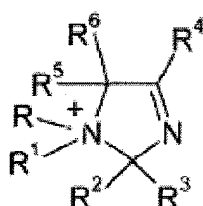
(IVm)



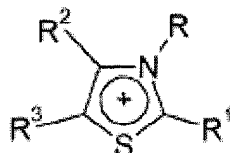
(IVm')



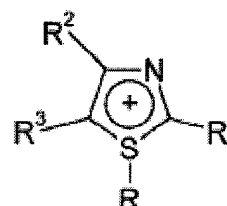
(IVn)



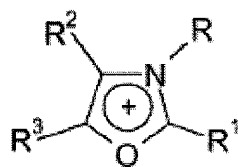
(IVn')



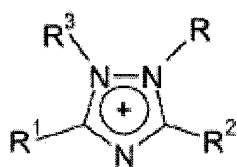
(IVo)



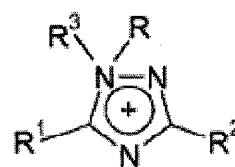
(IVo')



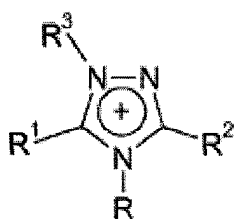
(IVp)



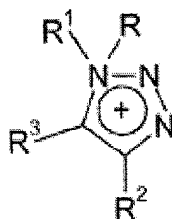
(IVq)



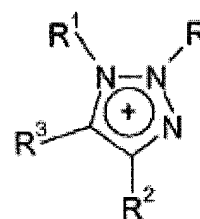
(IVq')



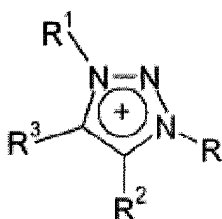
(IVq'')



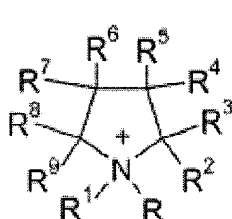
(IVr)



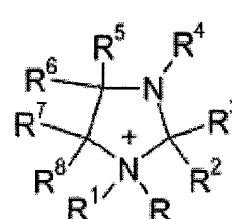
(IVr')



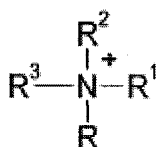
(IVr'')



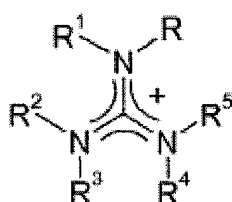
(IVs)



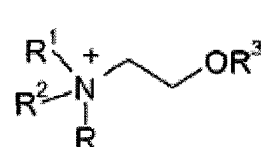
(IVt)



(IVu)



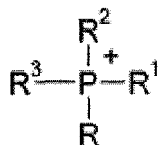
(IVv)



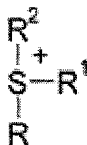
(IVw)

а также олигомеры, содержащие такие структуры.

Другими подходящими катионами являются соединения общих формул (IVx) и (IVy)



(IVx)



(IVy)

а также олигомеры, содержащие такую структуру.

В вышеуказанных формулах (IVa)-(IVy)

- остаток R означает водород, углеродсодержащий органический, насыщенный или ненасыщенный, ациклический или циклический, алифатический, ароматический или арилифатический, незамещенный или прерванный или замещенный 1-5

гетероатомами или функциональными группами остаток с 1-20 атомами углерода; и

- остатки R^1-R^9 означают независимо друг от друга водород, сульфогруппу или углеродсодержащий органический, насыщенный или ненасыщенный, ациклический или циклический, алифатический, ароматический или арилифатический, незамещенный или прерванный или замещенный 1-5 гетероатомами или функциональными группами остаток с 1-20 атомами углерода, где остатки R^1-R^9 , которые в указанных выше формулах (IV) связаны с одним атомом углерода (а не с гетероатомом), дополнительно могут также означать галоген или функциональную группу; или

два соседних остатка из ряда R^1-R^9 вместе также означают двухвалентный содержащий углерод органический, насыщенный или ненасыщенный, ациклический или циклический, алифатический, ароматический или арилифатический, незамещенный или прерванный или замещенный 1-5 гетероатомами или функциональными группами остаток с 1-30 атомами углерода.

В качестве гетероатомов при определении остатков R и R^1-R^9 в принципе принимаются в расчет все гетероатомы, которые в состоянии формально заменить группу $-CH_2-$, группу $-CH=$, группу $-C\equiv$ или группу $=C=$. Если содержащий углерод остаток содержит гетероатомы, то предпочтительны кислород, азот, сера, фосфор и кремний. В качестве предпочтительных групп, в частности, называются $-O-$, $-S-$, $-SO-$, $-SO_2-$, $-NR'-$, $-N=$, $-PR'-$, $-PR'_2-$ и $-SiR'_2$, где в случае остатков R' речь идет об остаточной части содержащего углерод остатка. Остатки R^1-R^9 могут при этом в случаях, в которых они в вышеуказанных формулах (IV) связаны с атомом углерода (а не с гетероатомом), быть также непосредственно соединены через гетероатом.

В качестве функциональных групп в принципе в расчет принимаются все функциональные группы, которые могут быть присоединены к атому углерода или гетероатому. Подходящими примерами называются $-OH$ (гидроксид), $=O$ (в частности, в качестве карбонильной группы), $-NH_2$ (амин), $=NH$ (имин), $-COOH$ (карбокси), $-CONH_2$ (карбоксамид), $-SO_3H$ (сульфо) и $-CN$ (циан). Функциональные группы и гетероатомы могут быть расположены рядом друг с другом, так что даже комбинации из нескольких соседних атомов как, например, $-O-$ (простой эфир), $-S-$ (простой тиоэфир), $-COO-$ (сложный эфир), $-CONH-$ (вторичный амид) или $-CONR'-$ (третичный амид) охватываются вместе, например, ди-(C_1-C_4 -алкил)-амин, C_1-C_4 -алкил-оксикарбонил или C_1-C_4 -алкилокси.

В качестве галогенов называются фтор, хлор, бром и йод.

Предпочтительно остаток R означает

- неразветвленный или разветвленный, незамещенный или замещенный однократно или многократно гидроксид, галогеном, фенилом, цианом, C_1-C_6 -алкоксикарбонил

и/или сульфоновой кислотой C_1 - C_{18} -алкил, имеющий в общей сложности 1-20 атомов углерода, как например, метил, этил, 1-пропил, 2-пропил, 1-бутил, 2-бутил, 2-метил-1-пропил (изобутил), 2-метил-2 пропил (трет.бутил), 1-пентил, 2-пентил, 3-пентил, 2-метил-1-бутил, 3-метил-1-бутил, 2-метил-2-бутил, 3-метил-2-бутил, 2,2-диметил-1-пропил, 1-гексил, 2-гексил, 3-гексил, 2-метил-1-пентил, 3-метил-1-пентил, 4-метил-1-пентил, 2-метил-2-пентил, 3-метил-2-пентил, 4-метил-2-пентил, 2-метил-3-пентил, 3-метил-3-пентил, 2,2-диметил-1-бутил, 2,3-диметил-1-бутил, 3,3-диметил-1-бутил, 2-этил-1-бутил, 2,3-диметил-2-бутил, 3,3-диметил-2-бутил, 1-гептил, 1-октил, 1-нонил, 1-децил, 1-ундецил, 1-додецил, 1-тетрадецил, 1-гексадецил, 1-октадецил, 2-гидроксиэтил, бензил, 3-фенил-пропил, 2-цианоэтил, 2-(метоксикарбонил)-этил, 2-(этоксикарбонил)-этил, 2-(п-бутоксикарбонил)-этил, трифторметил, дифторметил, фторметил, пентафторэтил, гептафторпропил, нонафторбутил, нонафторизобутил, ундецилфторпентил, ундецилфторизопентил, 6-гидроксигексил и пропилсульфоновая кислота;

- гликоли, бутиленгликоли и их олигомеры с 1-100 единицами и одним водородом или одним алкилом с 1-8 атомами углерода в качестве конечной группы, как, например, $R^A O-(CHR^B-CH_2-O)_n-CHR^B-CH_2-$ или $R^A O-(CH_2CH_2CH_2CH_2O)_n-$

$CH_2CH_2CH_2CH_2O$, где R^A и R^B предпочтительно водород, метил или этил и n предпочтительно 1-3, в частности 3-оксабутил, 3-оксапентил, 3,6-диоксагептил, 3,6-диоксаоктил, 3,6,9-триоксадецил, 3,6,9-триоксаундецил, 3,6,9,12-тетраоксатридецил, и 3,6,9,12-тетраоксатетрадецил;

- винил; и

- N,N-Ди- C_1 до C_6 -алкиламин, как например, N,N-диметиламин и N,N-диэтиламин.

Особенно предпочтительно остаток R означает неразветвленный и незамещенный алкил с 1-18 атомами углерода, как, например, метил, этил, 1-пропил, 1-бутил, 1-пентил, 1-гексил, 1-гептил, 1-октил, 1-децил, 1-додецил, 1-тетрадецил, 1-гексадецил, 1-октадецил, в частности, метил, этил, 1-бутил и 1-октил, а также $CH_3O-(CH_2CH_2O)_n-CH_2CH_2-$ и $CH_3CH_2O-(CH_2CH_2O)_n-CH_2CH_2-$, где n равно от 0 до 3.

Предпочтительно остатки R^1-R^9 независимо друг от друга означают

- водород;

- галоген;

- функциональную группу;

- в случае необходимости замещенный функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами и/или прерванный одним или несколькими атомами кислорода и/или серы и/или одной или несколькими замещенными или незамещенными иминогруппами алкил с 1-18 атомами углерода;

- в случае необходимости замещенный функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами и/или прерванный одним или несколькими атомами кислорода и/или серы и/или одной или несколькими замещенными или незамещенными иминогруппами алкенил с 2-18 атомами углерода;

- в случае необходимости замещенный функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами арил с 2-12 атомами углерода;

- в случае необходимости замещенный функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами C_5 - C_{12} -циклоалкил с 5-12 атомами углерода;

- в случае необходимости замещенный функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами циклоалкенил с 5-12 атомами углерода; или

- в случае необходимости замещенный функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами пяти-шестичленный гетероцикл, имеющий атомы кислорода, азота и/или серы; или два соседних остатка вместе означают

- ненасыщенное, насыщенное или ароматическое кольцо, в случае необходимости замещенное функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами и в случае необходимости прерванное одним или несколькими атомами кислорода и/или серы и/или одной или несколькими замещенными или незамещенными иминогруппами.

В случае замещенного при необходимости функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами C_1 - C_{18} -алкила речь идет предпочтительно о следующих веществах: метил, этил, 1-пропил, 2-пропил, 1-бутил, 2-бутил, 2-метил-1-пропил (изобутил), 2-метил-2-пропил (трет.бутил), 1-пентил, 2-пентил, 3-пентил, 2-метил-1-бутил, 3-метил-1-бутил, 2-метил-2-бутил, 3-метил-2-бутил, 2,2-диметил-1-пропил, 1-гексил, 2-гексил, 3-гексил, 2-метил-1-пентил, 3-метил-1-пентил, 4-метил-1-пентил, 2-метил-2-пентил, 3-метил-2-пентил, 4-метил-2-пентил, 2-метил-3-пентил, 3-метил-3-пентил, 2,2-диметил-1-бутил, 2,3-диметил-1-бутил, 3,3-диметил-1-бутил, 2-этил-1-бутил, 2,3-диметил-2-бутил, 3,3-диметил-2-бутил, гептил, октил, 2-этилгексил, 2,4,4-триметилпентил, 1,1,3,3-тетраметилбутил, 1-нонил, 1-децил, 1-ундецил, 1-додецил, 1-тридецил, 1-тетрадецил, 1-пентадецил, 1-гексадецил, 1-гептадецил, 1-октадецил, циклопентилметил, 2-циклопентилэтил, 3-циклопентилпропил, циклогексилметил, 2-цилогексилэтил, 3-цилогексилпропил, бензил (фенилметил), дифенил-метил (бензгидрил), трифенилметил, 1-фенилэтил, 2-фенилэтил, 3-фенилпропил, α - α -диметилбензил, ρ -толилметил, 1-(ρ -бутилфенил)-этил, ρ -хлорбензил, 2,4-дихлорбензил, ρ -метоксибензил, m -этоксibenзил, 2-цианоэтил, 2-цианопропил, 2-метоксикарбонилэтил, 2-этоксикарбонилэтил, 2-бутоксикарбонилпропил, 1,2-ди-(метоксикарбонил)-этил, метокси, этокси, формил, 1,3-диоксолан-2-ил, 1,3-диоксан-2-ил, 2-метил-1,3-диоксолан-2-ил, 4-метил-1,3-диоксолан-2-ил, 2-гидроксиэтил, 2-гидроксипропил, 3-гидроксипропил, 4-гидроксибутил, 6-гидроксигексил, 2-аминоэтил, 2-аминопропил, 3-аминопропил, 4-аминобутил, 6-аминогексил, 2-метиламиноэтил, 2-метиламинопропил, 3-метиламинопропил, 4-метиламинобутил, 6-метиламиногексил, 2-диметиламиноэтил, 2-диметиламинопропил, 3-диметиламинопропил, 4-диметиламинобутил, 6-диметиламиногексил, 2-гидрокси-2,2-диметилэтил, 2-феноксиэтил, 2-феноксипропил, 3-феноксипропил, 4-феноксибутил, 6-феноксигексил, 2-метоксиэтил, 2-метоксипропил, 3-метоксипропил, 4-метоксибутил, 6-метоксигексил, 2-этоксиэтил, 2-этоксипропил, 3-этоксипропил, 4-этоксипропил, 6-этоксигексил, ацетил, $C_nF_{2(n-a)+(1-b)}$, где n равно от 1 до 30, $0 \leq a \leq n$ и $b=0$ или 1 (например, CF_3 , C_2F_5 , $CH_2CH_2-C_{(n-2)}F_{2(n-2)+1}$, C_6F_{13} , C_8F_{17} , $C_{10}F_{21}$, $C_{12}F_{25}$), хлорметил, 2-хлорэтил, трихлорметил, 1,1-диметил-2-хлорэтил, метоксиэтил, 2-бутоксизтил, диэтоксиметил, диэтоксизтил, 2-изопропоксизтил, 2-бутоксипропил, 2-октилоксизтил, 2-метоксиизопропил, 2-(метоксикарбонил)-этил, 2-(этоксикарбонил)-этил, 2-(п-бутоксикарбонил)-этил, бутилтиометил, 2-додецилтиоэтил, 2-фенилтиоэтил, 5-гидрокси-3-окса-пентил, 8-гидрокси-3,6-диокса-октил, 11-гидрокси-3,6,9-триокса-ундецил, 7-гидрокси-4-окса-гептил, 11-гидрокси-4,8-диокса-ундецил, 15-гидрокси-4,8,12-

триокса-пентадецил, 9-гидрокси-5-окса-нонил, 14-гидрокси-5,10-диокса-тетрадецил, 5-метокси-3-окса-пентил, 8-метокси-3,6-диокса-октил, 11-метокси-3,6,9-триокса-ундецил, 7-метокси-4-окса-гептил, 11-метокси-4,8-диокса-ундецил, 15-метокси-4,8,12-триокса-пентадецил, 9-метокси-5-оксанонил, 14-метокси-5,10-диокса-тетрадецил, 5-этокси-3-оксапентил, 8-этокси-3,6-диокса-октил, 11-этокси-3,6,9-триокса-ундецил, 7-этокси-4-оксагептил, 11-этокси-4,8-диокса-ундецил, 15-этокси-4,8,12-триокса-пенталдецил, 9-этокси-5-окса-нонил или 14-этокси-5,10-окса-тетрадецил.

В случае замещенного при необходимости функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами и/или прерванного одним или несколькими атомами кислорода и/или серы и/или одной или несколькими замещенными или незамещенными иминогруппами алкенила с 2-18 атомами углерода речь идет предпочтительно о следующих веществах: винил, 2-пропенил, 3-бутенил, цис-2-бутенил, транс-2-бутенил или $C_nF_{2(n-a)-(1-b)}H_{2a-b}$, где $n \leq 30$, $0 \leq a \leq n$ и $b=0$ или 1.

В случае замещенного при необходимости функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами арила с 6-12 атомами углерода речь идет предпочтительно о следующих веществах: фенил, толил, ксил, α -нафтил, β -нафтил, 4-дифенилил, хлорфенил, дихлорфенил, трихлорфенил, дифторфенил, метилфенил, диметилфенил, триметилфенил, этилфенил, диэтилфенил, изо-пропилфенил, трет.бутилфенил, додецилфенил, метоксифенил, диметоксифенил, этоксифенил, гексилоксифенил, метилнафтил, изопропилнафтил, хлорнафтил, этоксианафтил, 2,6-диметилфенил, 2,4,6-триметилфенил, 2,6-диметоксифенил, 2,6-дихлорфенил, 4-бромфенил, 2-нитрофенил, 4-нитрофенил, 2,4-динитрофенил, 2,6-динитрофенил, 4-диметиламинофенил, 4-ацетилфенил, метоксиэтилфенил, этоксиметил-фенил, метилтиофенил, изопропилтиофенил или трет.-бутилтиофенил или $C_6F_{(5-a)}$, где $0 \leq a \leq 5$.

В случае замещенного при необходимости функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами циклоалкилом с 5-12 атомами углерода речь идет предпочтительно о следующих веществах: циклопентил, циклогексил, циклооктил, циклододецил, метилциклопентил, диметилциклопентил, метилциклогексил, диметилциклогексил, диэтилциклогексил, бутилциклогексил, метоксициклогексил, диметоксициклогексил, диэтоксициклогексил, бутилтиоцикло-гексил, хлорциклогексил, дихлорциклогексил, дихлорциклопентил, $C_nF_{2(n-a)-(1-b)}H_{2a-b}$, где $n \leq 30$, $0 \leq a \leq n$ и $b=0$ или 1, а также насыщенная или ненасыщенная бициклическая система, как, например, норборнил или норборненил.

В случае замещенного при необходимости функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами циклоалкенила с 5-12 атомами углерода речь идет предпочтительно о следующих веществах: 3-циклопентенил, 2-циклогексенил, 2,5-циклогексадиэнил или $C_nF_{2(n-a)-3(1-b)}H_{2a-3b}$, где $n \leq 30$, $0 \leq a \leq n$ и $b=0$ или 1.

В случае замещенного в случае необходимости функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами пяти-шестичленного гетероцикла, имеющего атомы кислорода, азота и/или серы, речь идет предпочтительно о следующих веществах: фурил, тиофенил, пиррил, пиридил, индолил, бензоксазолил, диоксолил, диоксил, бензимидазолил, бензтиазолил, диметилпиридил, метилхинолил, диметилпиррил, метоксифурил, диметоксипиридил или ди-фторпиридил.

Если два соседних остатка образуют вместе ненасыщенное, насыщенное или

ароматическое кольцо, замещенное в случае необходимости функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами и в случае необходимости прерванное одним или несколькими атомами кислорода и/или серы и/или одной или несколькими замещенными или
 5 незамещенными иминогруппами, то речь идет предпочтительно о следующих веществах: 1,3-пропилен, 1,4-бутилен, 1,5-пентилен, 2-окса-1,3-пропилен, 1-окса-1,3-пропилен, 2-окса-1,3-пропилен, 1-окса-1,3-пропенилен, 3-окса-1,5-пентилен, 1-аза-1,3-пропенилен, 1-С₁-С₄-алкил-1-аза-1,3-пропенилен, 1,4-бута-1,3-диенилен, 1-аза-1,4-
 10 бута-1,3-диенилен или 2-аза-1,4-бута-1,3-диенилен.

Если указанные выше остатки содержат атомы кислорода и/или серы, и/или замещенные, или незамещенные иминогруппы, то количество атомов кислорода и/или серы, и/или иминогрупп не ограничено. Как правило, оно составляет не более 5 в
 15 остатке, предпочтительно не более 4 и в высшей степени предпочтительно не более 3.

Если указанные выше остатки содержат гетероатомы, то между двумя гетероатомами находится, как правило, по меньшей мере, один атом углерода, предпочтительно, по меньшей мере, два атома углерода.

Особенно предпочтительно остатки R¹-R⁹ независимо друг от друга означают
 20 - водород;

- неразветвленный или разветвленный, незамещенный или однократно или многократно замещенный гидрокси, галогеном, фенилом, цианом, С₁-С₆-алкоксикарбонилем и/или сульфоновой кислотой алкил с 1-18 атомами углерода, имеющий в общей сложности 1-20 атомов углерода, как, например, метил, этил, 1-
 25 пропилен, 2-пропил, 1-бутил, 2-бутил, 2-метил-1-пропил (изобутил), 2-метил-2-пропил (трет.-бутил), 1-пентил, 2-пентил, 3-пентил, 2-метил-1-бутил, 3-метил-1-бутил, 2-метил-2-бутил, 3-метил-2-бутил, 2,2-диметил-1-пропил, 1-гексил, 2-гексил, 3-гексил, 2-метил-1-пентил, 3-метил-1-пентил, 4-метил-1-пентил, 2-метил-2-пентил, 3-метил-2-
 30 пентил, 4-метил-2-пентил, 2-метил-3-пентил, 3-метил-3-пентил, 2,2-диметил-1-бутил, 2,3-диметил-1-бутил, 3,3-диметил-1-бутил, 2-этил-1-бутил, 2,3-диметил-2-бутил, 3,3-диметил-2-бутил, 1-гептил, 1-октил, 1-нонил, 1-децил, 1-ундецил, 1-додецил, 1-тетрадецил, 1-гексадецил, 1-октадецил, 2-гидроксиэтил, бензил, 3-фенилпропил, 2-
 35 цианоэтил, 2-(метоксикарбонил)-этил, 2-(этоксикарбонил)-этил, 2-(п-бутоксикарбонил)-этил, трифторметил, дифторметил, фторметил, пентафторэтил, гептафторпропил, гептафторизопропил, нонафторбутил, нонафторизобутил, ундецилфторпентил, ундецилфторизопентил, 6-гидроксигексил и пропиルスulfоновая кислота;

- гликоли, бутиленгликоли и их олигомеры с 1-100 единицами и одним водородом или одним алкилом с 1-8 атомами углерода в качестве конечной группы, как, например, R^AO-(CHR^B-CH₂-O)_n-CHR^B-CH₂- или R^AO-(CH₂CH₂CH₂CH₂O)_n-CH₂CH₂CH₂CH₂O, где R^A и R^B предпочтительно водород, метил или этил, а n
 45 предпочтительно 0-3, в частности, 3-оксабутил, 3-оксапентил, 3,6-диоксагептил, 3,6-диоксаоктил, 3,6,9-триоксадецил, 3,6,9-триоксаундецил, 3,6,9,12-тетраоксатридецил, и 3,6,9,12-тетраоксатетрадецил;

- винил; и

- N,N-ди-С₁-С₆-алкиламин, как например, N,N-диметиламин и N,N-диэтиламин.

В высшей степени предпочтительно остатки R¹-R⁹ означают независимо друг от друга водород или алкил с 1-18 атомами углерода, как, например, метил, этил, 1-
 50 бутил, 1-пентил, 1-гексил, 1-гептил, 1-октил, а также фенил, 2-гидроксиэтил, 2-

цианоэтил, 2-(метоксикарбонил)этил, 2-(этоксикарбонил)этил, 2-(n-бутоксикарбонил)этил, N,N-диметиламин, N,N-диэтиламин, хлор, а также для $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n-\text{CH}_2\text{CH}_2-$, где n равно от 0 до 3.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов пиридина (IVa) используют такие, у которых

- один из остатков R^1-R^5 является метилом, этилом или хлором, а оставшиеся остатки R^1-R^5 являются водородом;

- R^3 является диметиламином, а оставшиеся остатки R^1 , R^2 , R^4 и R^5 являются водородом;

- все остатки R^1-R^5 являются водородом;

- R^2 является карбокси или карбоксамином, а оставшиеся остатки R^1 , R^2 , R^4 и R^5 являются водородом;

- R^1 и R^2 или R^2 и R^3 являются 1,4-бута-1,3-диениленом, а оставшиеся остатки R^1 , R^2 , R^4 и R^5 являются водородом;

и, в частности, такие, у которых

- R^1-R^5 являются водородом; или

- один из остатков R^1-R^5 является метилом или этилом, а оставшиеся остатки R^1-R^5 являются водородом.

В качестве в высшей степени предпочтительных ионов пиридина (IVa) называются 1-метилпиридин, 1-этилпиридин, 1-(1-бутил)пиридин, 1-(1-гексил)пиридин, 1-(1-октил)пиридин, 1-(1-гексил)-пиридин, 1-(1-октил)-пиридин, 1-(1-додецил)-пиридин, 1-(1-тетрадецил)-пиридин, 1-(1-гексадецил)-пиридин, 1,2-диметилпиридин, 1-этил-2-метилпиридин, 1-(1-бутил)-2-метилпиридин, 1-(1-гексил)-2-метилпиридин, 1-(1-октил)-2-метилпиридин, 1-(1-додецил)-2-метилпиридин, 1-(1-тетрадецил)-2-метилпиридин, 1-(1-гексадецил)-2-метилпиридин, 1-метил-2-этилпиридин, 1,2-диэтилпиридин, 1-(1-бутил)-2-этилпиридин, 1-(1-гексил)-2-этилпиридин, 1-(1-октил)-2-этил пиридин, 1-(1-додецил)-2-этилпиридин, 1-(1-тетрадецил)-2-этилпиридин, 1-(1-гексадецил)-2-этилпиридин, 1,2-диметил-5-этилпиридин, 1,5-диэтил-2-метилпиридин, 1-(1-бутил)-2-метил-3-этилпиридин, 1-(1-гексил)-2-метил-3-этилпиридин и 1-(1-октил)-2-метил-3-этилпиридин, 1-(1-додецил)-2-метил-3-этилпиридин, 1-(1-тетрадецил)-2-метил-3-этилпиридин и 1-(1-гексадецил)-2-метил-3-этилпиридин.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов пиридазина (IVb) используют такие, у которых

- R^1-R^4 являются водородом; или

- один из остатков R^1-R^4 является метилом или этилом, а оставшиеся остатки R^1-R^4 являются водородом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов пиримидина (IVc) используют такие, у которых

- R^1 является водородом, метилом или этилом, а R^2-R^4 независимо друг от друга являются водородом или метилом; или

- R^1 является водородом, метилом или этилом, R^2 и R^4 являются метилом, а R^3 является водородом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов пиразина (IVd) используют такие, у которых

- R^1 является водородом, метилом или этилом, а R^2-R^4 независимо друг от друга

являются водородом или метилом; или

- R^1 является водородом, метилом или этилом, R^2 и R^4 являются метилом, а R^3 является водородом;

- R^1 - R^4 являются метилом; или

- R^1 - R^4 являются метилом или водородом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов имидазола (IVe) используют такие, у которых

- R^1 является водородом, метилом, этилом, 1-пропилом, 1-бутилом, 1-пентилом, 1-гексилом, 1-октилом, 2-гидроксиэтилом или 2-цианоэтилом, а R^2 - R^4 независимо друг от друга являются водородом, метилом или этилом.

В качестве в высшей степени предпочтительных ионов имидазола (IVe)

называются 1-метилимидазол, 1-этилимидазол, 1-(1-бутил)-имидазол, 1-(1-октил)-

имидазол, 1-(1-додецил)-имидазол, 1-(1-тетрадецил)-имидазол, 1-(1-гексадецил)-

имидазол, 1,3-диметилимидазол, 1-этил-3-метилимидазол, 1-(1-бутил)-3-

метилимидазол, 1-(1-бутил)-3-этилимидазол, 1-(1-гексил)-3-метилимидазол, 1-(1-

гексил)-3-этилимидазол, 1-(1-гексил)-3-бутилимидазол, 1-(1-октил)-3-метилимидазол, 1-

(1-октил)-3-этилимидазол, 1-(1-октил)-3-бутилимидазол, 1-(1-додецил)-3-

метилимидазол, 1-(1-додецил)-3-этилимидазол, 1-(1-додецил)-3-бутилимидазол, 1-(1-

додецил)-3-октилимидазол, 1-(1-тетрадецил)-3-метилимидазол, 1-(1-тетрадецил)-3-

этилимидазол, 1-(1-тетрадецил)-3-бутилимидазол, 1-(1-тетрадецил)-3-октилимидазол, 1-

(1-гексадецил)-3-метилимидазол, 1-(1-гексадецил)-3-этилимидазол, 1-(1-гексадецил)-3-

бутилимидазол, 1-(1-гексадецил)-3-октилимидазол, 1,2-диметилимидазол, 1,2,3-

триметилимидазол, 1-этил-2,3-диметилимидазол, 1-(1-бутил)-2,3-диметилимидазол, 1-(1-

гексил)-2,3-диметилимидазол, 1-(1-октил)-2,3-диметилимидазол, 1,4-диметилимидазол,

1,3,4-триметилимидазол, 1,4-диметил-3-этилимидазол, 3-бутилимидазол, 1,4-диметил-3-

октилимидазол, 1,4,5-триметилимидазол, 1,3,4,5-тетраметилимидазол, 1,4,5-триметил-3-

этилимидазол, 1,4,5-триметил-3-бутилимидазол и 1,4,5-триметил-3-октилимидазол.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов пиразола (IVf), (IVg) или (IVg') используют такие, у которых

- R^1 является водородом, метилом или этилом, а R^2 - R^4 независимо друг от друга являются водородом или метилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов пиразола (IVh) используют такие, у которых

- R^1 - R^4 независимо друг от друга являются водородом или метилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов 1-пиразолина (IVi) используют такие, у которых

- независимо друг от друга R^1 - R^6 являются водородом или метилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов 2-пиразолина (IVj) или (IVj') используют такие, у которых

- R^1 является водородом, метилом, этилом или фенилом, а R^2 - R^6 независимо друг от друга являются водородом или метилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов 3-пиразолина (IVk) или (IVk') используют такие, у которых

- R^1 и R^2 независимо друг от друга являются водородом, метилом, этилом или фенилом, а R^3 - R^6 независимо друг от друга являются водородом или метилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов имидазолина (IVl) используют такие, у которых

- R^1 и R^2 независимо друг от друга являются водородом, метилом, этилом, 1-бутилом или фенилом, R^3 и R^4 независимо друг от друга являются водородом, метилом или этилом, а R^5 и R^6 независимо друг от друга являются водородом или метилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов имидазолина (IVm) или (IVm') используют такие, у которых

- R^1 и R^2 независимо друг от друга являются водородом, метилом или этилом, а R^3 - R^6 независимо друг от друга являются водородом или метилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов имидазолина (IVn) или (IVn') используют такие, у которых

- R^1 - R^3 независимо друг от друга являются водородом, метилом или этилом, а R^4 - R^6 независимо друг от друга являются водородом или метилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов тиазола (IVo) или (IVo'), а также в качестве ионов оксазола (IVp) используют такие, у которых

- R^1 является водородом, метилом, этилом или фенилом, а R^2 или R^3 независимо друг от друга являются водородом или метилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов 1,2,4-триазола (IVq), (IVq') или (IVq'') используют такие, у которых

- R^1 и R^2 независимо друг от друга являются водородом, метилом, этилом или фенилом, а R^3 является водородом, метилом или фенилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов 1,2,3-триазола (IVr), (IVr') или (IVr'') используют такие, у которых

- R^1 является водородом, метилом или этилом, а R^2 и R^3 независимо друг от друга являются водородом или метилом или R^2 и R^3 вместе являются 1,4-бута-1,3-диениленом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов пирролидина (IVs) используют такие, у которых

- R^1 является водородом, метилом, этилом или фенилом, а R^2 - R^9 независимо друг от друга являются водородом или метилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов имидазолидина (IVt) используют такие, у которых

- R^1 и R^4 независимо друг от друга является водородом, метилом, этилом или фенилом, а R^2 и R^3 , а также R^5 - R^8 независимо друг от друга являются водородом или метилом.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов аммония (IVu) используют такие, у которых

- R^1 - R^3 независимо друг от друга являются алкилом с 1-18 атомами углерода; или

- R^1 и R^2 вместе являются 1,5-пентиленом или 3-окса-1,5-пентиленом, а R^3 является алкилом с 1-18 атомами углерода, 2-гидрокиэтилом или 2-цианоэтилом.

В качестве в высшей степени предпочтительных ионов аммония (IVu) называются метил-три-(1-бутил)-аммоний, N,N-диметилпиперидиний и N,N-диметилморфолиний.

Примерами третичных аминов, от которых выводятся четвертичные ионы аммония общей формулы (IVu) путем кватернизации с указанными остатками R, являются следующие вещества: диэтил-п-бутиламин, диэтил-трет.-бутиламин, диэтил-п-пентиламин, диэтил-гексиламин, диэтилокти-ламин, диэтил-(2-этилгексил)-амин, ди-п-пропилбутиламин, ди-п-пропил-п-пентиламин, ди-п-пропилгексиламин, ди-п-

пропилоктиламин, ди-п-пропил-(2-этилгексил)-амин, ди-изопропилэтиламин, ди-изо-
пропил-п-пропиламин, ди-изопропилбутиламин, ди-изопропилпентиламин, ди-
изопропилгексиламин, ди-изопропилоктиламин, ди-изопропил-(2-этилгексил)-амин,
ди-п-бутилэтиламин, ди-п-бутил-п-пропиламин, ди-п-бутил-п-пентиламин, ди-п-
бутилгексиламин, ди-п-бутилоктиламин, ди-п-бутил-(2-этилгексил)-амин, N-п-бутил-
пирролидин, N-втор.-бутилпирролидин, N-трет.-бутилпирролидин, N-п-
пентилпирролидин, N,N-диметилциклогексиламин, N,N-диэтилциклогексиламин, N,N-
ди-п-бутилциклогексиламин, N-п-пропилпиперидин, N-изо-пропилпиперидин, N-п-
бутил-пиперидин, N-втор.-бутилпиперидин, N-трет.-бутилпиперидин, N-п-
пентилпиперидин, M-п-бутилморфолин, N-втор.-бутилморфолин, N-трет.-
бутилморфолин, N-п-пентилморфолин, N-бензил-N-этиланилин, N-бензил-N-п-
пропиланилин, N-бензил-N-изопропиланилин, N-бензил-N-п-бутиланилин, N,N-
диметил-р-толуидин, N,N-диэтил-р-толуидин, N,N-ди-п-бутил-р-толуидин,
диэтилбензиламин, ди-п-пропилбензиламин, ди-п-бутилбензиламин, диэтилфениламин,
ди-п-пропилфениламин и ди-п-бутилфениламин.

Предпочтительными третичными аминами (IVu) являются ди-изопропилэтиламин,
диэтил-трет.-бутиламин, ди-изопропилбутиламин, ди-п-бутил-п-пентиламин, N,N-ди-п-
бутилциклогексиламин, а также третичные амины из изомеров пентила.

Особенно предпочтительными третичными аминами являются ди-п-бутил-п-
пентиламин и третичные амины из изомеров пентила. Другим предпочтительным
третичным амином, имеющим три идентичных остатка, является триаллиламин.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов гуанидина (IVv) используют
такие, у которых

- R¹-R⁵ являются метилом.

В качестве в высшей степени предпочтительного иона гуанидина (IVv)
называется N,N,N',N',N'',N''-гексаметилгуанидин.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов холина (IVw) используют
такие, у которых

- R¹ и R² независимо друг от друга являются метилом, этилом, 1-бутилом или 1-
октилом, а R³ является водородом, метилом, этилом, ацетилом, -SO₂OH или -PO(OH)₂;

- R¹ является метилом, этилом, 1-бутилом или 1-октилом, R² является группой -
CH₂-CH₂-OR⁴-, а R³ и R⁴ независимо друг от друга являются водородом, метилом,
этилом, ацетилом, -SO₂OH или -PO(OH)₂; или

- R¹ является группой -CH₂-CH₂-OR⁴-, R² является группой -CH₂-CH₂-OR⁵-, а R³-R⁵
независимо друг от друга являются водородом, метилом, этилом, ацетилом, -SO₂OH
или -PO(OH)₂.

Особенно предпочтительными ионами холина (IVw) являются такие, у которых
остаток R³ выбран из следующих веществ: водород, метил, этил, ацетил, 5-метокси-3-
оксапентил, 8-метокси-3,6-диоксаоктил, 11-метокси-3,6,9-триоксаундецил, 7-метокси-4-
оксагептил, 11-метокси-4,8-диоксаундецил, 15-метокси-4,8,12-триоксапентадецил, 9-
метокси-5-оксанонил, 14-метокси-5,10-оксатетрадецил, 5-этокси-3-оксапентил, 8-
этокси-3,6-диоксаоктил, 11-этокси-3,6,9-триоксаундецил, 7-этокси-4-оксагептил, 11-
этокси-4,8-диоксаундецил, 15-этокси-4,8,12-триоксапентадецил, 9-этокси-5-оксанонил
или 14-этокси-5,10-оксатетрадецил.

В высшей степени предпочтительно в качестве ионов фосфония (IVx) используют
такие, у которых

- R¹-R³ независимо друг от друга являются алкилом с 1-18 атомами углерода, в

частности бутилом, изобутилом, 1-гексилем или 1-октилом.

Среди указанных выше гетероциклических катионов предпочтительны ионы пиридиния, ионы пиразолиния, ионы пиразолия, а также ионы имидазолиния и имидазолия. Кроме того, предпочтительны ионы аммония.

В частности, предпочтительны следующие ионы: 1-метилпиридиний, 1-этилпиридиний, 1-(1-бутил)пиридиний, 1-(1-гексил)пиридиний, 1-(1-октил)пиридиний, 1-(1-гексил)-пиридиний, 1-(1-октил)-пиридиний, 1-(1-додецил)-пиридиний, 1-(1-тетрадецил)-пиридиний, 1-(1-гексадецил)-пиридиний, 1,2-диметилпиридиний, 1-этил-2-метилпиридиний, 1-(1-бутил)-2-метилпиридиний, 1-(1-гексил)-2-метилпиридиний, 1-(1-октил)-2-метилпиридиний, 1-(1-додецил)-2-метилпиридиний, 1-(1-тетрадецил)-2-метилпиридиний, 1-(1-гексадецил)-2-метилпиридиний, 1-метил-2-этилпиридиний, 1,2-диэтилпиридиний, 1-(1-бутил)-2-этилпиридиний, 1-(1-гексил)-2-этилпиридиний, 1-(1-октил)-2-этилпиридиний, 1-(1-додецил)-2-этилпиридиний, 1-(1-тетрадецил)-2-этилпиридиний, 1-(1-гексадецил)-2-этилпиридиний, 1,2-диметил-5-этилпиридиний, 1,5-диэтил-2-метилпиридиний, 1-(1-бутил)-2-метил-3-этилпиридиний, 1-(1-гексил)-2-метил-3-этил-пиридиний, 1-(1-октил)-2-метил-3-этил-пиридиний, 1-(1-додецил)-2-метил-3-этил-пиридиний, 1-(1-тетрадецил)-2-метил-3-этил-пиридиний, 1-(1-гексадецил)-2-метил-3-этил-пиридиний, 1-метилимидазолий, 1-этилимидазолий, 1-(1-бутил)-имидазолий, 1-(1-октил)-имидазолий, 1-(1-додецил)-имидазолий, 1-(1-тетрадецил)-имидазолий, 1-(1-гексадецил)-имидазолий, 1,3-диметилимидазолий, 1-этил-3-метилимидазолий, 1-(1-бутил)-3-метилимидазолий, 1-(1-гексил)-3-метил-имидазолий, 1-(1-октил)-3-метилимидазолий, 1-(1-додецил)-3-метилимидазолий, 1-(1-тетрадецил)-3-метилимидазолий, 1-(1-гексадецил)-3-метил-имидазолий, 1,2-диметилимидазолий, 1,2,3-триметилимидазолий, 1-этил-2,3-диметилимидазолий, 1-(1-бутил)-2,3-диметилимидазолий, 1-(1-гексил)-2,3-диметилимидазолий и 1-(1-октил)-2,3-диметилимидазолий, 1,4-диметилимидазолий, 1,3,4-триметилимидазолий, 1,4-диметил-3-этилимидазолий, 3-бутилимидазолий, 1,4-диметил-3-октилимидазолий, 1,4,5-триметилимидазолий, 1,3,4,5-тетраметилимидазолий, 1,4,5-триметил-3-этилимидазолий, 1,4,5-триметил-3-бутилимидазолий и 1,4,5-триметил-3-октилимидазолий.

В случае указанных в формулах (IIIa)-(IIIj) катионов металлов $[M^1]^+$, $[M^2]^+$, $[M^3]^+$, $[M^4]^{2+}$ и $[M^5]^{3+}$ речь идет в основном о катионах металлов 1-й, 2-й, 6-й, 7-й, 8-й, 9-й, 10-й, 11-й, 12-й и 13-й групп Периодической системы. Подходящими катионами металлов являются, например, Li^+ , Na^+ , K^+ , Cs^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Ag^+ , Zn^{2+} и Al^{3+} .

В качестве анионов в принципе могут использоваться все анионы. Анион $[Y^1]^{n-}$ ионной жидкости может быть выбран, например, из

- группы галогенидов, галогенсодержащих соединений и псевдогалогенидов формулы: F^- , Cl^- , Br^- , I^- , BF_4^- , PF_6^- , $AlCl_4^-$, $Al_2Cl_7^-$, $Al_3Cl_{10}^-$, $AlBr_4^-$, $FeCl_4^-$, BCl_4^- , SbF_6^- , AsF_6^- , $ZnCl_3^-$, $SnCl_3^-$, $CuCl_2^-$, $CF_3SO_3^-$, $(CF_3SO_3)_2N^-$, $CF_3CO_2^-$, $CCl_3CO_2^-$, CN^- , SCN^- , OCN^-

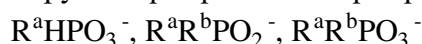
- группы сульфатов, сульфитов и сульфонов общей формулы:



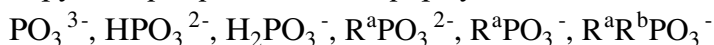
- группы фосфатов общей формулы:



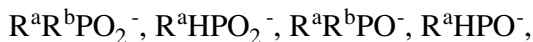
- группы фосфонатов и фосфинатов общей формулы:



- группы фосфитов общей формулы:



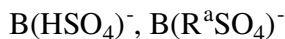
- группы фосфонитов и фосфинитов общей формулы:



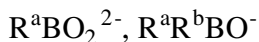
- группы карбоновых кислот общей формулы:



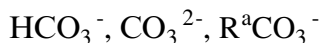
- группы боратов общей формулы:



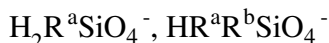
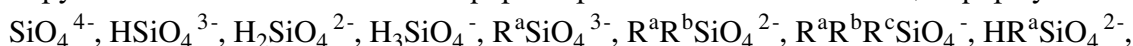
- группы боронатов общей формулы:



- группы карбонатов и сложных эфиров углекислоты общей формулы:



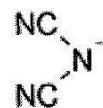
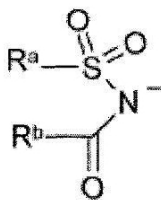
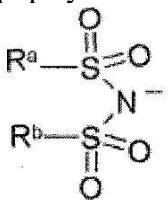
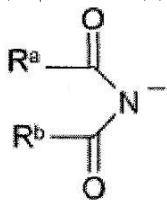
- группы силикатов и сложных эфиров кремниевой кислоты общей формулы:



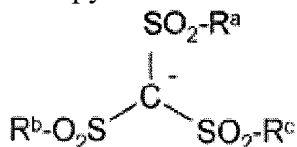
- группы солей алкила и/или арилсилана общей формулы:



- группы имидов карбоновых кислот, бис(сульфонилил)имидов, сульфонилимидов и дицианамидов общей формулы:



- группы метильных соединений металлов общей формулы:



- группы алкоксидов и арилоксидов общей формулы:

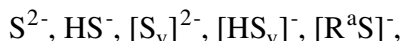


- группы металлатов галогенов общей формулы:



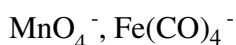
где М означает металл, а Hal фтор, хлор, бром или йод, q и r являются целыми положительными числами и указывают стехиометрию комплекса, а s является целым положительным числом и указывает заряд комплекса;

- группы сульфидов, гидросульфидов, полисульфидов, гидрополисульфидов и тиолатов общих формул:



где v является целым положительным числом от 2 до 10;

- группы комплексных ионов металлов, как, например, $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$, $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$,



В этих формулах R^a , R^b , R^c и R^d означают независимо друг от друга в каждом случае водород, а также в случае необходимости прерванный одним или несколькими не соседними атомами кислорода и/или серы и/или одной или несколькими

замещенными или незамещенными иминогруппами алкил с 2-18 атомами углерода, арил с 6-14 атомами углерода, циклоалкил с 5-12 атомами углерода или же пяти-
шестичленный гетероцикл, имеющий атомы кислорода, азота и/или серы; причем двое
из них могут вместе образовать ненасыщенное, насыщенное или ароматическое
кольцо, прерванное в случае необходимости одним или несколькими атомами
кислорода и/или серы и/или одной или несколькими незамещенными или
замещенными иминогруппами, причем названные остатки могут быть в каждом
случае дополнительно замещены функциональными группами, арилом, алкилом,
арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами.

Замещенным в случае необходимости функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами алкилом с 1-18 атомами углерода являются, например, следующие вещества: метил, этил, пропил, изопропил, n-бутил, втор.-бутил, трет.-бутил, пентил, гексил, гептил, октил, 2-этилгексил, 2,4,4-триметилпентил, децил, додецил, тетрадецил, гетадецил, октадецил, 1,1-диметилпропил, 1,1-диметилбутил, 1,1,3,3-тетраметилбутил, бензил, 1-фенилэтил, α,α-диметилбензил, бензгидрил, p-толилметил, 1-(p-бутилфенил)-этил, p-хлорбензил, 2,4-дихлорбензил, p-метоксибензил, m-этоксибензил, 2-цианоэтил, 2-цианопропил, 2-метоксикарбонилэтил, 2-этоксикарбонилэтил, 2-бутоксикарбонилпропил, 1,2-ди-(метоксикарбонил)-этил, 2-метоксиэтил, 2-этоксиэтил, 2-бутоксиэтил, диэтоксиметил, 1,3-диоксолан-2-ил, 1,3-диоксан-2-ил, 2-метил-1,3-диоксолан-2-ил, 4-метил-1,3-диоксолан-2-ил, 2-изопропоксиэтил, 2-бутоксипропил, 2-октилоксиэтил, хлорметил, трихлорметил, трифторметил, 1,1-диметил-2-хлорэтил, 2-метоксиизопропил, 2-этоксиэтил, бутилтиометил, 2-додецилтиоэтил, 2-фенилтиоэтил, 2,2,2-трифторэтил, 2-гидроксиэтил, 2-гидроксипропил, 3-гидроксипропил, 4-гидроксибутил, 6-гидроксигексил, 2-аминоэтил, 2-аминопропил, 4-аминобутил, 6-аминогексил, 2-метиламиноэтил, 2-метиламинопропил, 3-метиламинопропил, 4-метиламинобутил, 6-метиламиногексил, 2-диметиламиноэтил, 2-диметиламинопропил, 3-диметиламинопропил, 4-диметиламинобутил, 6-диметиламиногексил, 2-гидрокси-2,2-диметилэтил, 2-феноксиэтил, 2-феноксипропил, 3-феноксипропил, 4-феноксибутил, 6-феноксигексил, 2-метоксиэтил, 2-метоксипропил, 3-метоксипропил, 4-метоксибутил, 6-метокси гексил, 2-этоксиэтил, 2-этоксипропил, 3-этоксипропил, 4-этоксибутил или 6-этоксигексил.

Прерванным в случае необходимости одним или несколькими не соседними атомами кислорода и/или серы и/или одной или несколькими замещенными или незамещенными иминогруппами алкилом с 2-18 атомами углерода являются, например, следующие вещества: 5-гидрокси-3-оксапентил, 8-гидрокси-3,6-диоксаоктил, 11-гидрокси-3,6,9-триоксаундецил, 7-гидрокси-4-оксагептил, 11-гидрокси-4,8-диоксаундецил, 15-гидрокси-4,8,12-триоксапентадецил, 9-гидрокси-5-оксанонил, 14-гидрокси-5,10-оксатетрадецил, 5-метокси-3-оксапентил, 8-метокси-3,6-диоксаоктил, 11-метокси-3,6,9-триоксаундецил, 7-метокси-4-оксагептил, 11-метокси-4,8-диоксаундецил, 15-метокси-4,8,12-триоксапентадецил, 9-метокси-6-оксанонил, 14-метокси-5,10-оксатетрадецил, 5-этокси-3-оксапентил, 8-этокси-3,6-диоксаоктил, 11-этокси-3,6,9-триоксаундецил, 7-этокси-4-оксагептил, 11-этокси-4,8-диоксаундецил, 15-этокси-4,8,12-триоксапентадецил, 9-этокси-5-оксанонил или 14-этокси-5,10-оксатетрадецил.

Если два остатка образуют кольцо, то эти остатки могут вместе, например, в качестве аннелированного элемента, означать 1,3-пропилен, 1,4-бутилен, 2-окса-1,3-пропилен, 1-окса-1,3-пропилен, 2-окса-1,3-пропенилен, 1-аза-1,3-пропенилен, 1-C₁-C₄-

алкил-1-аза-1,3-пропенилен, 1,4-бута-1,3-диенилен, 1-аза-1,4-бута-1,3-диенилен или 2-аза-1,4-бута-1,3-диенилен.

Количество не соседних атомов кислорода и/или серы и/или иминогрупп в принципе не ограничено или ограничивается автоматически размером остатка или элемента кольца. Как правило, оно составляет не более 5 в соответствующем остатке, предпочтительно не более 4 или в высшей степени предпочтительно не более 3. Кроме того, между двумя гетероатомами, как правило, находится, по меньшей мере, один атом углерода, предпочтительно, по меньшей мере, два атома углерода.

Замещенные и незамещенные иминогруппы могут быть, например, имино, метилимино, изо-пропилимино, п-бутилимино или трет.-бутилимино.

Под термином «функциональные группы» понимаются, например, следующие: карбокси, карбоксамид, гидроксид, ди-(C₁-C₄-алкил)-амин, C₁-C₄-алкилоксиарбонил, циан или C₁-C₄-алкокси. При этом C₁-C₄-алкил с 1-4 атомами углерода является метилом, этилом, пропилом, изопропилом, п-бутилом, втор.-бутилом или трет.-бутилом.

Замещенным в случае необходимости функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами арилом с 6-14 атомами углерода являются, например, следующие вещества: фенил, толил, ксилл, α-нафтил, β-нафтил, 4-дифенил, хлорфенил, дихлорфенил, трихлорфенил, дифторфенил, метилфенил, диметилфенил, триметилфенил, этилфенил, диэтилфенил, изопропилфенил, трет.-бутилфенил, додецилфенил, метоксифенил, диметоксифенил, этоксифенил, гексилоксифенил, метилнафтил, изопропилнафтил, хлорнафтил, этоксинафтил, 2,6-диметилфенил, 2,4,6-триметилфенил, 2,6-диметоксифенил, 2,6-дихлорфенил, 4-бромфенил, 2- или 4-нитрофенил, 2,4- или 2,6-динитрофенил, 4-диметиламинофенил, 4-ацетилфенил, метоксиэтилфенил или этоксиметилфенил.

Замещенным в случае необходимости функциональными группами, арилом, алкилом, арилокси, алкилокси, галогеном, гетероатомами и/или гетероциклами циклоалкилом с 5-12 атомами углерода являются, например, следующие вещества: циклопентил, циклогексил, циклооктил, циклододецил, метилциклопентил, диметилциклопентил, метил циклогексил, диметилциклогексил, диэтилциклогексил, бутилциклогексил, метоксициклогексил, диметоксициклогексил, диэтоксициклогексил, бутилтиоциклогексил, хлорциклогексил, дихлорциклогексил, дихлорциклопентил, а также насыщенная или ненасыщенная бициклическая система, как норборнил или норборненил.

Пяти-шестичленным гетероциклом, имеющим атомы кислорода, азота и/или серы являются, например, фурил, тиофенил, пиррил, пиридил, индолил, бензоксазол, диоксолил, диоксил, бензимидазол, бензтиазол, диметилпиридил, метилхинолил, диметилпиррил, метоксифурил, диметоксипиридил, дифторпиридил, метилтиофенил, изопропилтиофенил или трет.-бутилтиофенил.

Предпочтительные анионы выбраны из группы галогенидов, галогенсодержащих соединений и псевдо-галогенидов, группы дицианамидов, группы карбоновых кислот, группы сульфатов, сульфитов и сульфонов, а также группы фосфатов.

Предпочтительными анионами являются хлорид, бромид, иодид, SCN⁻, OCN⁻, CN⁻, N(CN)₂⁻, ацетат, C₁-C₄ алкилсульфаты, R^a-COO⁻, R^aSO₃⁻, R^aR^bPO₄⁻, метансульфонаты, тозилат, C₁-C₄ диалкилфосфаты, гидросульфат или тетраалюминат.

Особенно предпочтительными анионами являются SCN⁻, CH₃CH₂SO₄⁻, N(CN)₂⁻ или CH₃SO₃⁻.

В ионной жидкости имеются катионы, а также анионы, которые образуют, по меньшей мере, одну соль.

В высшей степени предпочтительно анионы и катионы ионной жидкости, содержащейся в магнитореологической композиции согласно настоящему изобретению, образуют, по меньшей мере, одну соль, выбранную из группы, в которую входят: 1-бутил-3-метил-имидазолия метилсульфат, 1-этил-3-метилимидазолия этилсульфат, 1-этил-3-метилимидазолия дицианамид, 1-этил-3-метилимидазолия п-бутилсульфат, 1-этил-3-метилимидазолия п-гексилсульфат, 1-этил-3-метилимидазолия п-октилсульфат, 1-этил-3-метилимидазолия тиоцианат, 1-бутил-3-метилимидазолия тиоцианат, 1-этил-3-метилимидазолия тетрафторалюминат, 1-бутил-3-метилимидазолия тетрафторалюминат, 1-этил-3-метилимидазолия ацетат, 1-бутил-3-метилимидазолия ацетат, 1-этил-3-метилпиридинэтилсульфат, 1-этил-3-метилпиридинноафлат, 1-этил-3-метилимидазолия тетрафторборат, 1-бутил-3-метилимидазолия тетрафторборат, 1-гексил-3-метилимидазолия тетрафторборат, 1-метил-3-октилимидазолия гексафторфосфат, 1-этил-3-метилимидазолия гексафторфосфат, 1-гексил-3-метилимидазолия гексафторфосфат, метилтриок-тиламмония бис-(трифторметилсульфонил)имид, 1-этил-3-метилимидазолия 2-(2-метоксиэтокси)этилсульфат, 1-этил-3-метилимидазолия этилфосфат, трис-(2-гидроксиэтил)-метиламмония метилсульфат и 1-этил-3-метилимидазолия гидросульфат.

В магнитореологической композиции согласно настоящему изобретению содержатся намагничиваемые частицы. При этом речь может идти о любых намагничиваемых частицах, известных из уровня техники.

Средний диаметр намагничиваемых частиц, содержащихся в магнитореологической композиции согласно настоящему изобретению, составляет от 0,1 до 500 μm , предпочтительно от 0,1 до 100 μm , особенно предпочтительно от 0,1 до 50 μm . Форма намагничиваемых частиц может быть симметричной или неправильной. Например, речь может идти о сферических частицах, частицах в виде столбиков или иголок. Предпочтительно используются намагничиваемые частицы, в значительной мере обладающие сферической формой. Почти сферические частицы могут быть получены, например, путем распыления расплавленных металлов (порошкообразный продукт распылительной сушки, «атомизированный» порошок).

Для настоящего изобретения могут также применяться смеси намагничиваемых частиц, в частности намагничиваемых частиц с различным распределением размера частиц и/или из различного материала.

Магнитореологическая композиция согласно настоящему изобретению преимущественно содержит намагничиваемые частицы, выбранные из группы, состоящей из железосодержащих частиц, никельсодержащих частиц и кобальтсодержащих частиц. При этом речь идет, например, о частицах из железа, железных сплавов, оксидов железа, нитрита железа, карбида железа, карбонильного железа, никеля, кобальта, высококачественной стали, кремнистой стали, сплавов или смесей из них. Но также могут содержаться, например, частицы из диоксида хрома.

Намагничиваемые частицы могут иметь покрытие, например, может использоваться железный порошок, покрытый изолирующими или антикоррозионными неорганическими веществами, например силикатами, фосфатами, оксидами, карбидами или нитридами, другими металлами или, по меньшей мере, полимером.

Согласно особенно предпочтительной форме осуществления настоящего изобретения в качестве намагничиваемых частиц в магнитореологической композиции содержатся частицы порошка карбонильного железа. Порошок карбонильного железа предпочтительно изготавливается путем разложения пентакарбонила железа.

5 Специалистам известны различные виды порошка карбонильного железа. Наряду с твердыми типами порошка карбонильного железа, полученными от термической сепарации, могут применяться и восстановленные порошки карбонильного железа. Подобные порошки имеют меньшую абразивность и более мягкие с механической
10 точки зрения. Производными твердых и восстановленных видов порошка карбонильного железа являются типы порошка, имеющие различным образом обработанную поверхность. Наиболее употребительные обработанные порошки карбонильного железа покрыты силикатами или фосфатами, но имеются и другие модификации. Другим критерием дифференциации порошков карбонильного железа
15 является соответствующее распределение размеров частиц, которое может иметь существенное влияние на характеристики применения. Средний диаметр диспергированных частиц порошка карбонильного железа составляет преимущественно от 1 до 30 μm . В принципе все виды порошков карбонильного
20 железа пригодны для изобретения. Точный выбор зависит от условий использования магнитореологической композиции согласно настоящему изобретению.

В магнитореологической композиции согласно настоящему изобретению содержатся намагничиваемые частицы, доля которых преимущественно составляет
25 от 50% до 90% по массе, особенно предпочтительно от 70% до 88% по массе по отношению к общей массе магнитореологической композиции.

Согласно одному варианту настоящего изобретения магнитореологическая композиция дополнительно к ионной жидкости содержит, по меньшей мере, одну добавку. Выбор добавки происходит преимущественно из группы, состоящей из
30 тиксотропных средств, модификаторов вязкости, загустителей, диспергирующих средств, поверхностно-активных добавок, антиоксидантов, веществ, придающих скользкость/смазочных средств и антикоррозионных средств.

Модификаторами вязкости в ионной жидкости могут быть растворители или полимерные добавки, изменяющие вязкость композиции. Пригодными являются,
35 например, полярные растворители, например вода, ацетон, ацетоннитрил, низкомолекулярные спирты, амины, амиды, диметилформамид, диметилсульфоксид или полимерные добавки, например немодифицированные или модифицированные полисахариды, полиакрилаты и полимочевина.

Если магнитореологическая композиция согласно настоящему изобретению
40 содержит добавки, служащие модификаторами вязкости, то они содержатся преимущественно в концентрации 0,01-49% по массе, особенно предпочтительно 0,01-30% по массе, в частности, 0,05-10% по массе в каждом случае по отношению к общей массе ионной жидкости и добавок.

45 Тиксотропным средством является добавка, которая создает границу текучести и таким образом противодействует осаждению намагничиваемых частиц в жидкости, содержащейся в магнитореологической композиции. Магнитореологическая композиция согласно настоящему изобретению может содержать, например, по
50 меньшей мере, одно тиксотропное средство, которое выбрано из группы, состоящей из натуральных и синтетических слоистых силикатов группы смектитов (в случае необходимости модифицированных гидрофобным образом слоистых силикатов, например, типа монтмориллонита, как известно из публикации WO 01/03150 A1),

силикагеля или (аморфного) дисперсного диоксида кремния (как известно из публикации US 5667715), нитевидных силикатов (например, измельченные сепиолиты и атапульгиты), частиц углерода (как известно из публикации US 5354488) и полимочевины (как известно из публикации DE 19654461 A1). Также могут

5 использоваться тиксотропные материалы на основе полимерных углеводородов, как, например, производные ксантана-галактоманнана, производные гуара и анионные или неионные простые эфиры целлюлозы или крахмала.

Примерами используемых слоистых силикатов служат бентонит, монтмориллонит, гекторит или синтетические слоистые силикаты, например, Laponite® фирмы Rockwood Additives Ltd. и их модифицированные гидрофобным образом варианты. Поскольку полярность жидкости, содержащейся в магнитореологической композиции, очень высока из-за характера ионной жидкости, то, например, могут использоваться

10 простые загустители слоистых силикатов, способствующие сокращению осаждения намагничиваемых частиц. Поэтому применение слоистых силикатов, модифицированных гидрофобным образом и таким образом адаптированных к гидрофобным базовым маслам, например поли- α -олефинам или силиконам, хотя и возможно, однако, не является необходимым.

Если магнитореологическая композиция согласно настоящему изобретению содержит добавки, служащие тиксотропными средствами, то они содержатся преимущественно в концентрации 0,01-10% по массе; особенно предпочтительно 0,01-5% по массе, в частности, 0,05-1% по массе, в каждом случае по отношению к магнитореологической композиции.

Диспергирующим средством является добавка, которая улучшает редиспергируемость намагничиваемых частиц в жидкости, содержащейся в магнитореологической композиции, после их осаждения и предотвращает их агломерацию. В связи с полярным характером ионных жидкостей при

25 диспергировании намагничиваемых частиц с гидрофильной поверхностью, например, железных частиц, в жидкости магнитореологической композиции согласно настоящему изобретению можно отказаться от диспергирующих средств. В этом случае не происходят химические или физические изменения магнитореологической композиции, которые возникают, например, после длительной нагрузки или

30 многократной нагрузки, и объясняются действием диспергирующего средства. Однако же и в магнитореологической композиции согласно настоящему изобретению могут использоваться диспергирующие средства, например, полимерные диспергирующие средства в т.ч. полисахариды, полиакрилаты, сложные полиэфиры, в частности,

35 полигидроксистеариновой кислоты, алкидные смолы, длинноцепочечные алкоксилаты, кроме того, оксиды полиалкилена, например, Pluronic® компании BASF AG, в случае которых речь идет о блоксополимеризатах оксида полиэтилена-оксида полипропилена-оксида полиэтилена и блоксополимеризатах оксида полипропилена-оксида полиэтилена-оксида полипропилена. Кроме того, возможными

40 диспергирующими средствами являются анионные, катионные, амфотерные и неионные тензиды, известные специалисту, которые не требуется упоминать в подробностях. В качестве примера неионных тензидов называются сахарные тензиды и алкоксилаты спирта, в качестве примера анионных тензидов - анионы карбоновых

45 кислот, например олеаты и стеараты, алкилсульфаты, сульфаты алкилового эфира, алкилфосфаты, фосфаты алкилового эфира и алкилсульфонаты, а в качестве примера амфотерных или цвиттерионных тензидов - оксиды алкиламинов.

Если магнитореологическая композиция согласно настоящему изобретению

содержит добавки, служащие диспергирующими средствами, то они содержатся преимущественно в концентрации 0,01-5% по массе; особенно предпочтительно 0,05-1% по массе, в каждом случае по отношению к магнитореологической композиции.

Магнитореологическая композиция согласно настоящему изобретению может выборочно содержать другие добавки, например вещества, придающие скользкость, как, например, тефлоновый порошок, сульфат молибдена или графитовый порошок, ингибиторы коррозии, добавки против износа и антиоксиданты.

Согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения содержащаяся в магнитореологической композиции ионная жидкость имеет при температуре 25°C кинематическую вязкость <5000 мПа·с, предпочтительно <1000 мПа·с, особенно предпочтительно <200 мПа·с (измерения преимущественно в соответствии с DIN 51562 и/или ISO 3105 с использованием вискозиметра Убелодетипа 501). Кроме того, ионная жидкость магнитореологической композиции преимущественно при температуре -30°C имеет вязкость <20000 мПа·с, особенно предпочтительно <10000 мПа·с, в высшей степени предпочтительно <2000 мПа·с.

Кроме того, предметом настоящего изобретения является способ изготовления магнитореологической композиции согласно изобретению путем диспергирования намагничиваемых частиц в жидкости, которая содержит ионную жидкость, содержащую анионы и катионы.

Изготовление происходит, например, таким образом: берется ионная жидкость и в случае необходимости добавки в ней. Прежде чем ионная жидкость будет смешана с другими составными частями магнитореологической жидкости, она может быть подогрета для снижения вязкости. Для изготовления магнитореологической композиции намагничиваемые частицы диспергируются в жидкости, содержащей магнитореологическую композицию. Однако в качестве альтернативы возможно подмешать намагничиваемые частицы в ионную жидкость и только затем добавить добавки. Гомогенизация магнитореологической композиции осуществляется, например, с помощью подходящего смешивающего агрегата. По выбору из получившейся магнитореологической композиции под вакуумом удаляются газы.

Другим предметом настоящего изобретения является применение магнитореологической композиции согласно настоящему изобретению в регулируемых устройствах, например демпферах, соединительных муфтах, тормозах и других устройствах, в частности, в гаптических устройствах, аварийных абсорберах, системах рулевого управления «Управляй с помощью электроники», зубчатых передачах и системах электрического управления тормозной системой, прокладках, удерживающих магнитах, протезах, тренажерах или подшипниках.

Далее изобретение поясняется подробнее с помощью примеров.

А) Три примера магнитореологической композиции согласно изобретению и один сравнительный пример

Пример 1:

Магнитореологическая композиция, состоящая из EMIM EtSO₄ (1-этил-3-метилимидазолия метилсульфат) - 19,5% по массе, слоистого силиката (Laponite® RDS компании Rockwood Additives Ltd) в качестве тиксотропного средства - 0,5% по массе и порошка карбонильного железа SQ компании BASF AG в качестве намагничиваемых частиц - 80% по массе.

Пример 2:

Магнитореологическая композиция, состоящая из 1-этил-3-метилимидазолия тиоцианата - 22,34% по массе, слоистого силиката Laponite® RDS компании Rockwood

Additives Ltd в качестве тиксотропного средства - 0,66% по массе и порошка карбонильного железа со средним диаметром частиц 4 $\mu\text{м}$ в качестве намагничиваемых частиц - 77% по массе.

Пример 3: 1-этил-3-метилимидазолия тиоцианат - 23% по массе и порошок карбонильного железа типа ON компании BASF AG в качестве намагничиваемых частиц - 77% по массе.

Сравнительный пример: поли- α -олефин Durasyn® DS компании BASF AG - 23% по массе и порошок карбонильного железа типа ON компании BASF AG - 77% по массе.

Свойства магнитореологических композиций представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 содержит данные о напряжении сдвига τ магнитореологических композиций при различных температурах (-30°C и 25°C) и скоростях сдвига (10 с^{-1} и 100 с^{-1}) без магнитного поля и при температуре 25°C и 10 с^{-1} с магнитным полем (плотность магнитного потока 0,7 Т).

Реологическая характеристика композиции с магнитным полем предоставляется с помощью коммерческого реометра Physika MCR501 компании Anton Paar GmbH, оснащенного магнитным измерительным элементом MRD 180/1 Т также компании Anton Paar GmbH. Измерения происходят в конструкции пластина - пластина с использованием стандартного ротора, поставляемого вместе с реометром, диаметром 20 мм, расстояние между пластинами составляет 0,3 мм. Калибровка магнитного измерительного элемента с исследуемым образцом для определения плотности магнитного потока осуществляется с помощью гауссметра фирмы F.W.Bell (модель 9500, зонд F.W.Bell 1X). После помещения исследуемого образца осуществляется полное размагничивание измерительного элемента. Для настройки воспроизводимых условий измерения исследуемый образец перед каждым измерением предварительно сдвигается со скоростью сдвига 10 с^{-1} в течение 20 с, затем следует фаза покоя в течение 10 с. При заданной силе тока магнитной катушки запускаются различные скорости сдвига (например, 0,1, 1, 10, 100 с^{-1}). По прошествии 10 с снимается значение измерений. Указанные напряжения сдвига рассчитываются с допуском ньютоновской жидкости.

Реологическая характеристика композиции без магнитного поля осуществляется в геометрии конус-пластина диаметром 40 мм и углом конуса 2° (реометр RheoStress 150 компании Thermo Haake). Режим измерения управляется напряжением сдвига, запускаются ступени напряжения сдвига продолжительностью 1 с (типовые диапазоны напряжения сдвига от 0,05 до 2500 Па) и составляется кривая текучести. На основании последней снимаются данные соответствующего напряжения сдвига для скоростей сдвига 10 и 100 с^{-1} .

Таблица 1			
	τ [Па]	τ [Па]	τ [кПа]
	10 с^{-1}	100 с^{-1}	1 с^{-1}
	-30°C	25°C	0,7 Т 25°C
Пример 1	270	210	82
Пример 2	50	25	74
Пример 3	42	23	68
Сравнительный	н.о.	н.о.	н.о.
пример			
н.о. = не определяется, так как сразу же начинается сепарация			

Таблица 2 содержит данные по текучести при температуре -40°C , редиспергируемости, редиспергируемости по истечении 28 дней и сепарации масла.

Таблица 2				
	Текущность при температуре -40°C	Редиспергируемость 2000 г; 15 мин.	Редиспергируемость по истечении 28 дней	Сепарация масла по истечении 28 дней [%]
5	Пример 1	0	++	11
	Пример 2	++	++	15
	Пример 3	+	+	35
	Сравнительный	н.о.	-	50
	пример			
10	н.о. = не определяется, так как сразу же начинается сепарация			

Пояснение метода испытаний:

а) Текущность при температуре - 40°C

Композиция охлаждается в завинченной стеклянной посуде до температуры - 40°C.

15 Затем после опрокидывания стеклянной посуды примерно на 130° осуществляется оценка текучести. Решающее значение имеет скорость, с которой в стеклянной посуде заново образуется горизонтальное зеркало жидкости.

++: течет быстро (жидкотекучий)

+: течет медленно (густотекучий)

0: течет очень медленно (вязкотекучий)

-: твердый

б) Редиспергируемость (2000 г; 15 мин)

Магнитореологическая композиция в течение 15 минут пропускается через

25 центрифугу со скоростью 4000 об./мин. При этом возникают центробежные силы в 2000 раз больше земного ускорения. После центрифугирования осадок проверяется на редиспергируемость. Для этого лабораторный шпатель вставляется в осевший отстой (до 3 мм над дном сосуда) и поворачивается на 180°. При этом происходит качественная оценка сопротивления, противодействующего движению шпателя:

30 ++: сопротивление очень низкое (очень хорошая редиспергируемость)

+: сопротивление низкое (хорошая редиспергируемость)

0: сопротивление высокое (редиспергируемость)

-: сопротивление очень высокое (плохая редиспергируемость)

35 -: шпатель едва поворачивается (редиспергируемость отсутствует)

в) Редиспергируемость по истечении 28 дней

Магнитореологической композицией наполняется на 5 см стеклянная банка с завинчивающейся крышкой. По истечении 28 дней лабораторный шпатель вставляется в композицию до 3 мм над дном сосуда и поворачивается на 180°. При этом 40 происходит качественная оценка сопротивления, противодействующего движению шпателя:

++: сопротивление очень низкое (очень хорошая редиспергируемость)

+: сопротивление низкое (хорошая редиспергируемость)

45 0: сопротивление высокое (редиспергируемость)

-: сопротивление очень высокое (плохая редиспергируемость)

--: шпатель едва поворачивается (редиспергируемость отсутствует)

г) Сепарация масла

Магнитореологической композицией заполняют завинчиваемую градуированную 50 пробирку и при температуре 20°C снимают данные о сепарации масла в процентном соотношении по истечении 28 дней.

Б) Опыт и сравнительные опыты по потере массы при нагревании

Три магнитореологические композиции, текучие при температуре - 40°C, с

различными жидкими компонентами (одна из них магнитореологическая композиция согласно настоящему изобретению) подвергаются термогравиметрическому анализу и при этом нагреваются со скоростью 5°C/мин. на воздухе до температуры 250°C (устройство Netzsch STA 440C). При этом были получены следующие результаты потери массы для трех композиций:

Основная жидкость	Потери веса	Оценка применения при высоких температурах
i) поли- α -олефин (Durasyn 162)	-5,3% (от 30°C до 250°C)	не годится
ii) силиконовое масло (Wacker DM5)	-2,0% (от 30°C до 250°C)	не годится
iii) ионная жидкость: 1-этил-3-метилимидазолметилсульфат	-0,9% (от 30°C до 250°C)	годится

Три исследованные магнитореологические композиции имели следующий состав:

i) 9,8% по массе - поли- α -олесрин (Durasyn[®] DS192 компании BASF AG) и 90% по массе - порошок карбонильного железа типа ON компании BASF AG и 0,40% по массе - диспергирующее средство Disperbyk DB 108 (компания Byk-Chemie)+0,24% по массе - Bentone SD 3 (компания Elementis Specialties).

ii) 16,65% по массе - полидиметилсилоксан Wacker DM5 + 83% по массе - порошок карбонильного железа типа SQ компании BASF AG + 0,35% по массе - Bentone SD 3

iii) 19,5% по массе - 1-этил-3-метилимидазолия метилсульфат и 80% по массе - порошок карбонильного железа типа SQ компании BASF AG в качестве намагничиваемых частиц и слоистый силикат Laponite[®] SD3 компании Rockwood Additives Ltd в качестве тиксотропного средства.

В) Опыт и сравнительные опыты по напряжению сдвига при низком содержании порошка карбонильного железа (около 80% по массе)

Опыты были проведены при температуре 25°C со скоростью сдвига 10 с⁻¹.

а) Опыт, проведенный с магнитореологической композицией согласно настоящему изобретению: 22,34% по массе - 1-этил-3-метилимидазолия тиоцианит и 77% по массе - порошок карбонильного железа в качестве намагничиваемых частиц и 0,66% по массе - слоистый силикат Laponite[®] RDS компании Rockwood Additives Ltd в качестве тиксотропного средства.

б) Первый сравнительный опыт: 17,75% по массе - полиметилсилоксан (Wacker DM5) и 82% по массе - порошок карбонильного железа типа ON компании BASF AG и 0,25% по массе - Bentone SD3.

в) Второй сравнительный опыт: 18,67% по массе - поли- α -олифин (Dimer компании Dodecan) и 80% по массе - порошок карбонильного железа типа ON компании BASF AG и 0,66% по массе - диспергирующее средство Borch Gen 911 (компания Borchers GmbH) и 0,67% по массе - слоистый силикат Bentone SD3.

Магнитная индуктивность/Т	а) Напряжение сдвига/кПа	б) Напряжение сдвига/кПа	в) Напряжение сдвига/кПа
0,00	0,0122	0,0511	0,00320
0,05	1	0,762	0,469
0,10	3,16	2,61	1,35
0,20	10,6	8,85	4,23
0,30	20,7	18	8,5
0,40	33,0	26	13,4
0,50	45,7	35,3	18,1
0,60	59	43,5	22,4
0,70	70	50,4	26,1
0,80	75,9	54,8	29,5

0,90	80,1	56,5	31,6
1,00	82,6	58,1	33,1

Г) Вязкость различных ионных жидкостей, предназначенных для
магнитореологической композиции согласно настоящему изобретению

	Ионная жидкость	текучесть при температуре выше [°C]	вязкость 20°C [мПа·с]
	1-бутил-3-метилимидазолия метил-сульфат	<-20	214
	1-этил-3-метилимидазолия этилсульфат	<-20	122
10	1-этил-3-метилимидазолия дицианамид	<-20	22
	1-этил-3-метилимидазолия n-бутилсульфат	24	173
	1-этил-3-метилимидазолия n-гексилсульфаты	7	371
	1-этил-3-метилимидазолия n-октилсульфаты	-9	471
	1-этил-3-метилимидазолия тиоцианат	<-20	22
15	1-бутил-3-метилимидазолия тиоцианат	<20	54
	1-этил-3-метилимидазолия тетрахло-ралюминат	9	26
	1-бутил-3-метилимидазолия тетрахло-ралюминат	-10	32
	1-этил-3-метилимидазолия ацетат	<20	93
	1-бутил-3-метилимидазолия ацетат	<20	554
	1-этил-3-метилпиридиния этилсульфат	<-65	152
20	1-этил-3-метилпиридиния нонафлаты	-6	225
	1-этил-3-метилимидазолтетрафторборат	15	
	1-бутил-3-метилимидазолия тетраф-торборат	<-65	104
	1-гексил-3-метилимидазолия тетраф-торборат	<-65	250
	1-метил-3-октилимидазолия тетраф-торборат	<-65	400
25	1-метил-3-октилимидазолия гексаф-торфосфат	<-65	900
	1-этил-3-метилимидазолия гексаф-торфосфат	<-65	560
	1-гексил-3-метилимидазолия гексаф-торфосфат	<-65	900
	метилтриоктиламмония бис-(трифторметилсульфонил)имид	<-65	630
30	1-этил-3-метилимидазолия 2-(2-метоксиэтокси)этилсульфаты	<-65	205
	1-этил-3-метилимидазолия диэтил-фосфаты	20	554
	1-этил-3-метилимидазолия гидросульфат.	28	4320

Особенно предпочтительно для магнитореологической композиции согласно
настоящему изобретению используются ионные жидкости, имеющие при
температуре 20°C вязкость <1000 мПа·с, и все еще жидкие при температуре ниже -20°C.
Это, в частности: 1-бутил-3-метил-имидазолия метилсульфат, 1-этил-3-
метилимидазолия этилсульфат, 1-этил-3-метилимидазолия тиоцианат, 1-бутил-3-
метилимидазолия тиоцианат, 1-этил-3-метилимидазолия ацетат, 1-бутил-3-
метилимидазолия ацетат, 1-этил-3-метилпиридиния этилсульфат, 1-этил-3-
метилимидазолия дициа-намид, 1-бутил-3-метилимидазолия тетрафторборат, 1-
гексил-3-метилимидазолия тетрафторборат, 1-метил-3-октилимидазолия
тетрафторборат, 1-метил-3-октилимидазолия гексафторфосфат, 1-этил-3-
метилимидазолия гексафторфосфат; 1-гексил-3-метилимидазолия гексафторфосфат,
метилтриоктиламмония бис-(трифторметилсульфонил) имид и 1-этил-3-
метилимидазолия 2-(2-метоксиэтокси)этилсульфат.

Формула изобретения

1. Магнитореологическая композиция, отличающаяся тем, что эта
магнитореологическая композиция содержит
ионную жидкость, содержащую анионы и катионы,

дисперсные намагничиваемые частицы, средний диаметр которых составляет от 0,1 до 500 мкм, и

в случае необходимости добавки,

где ионная жидкость выбрана из следующих веществ: 1-бутил-3-метилимидазол-метилсульфат, 1-этил-3-метилимидазолия этилсульфат, 1-этил-3-метилимидазолия тиоцианат, 1-бутил-3-метилимидазолия тиоцианат, 1-этил-3-метилимидазолия ацетат, 1-бутил-3-метилимидазолия ацетат, 1-этил-3-метилпиридиния этилсульфат, 1-этил-3-метилимидазолия дицианамид, 1-бутил-3-метилимидазолия тетрафторборат, 1-гексил-3-метилимидазолия тетрафторборат, 1-метил-3-октилимидазолия тетрафторборат, 1-метил-3-октилимидазолия гексафторфосфат, 1-этил-3-метилимидазолия гексафторфосфат, 1-гексил-3-метилимидазолия гексафторфосфат, метилтриоктиламмония бис(трифторметил-сульфонил)имид и 1-этил-3-метилимидазолия 2-(2-метоксиэтокси)этилсульфат.

2. Магнитореологическая композиция по п.1, отличающаяся тем, что магнитореологическая композиция содержит, по меньшей мере, одну добавку, выбранную из группы, состоящей из тиксотропных средств, модификаторов вязкости, загустителей, диспергирующих средств, поверхностно-активных добавок, антиоксидантов, веществ, придающих скользкость/смазочных средств и антикоррозионных средств.

3. Магнитореологическая композиция по п.1 или 2, отличающаяся тем, что отношение массовой доли ионной жидкости к весовой доли добавок в каждом случае по отношению к общей массе магнитореологической композиции больше чем 1.

4. Магнитореологическая композиция по п.1, отличающаяся намагничиваемыми частицами, выбранными из группы, состоящей из железосодержащих частиц, никельсодержащих частиц и кобальтсодержащих частиц.

5. Магнитореологическая композиция по п.4, отличающаяся тем, что в качестве намагничиваемых частиц содержатся частицы карбонильного железа, средний диаметр которых составляет 1-30 мкм.

6. Способ изготовления магнитореологической жидкости по одному из пп.1-5, отличающийся диспергированием намагничиваемых частиц в жидкости, которая содержит ионную жидкость, содержащую анионы и катионы.

7. Применение магнитореологической композиции по одному из пп.1-5 в регулируемом устройстве, выбранном из группы, состоящей из демпферов, соединительных муфт, тормозов и других устройств, таких как тренажеры, гаптические устройства, удерживающие магниты, аварийные абсорберы, системы рулевого управления «Управляй с помощью электроники», зубчатые передачи и системы электрического управления тормозной системой, прокладки, протезы и подшипники.