



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012102081/07, 02.07.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.07.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
07.07.2009 US 61/223,656

(43) Дата публикации заявки: 20.08.2013 Бюл. № 23

(45) Опубликовано: 20.05.2014 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2008283803 A1, 20.11.2008. JP 2000090740 A, 31.03.2000. US 2002109128 A1, 15.08.2002. RU 2337421 C1, 27.10.2008. RU 2251170 C2, 27.04.2005. CA 2786816 A1, 27.11.2008

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 07.02.2012

(86) Заявка РСТ:
US 2010/040881 (02.07.2010)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/005675 (13.01.2011)

Адрес для переписки:
105215, Москва, а/я 26, Рыбиной Н.А.

(72) Автор(ы):

**ЛОПЕС Хосе Умберто (BR),
МАХОНИ Дэвид В. (US),
ГАРСИА-РАМИРЕС Рафаэль (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**ЗМ ИННОВЕЙТИВ ПРОПЕРТИЗ
КОМПАНИ (US)**

(54) ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СОДЕРЖАЩЕЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ МАСЛО С ЭРУКОВОЙ КИСЛОТОЙ

(57) Реферат:

В настоящем изобретении предлагается состав, пригодный для применения в электрическом оборудовании, содержащем диэлектрическую жидкость. Предлагаемый диэлектрический состав включает масляный компонент, причем масляный компонент содержит масло крамбе и/или рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты, а также этерифицированное масло крамбе и/или этерифицированное рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты, при этом масляный компонент имеет содержание

эруковой кислоты по меньшей мере 45% по весу. Включение в состав диэлектрической жидкости сложных эфиров, предлагаемых в соответствии с настоящим изобретением, позволяет снизить вязкость масляного компонента. Повышение термической устойчивости и удельного сопротивления масляного компонента, а также снижение его воздействия на окружающую среду, является техническим результатом предложенного изобретения. 2 н. и 9 з.п. ф-лы, 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H01B 3/20 (2006.01)
H01F 27/12 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012102081/07, 02.07.2010

(24) Effective date for property rights:
02.07.2010

Priority:

(30) Convention priority:
07.07.2009 US 61/223,656

(43) Application published: 20.08.2013 Bull. № 23

(45) Date of publication: 20.05.2014 Bull. № 14

(85) Commencement of national phase: 07.02.2012

(86) PCT application:
US 2010/040881 (02.07.2010)

(87) PCT publication:
WO 2011/005675 (13.01.2011)

Mail address:
105215, Moskva, a/ja 26, Rybinoj N.A.

(72) Inventor(s):

**LORES Jose Humberto (BR),
MAHONEY David V. (US),
GARCIA-RAMIREZ Rafael (US)**

(73) Proprietor(s):

**3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(US)**

(54) **ELECTRIC EQUIPMENT, CONTAINING DIELECTRIC OIL WITH ERUCIC ACID**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: claimed invention relates to composition, suitable for application in electric equipment, containing dielectric liquid. Claimed dielectric composition includes oil component, with oil component containing crambe oil and/or rapeseed oil with high content of erucic acid, as well as etherified crambe oil and/or etherified rapeseed oil with high content of erucic

acid, with oil component having content of erucic acid at least 45 wt %. Introduction of esters, claimed in accordance with claimed invention, makes it possible to reduce oil component viscosity.

EFFECT: increase of thermal stability and specific resistance of oil component, as well as reduction of its impact on the environment.

11 cl, 1 tbl

C 2
0 4 7 0
2 5 1 6 4 7 0
R U

R U
2 5 1 6 4 7 0
C 2

Область применения

Настоящее изобретение относится к электрическому оборудованию, содержащему диэлектрическое масло с высоким содержанием эруковой кислоты.

Уровень техники

5 Диэлектрические (изолирующие) жидкости, применяемые в распределительном и силовом электрооборудовании, включая трансформаторы, коммутационное оборудование и электрические кабели, выполняют две важные функции. Во-первых, данные жидкости действуют как электроизолирующая среда, то есть обеспечивают диэлектрическую прочность, и во-вторых, они отводят от оборудования выделяющееся
10 тепло, то есть действуют как охлаждающая среда. Например, в трансформаторе диэлектрическая жидкость отводит тепло от обмоток и сердечника трансформатора или подключенных к нему цепей к охлаждающим поверхностям. Идеальная диэлектрическая жидкость для электрического оборудования должна не только обладать диэлектрической прочностью и охлаждающей способностью, но также оказывать
15 минимальное вредное воздействие на окружающую среду, быть совместимой с конструкционными материалами электрического оборудования и быть относительно невоспламеняющейся.

На протяжении более чем столетия в качестве изолирующих и охлаждающих жидкостей в электрическом оборудовании широко применялись минеральные масла,
20 вырабатываемые из сырой нефти. Несмотря на то что эти масла обладают приемлемой диэлектрической прочностью и совместимы с конструкционными материалами электрического оборудования, они не являются невоспламеняющимися, а поскольку они являются продуктами нефтепереработки, считается, что их использование в целом связано с нанесением ущерба природной среде. В середине прошлого века, по мере
25 того как нормы безопасности для многих видов электрических установок, устанавливаемых в закрытых и полужакрытых помещениях, становились все более жесткими, минеральные масла были в значительной мере заменены невоспламеняющимися жидкостями, такими как жидкости на основе полихлорированных бифенилов (ПХБ). Позднее, однако, ПХБ были признаны опасными для окружающей
30 среды, и их производство, продажа и использование в новом оборудовании были запрещены.

Из-за недостатков, свойственных жидкостям на основе полихлорированных бифенилов (ПХБ), и в связи с растущим осознанием отрицательного воздействия на окружающую среду минеральных масел и используемых сегодня альтернатив
35 предпринимались и предпринимаются многочисленные попытки разработать относительно недорогие, безопасные для окружающей среды и невоспламеняющиеся диэлектрические жидкости.

В связи с растущими требованиями к минимизации вредного воздействия на окружающую среду, растет потребность в разработке диэлектрической жидкости,
40 которая; (1) представляла бы минимальную угрозу для окружающей среды; (2) быстро и легко деградировала, так, чтобы пролитая жидкость не загрязняла почву или грунтовые воды в течение сколько-нибудь значительного времени; и (3) не препятствовала в сколько-нибудь значительной степени естественным процессам биологического разложения.

45 Усиливается также стремление к замене невозобновляемых ресурсов возобновляемыми, в частности, с точки зрения уменьшения зависимости от продуктов, производимых из нефти, и в целом среди промышленных и частных потребителей растет потребность в натуральных продуктах. Это, по меньшей мере частично, связано с

усиливающимся вниманием, которое уделяется эффектам долговременного воздействия различных материалов и побочных продуктов их разложения на окружающую среду.

Сущность изобретения

По меньшей мере одно из воплощений изобретения направлено на удовлетворение потребности в электрическом оборудовании, в котором используется изолирующая жидкость, которая является нетоксичной, биологически деградируемой, сравнительно невоспламеняющейся, безвредной по отношению к окружающей среде, и при этом она должна соответствовать существующим техническим условиям и требованиям для диэлектрических жидкостей, и иметь эксплуатационные характеристики, сравнимые с характеристиками используемых в настоящее время изоляционных масел или даже превосходящие их.

В одном из воплощений настоящего изобретения предлагается диэлектрическая жидкость, подходящая для использования в электрическом оборудовании. Диэлектрическая жидкость содержит масляный компонент, который в свою очередь, содержит масло крамбе и/или рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты, и этерифицированное или переэтерифицированное (в контексте настоящего описания данные термины используются как взаимно заменяющие друг друга) масло крамбе и/или рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты. Некоторые воплощения настоящего изобретения содержат масляные компоненты, в которых содержание эруковой кислоты составляет по меньшей мере 45% по весу, по меньшей мере 50% по весу, по меньшей мере 55% по весу, или по меньшей мере 60% по весу.

Еще в одном воплощении настоящего изобретения предлагаются устройства для преобразования, выработки и/или распределения электрической энергии, включая кабели для линий электропередачи, распределительное оборудование и трансформаторы, в которых применяется диэлектрическая жидкость, содержащая масляный компонент, который в свою очередь, содержит масло крамбе и/или рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты, и этерифицированное или переэтерифицированное масло крамбе и/или рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты.

В контексте настоящего изобретения:

"Эруковая кислота" означает мононенасыщенную жирную кислоту C22:1.

"Масло с высоким содержанием эруковой кислоты" означает масло, содержащее по меньшей мере одно из следующего: масло крамбе, рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты, этерифицированное масло крамбе и этерифицированное рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты.

Преимуществом по меньшей мере одного из воплощений настоящего изобретения является то, что в нем предлагается изоляционное масло с низкой вязкостью, что улучшает его теплопроводность.

Еще одним преимуществом по меньшей мере одного из воплощений настоящего изобретения является то, что предлагаемые изоляционные масла являются биodeградируемыми.

Еще одним преимуществом по меньшей мере одного из воплощений настоящего изобретения является то, что поскольку масла с высоким содержанием эруковой кислоты в целом не пригодны к употреблению в пищу, то использование этих масел для производства диэлектрических жидкостей не создаст конкуренции их использованию в качестве источника пищевых продуктов.

В приведенном выше описании сущности изобретения не подразумевалось подробно описать каждое из возможных воплощений изобретения. Более подробное описание возможных воплощений изобретения приводится ниже и сопровождается прилагаемыми

чертежами.

Подробное описание изобретения

Ниже приводится подробное описание предпочтительных воплощений настоящего изобретения. Следует понимать, что возможны и прочие воплощения изобретения, и кроме того, в воплощения изобретения могут быть внесены структурные и логические изменения без отхода от масштабов настоящего изобретения. Поэтому нижеследующее подробное описание не следует рассматривать в ограничивающем смысле. Масштаб изобретения определяет прилагаемая формула изобретения.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения масляный компонент может содержать по меньшей мере 45% по весу эруковой кислоты, по меньшей мере 50% по весу эруковой кислоты, по меньшей мере 55% по весу эруковой кислоты, или по меньшей мере 60% по весу эруковой кислоты. Такое процентное содержание является идеальным для электротехнических приложений. Некоторые используемые в настоящее время в электротехнике растительные масла содержат в качестве основного компонента олеиновую кислоту (C18.1). Имеющая более длинную углеродную цепь эруковая кислота обеспечивает более высокую термическую устойчивость и удельное сопротивление, чем олеиновая кислота.

По меньшей мере в одном из воплощений настоящего изобретения масло с высоким содержанием эруковой кислоты содержит более чем 76% по весу мононенасыщенных жирных кислот. Моно-ненасыщенные жирные кислоты более термически устойчивы, чем би-ненасыщенные жирные кислоты и три-ненасыщенные жирные кислоты и, по этой причине, больше подходят для применения в качестве изолирующих жидкостей в электротехнике.

Сложные эфиры, изготовленные из масла крамбе или рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты, имеют высокое электрическое сопротивление, что также делает их идеальными для применения в электротехнике. Реакция этерификации или переэтерификации предпочтительно проводится с образованием алкилового эфира, имеющего углеродную цепь длиной от 1 до 8 атомов углерода, более предпочтительно - от 1 до 4 атомов углерода. Кроме того, поскольку в процессе этерификации глицериновый блок устраняется, тем самым создавая разделенные углеродные цепи, получаемые сложные эфиры имеют низкую вязкость. Низкая вязкость способствует улучшению процесса охлаждения электрического оборудования при помощи масла. Вязкость растительного масла может быть в два раза выше, чем у минерального масла, которое в настоящее время наиболее часто используется в электрическом оборудовании. Из-за высокой вязкости растительных масел при их применении может потребоваться иной процесс охлаждения, отличный от используемого в случае с минеральными маслами, и это может привести к снижению ресурса электрического оборудования, такого как трансформаторы. Включение в состав диэлектрической жидкости сложных эфиров, предлагаемых в соответствии с настоящим изобретением, позволяет снизить вязкость масляного компонента до приемлемого уровня.

Для получения масел с высоким содержанием эруковой кислоты, пригодных для применения в соответствии с настоящим изобретением, сначала из семян крамбе или семян рапса экстрагируется масло с высоким содержанием эруковой кислоты. Типичный процесс экстракции включает использование гексана в качестве растворителя для увеличения количества масла, извлекаемого из семян.

Нерафинированное масло крамбе и рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты, так же как и другие нерафинированные растительные масла, обычно непригодны для использования в качестве диэлектрической жидкости, поскольку они

содержат воду и иные электрически проводящие примеси, ухудшающие их характеристики при использовании в качестве диэлектрической жидкости в электрическом оборудовании, таком как силовые или распределительные трансформаторы. По этой причине желательно, чтобы масло крамбе и рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты, предлагаемые в соответствии с настоящим изобретением, были дополнительно подвергнуты процессам очистки для удаления из них воды, кислот и прочих электропроводящих примесей.

В частности, может быть проведено удаление полярных примесей, включая пигменты (например, хлорофилл), воск и фосфолипиды, такие как лецитин, путем добавления к маслу ортофосфорной или лимонной кислоты, фосфолипидных ферментов, силикатов, таких как силикаты металлов или силикат натрия, или глин. Обычно такие материалы добавляются в количестве 3-4% по весу. Эти материалы собирают загрязнители в аггломерированные частицы, после чего такие частицы могут быть удалены путем фильтрования. Подходящим является фильтрующий материал, удаляющий частицы размерами от 0,5 мкм до 5 мкм. Обычно предпочтительны фильтрующие среды с более мелкими порами.

Удаление полярных примесей может также выполняться элюированием диэлектрической жидкости под действием силы тяжести через адсорбирующую среду, примеры которой включают, не ограничиваясь ими, фуллерову землю, диатомовую землю, активированные глины и аттапульгит.

Удаление воды может осуществляться при помощи любых известных процессов дегидратации. Подходящие примеры процессов дегидратации включают, не ограничиваясь ими, элюирование диэлектрической жидкости под действием силы тяжести через адсорбирующую среду, разделение на фракции центрифугированием и вакуумную сушку. Подходящие для удаления воды адсорбирующие материалы включают, не ограничиваясь ими, такие химические осушители, как силикагель или безводный сульфат магния, крахмал или молекулярные сита. Предпочтительно, чтобы концентрация воды была снижена до примерно 100 ppm или менее.

Удаление кислот может осуществляться добавлением гидроксида натрия или гидроксида калия в виде водного раствора щелочи. В результате этого процесса образуются мыла, которые могут быть отфильтрованы от масла. Для улучшения отделения мыла от масла могут также использоваться глины.

Для того чтобы получить диэлектрическую жидкость с требуемыми эксплуатационными характеристиками для применения в электрическом оборудовании, неочищенное масло крамбе и рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты могут подвергаться одному или более процессам очистки.

Масло крамбе и рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты могут также подвергаться процессу этерификации. Предпочтительно, чтобы реакция этерификации или переэтерификации приводила к образованию алкилового эфира, имеющего углеродную цепь длиной от 1 до 8 атомов углерода, более предпочтительно - от 1 до 4 атомов углерода. Известные методы этерификации включают использование основных или кислотных катализаторов. Типичные примеры основных катализаторов включают гидроксид натрия, гидроксид калия, алкоксид натрия, алкоксид калия, катализаторы на основе алкоксилированных щелочных металлов, выбираемые из группы, состоящей из метанолата натрия, этанолата натрия, пропанолата натрия, бутанолата натрия, метанолата калия, этанолата калия, пропанолата калия, бутанолата калия и их смесей, триэтанолamina и смесей с вышеперечисленными. Типичные примеры основных катализаторов включают катализаторы на основе неорганических кислот,

выбираемых из группы, состоящей из серной кислоты, ортофосфорной кислоты, соляной кислоты и их смесей.

Этерифицированные масла могут быть очищены теми же способами, что и сырые масла.

5 С маслом крамбе и рапсовым маслом с высоким содержанием эруковой кислоты могут быть смешаны прочие растительные масла и сложные эфиры. Предпочтительными являются масла, имеющие относительно высокое содержание эруковой кислоты, такие как прочие типы рапсовых масел, масло семян лакфиоли, масло семян пенника лугового
10 могут также использоваться и прочие растительные масла и масла нерастительного происхождения.

В некоторых воплощениях настоящего изобретения в состав диэлектрической жидкости дополнительно вводятся такие добавки, как антиоксиданты и раскислители металлов (ингибиторы коррозии). Устойчивость состава диэлектрической жидкости к
15 окислению может быть повышена добавлением в состав диэлектрической жидкости антиоксидантов и/или раскислителей металлов.

Антиоксиданты содержат одно или более веществ, которые абсорбируют или выводят кислород, который в противном случае растворился бы в масле с высоким содержанием эруковой кислоты и привел бы к окислительному расщеплению масла. Примерами
20 подходящих антиоксидантов могут быть, не ограничиваясь ими, фенольные антиоксиданты, такие как IRGANOX L109, IRGANOX L64, IRGANOX L94 и антиоксиданты на основе октилированного/бутилированного дифениламина, такие как IRGANOX L57 (все производства Ciba Corporation (в настоящее время подразделение BASF), Тэрритаун, штат Нью-Йорк, США), ETHANOX 4702 производства Albemarle
25 Corporation, (Батон Руж, штат Луизиана, США), бутилированный гидроксанизол, бутилированный гидрокситолуол, третичный бутилгидроксифинон, тетрагидроксифенол, аскорбилпальмитат (розмариновое масло), пропилгаллат, и α -, β - или Δ -токоферол (витамин E).

Примеры подходящих раскислителей металлов включают, не ограничиваясь ими,
30 раскислители меди, такие как толутриазол, бензотриазол, и производные триазола, такие как продукты, предлагаемые Ciba Corporation (в настоящее время являющейся подразделением BASF) под торговыми наименованиями IRGAMET 30 (производная триазола) и IRGAMET 39 (производная толутриазола).

Примером подходящей смеси, содержащей антиоксидант и раскислитель металлов,
35 является KEMIN BF 320 (производства Kemin Industries, Де-Муан, штат Айова, США), который содержит, разрывающий цепочки антиоксидант - третичный бутилгидрохинон, и металл-хелатирующий агент - лимонную кислоту.

Для некоторых приложений важно, чтобы диэлектрическая жидкость сохраняла свои эксплуатационные характеристики при низких температурах. Значения температуры
40 потери текучести для масла крамбе и рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты могут быть выше, чем требующиеся для некоторых приложений. Например, для использования ее в типичном распределительном электрооборудовании необходимо, чтобы температура потери текучести охлаждающей жидкостью была не выше, чем примерно -20°C .

45 Эксплуатационные характеристики при низкой температуре, как правило, улучшаются при добавлении к маслу крамбе и/или рапсовому маслу с высоким содержанием эруковой кислоты сложных эфиров масла крамбе и/или рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты. Смеси этих компонентов могут обеспечить более низкие значения

температуры потери текучести, чем у отдельно взятых масел, входящих в состав этих смесей потому, что температуры потери текучести сложных эфиров масла крамбе и/или рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты ниже, чем у масла крамбе и рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты. Примеры подходящих смесей включают смеси, содержащие от примерно 1% по весу до примерно 99% по весу масла крамбе и/или рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты и от примерно 99% по весу до примерно 1% по весу сложных эфиров масла крамбе и/или рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты, в зависимости от требуемых характеристик. Примеры подходящих для некоторых приложений смесей включают смеси, содержащие от примерно 5% по весу до примерно 95% по весу масла крамбе и/или рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты и от примерно 95% по весу до примерно 5% по весу сложных эфиров масла крамбе и/или рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты, а также от примерно 30% по весу до примерно 70% по весу масла крамбе и/или рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты и от примерно 70% по весу до примерно 30% по весу сложных эфиров масла крамбе и/или рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты (HEAR). Следует понимать, что указанные диапазоны пропорций компонентов смесей не являются исчерпывающими, а приводятся только лишь для иллюстрации сущности настоящего изобретения. К рапсовым маслам с высоким содержанием эруковой кислоты в соответствии с настоящим изобретением, могут добавляться вещества, понижающие температуру потери текучести.

Примером подходящего вещества, понижающего температуру потери текучести является ди-октиламилат, предлагаемый 3M Company, (Сент-Пол, штат Миннесота, США).

Диэлектрические жидкости в соответствии с настоящим изобретением предпочтительно заправляют в электрическое оборудование таким способом, который бы сводил к минимуму контакт диэлектрической жидкости с кислородом воздуха, влагой и иными потенциальными загрязнителями, которые могут неблагоприятно повлиять на эксплуатационные характеристики жидкостей. Подходящий процесс включает просушку бака, откачку и замещение воздуха осушенным азотом, наполнение под частичным вакуумом и немедленную герметизацию бака.

Диэлектрические жидкости в соответствии с настоящим изобретением, могут использоваться во всех тех приложениях, где используются обычные диэлектрические жидкости. Таким образом, диэлектрические жидкости на основе масла с высоким содержанием эруковой кислоты в соответствии с настоящим изобретением могут входить в состав всех типов электрического оборудования, включая, но не ограничиваясь ими, электрические реакторы, распределительные устройства, регуляторы, отсеки переключения выводов трансформаторов, высоковольтные соединительные устройства и маслонеполненные кабели.

Обычно при изготовлении электрических трансформаторов и распределительных устройств обмотки и прочие компоненты электрического оборудования погружаются в диэлектрическую жидкость, заключенную в герметичном корпусе или баке. Обмотки более крупного оборудования часто дополнительно оборачиваются материалом на бумажной или целлюлозной основе.

Диэлектрические жидкости в соответствии с настоящим изобретением могут использоваться для заполнения нового оборудования описанным выше способом. Кроме того, диэлектрические жидкости могут использоваться для замены диэлектрических жидкостей в существующем электрическом оборудовании, в котором

используются прочее диэлектрические жидкости, сегодня рассматриваемые как менее предпочтительные. Замена диэлектрических жидкостей в существующем электрическом оборудовании может проводиться любым подходящим способом, известным сведущим в данной области, хотя из-за повышенной чувствительности диэлектрических жидкостей на основе растительных масел к влаге, предпочтительно проведение осушки компонентов электрического оборудования перед его заполнением диэлектрическими жидкостями на основе масла с высоким содержанием эруковой кислоты.

Примеры

Описанные ниже примеры и сравнительные примеры приведены для лучшего понимания настоящего изобретения, и их не следует рассматривать как ограничивающие масштаб настоящего изобретения. Если не указано иное, все доли и проценты указаны по весу. Для испытания воплощений, описанных в приведенных ниже примерах, использовались следующие методы и процедуры измерений.

Используемые материалы

15

Ингредиент	Наименование продукта	Поставщик
Рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты	HEAR Oil	Technology Crops International, (Винстон-Салем, штат Северная Каролина, США)
Растворимый силикат натрия	PQD	PQ Corporation, (Вэлли-Фордж, штат Пенсильвания, США)
Очищающая глина (отбеливающий адсорбент)	PURE-FLO B80 Natural	Oil-Dri Corporation (Чикаго, штат Иллинойс, США)
Сложные эфиры масла крамбе	Экспериментальный материал	3M Brazil (Бразилия)
Антиоксидант	ETHANOX 4702	Albemarle (Батон Руж, штат Луизиана, США)
Антиоксидант и акцептор ионов металлов	KEMIN BF 320	Kemin Industries, (Де-Муан, штат Айова, США)
Акцептор ионов металлов	IRGAMET 39	CIBA (Базель, Швейцария)

20

Методы измерений

25

Удельный вес - по ASTM D1298 (2005)

Точка воспламенения и температура непрерывного горения - по ASTM D92 (2005)

Температура потери текучести - по ASTM D97 (2009)

Кинематическая вязкость - по ASTM D445 (2009)

30

Коэффициент затухания на частоте 60 Гц - по ASTM D924 (2008)

Коррозионная активность серы - по ASTM D 1275 (2006)

Кислотное число - по ASTM D974 (2008)

Содержание влаги - по ASTM D 1533 (2005)

Очистка рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты

35

В реакторе объемом 1 л к рапсовому маслу с высоким содержанием эруковой кислоты добавляли силикат натрия в количестве 0,4% по весу.

Смесь непрерывно перемешивали мешалкой со скоростью вращения ротора 750 об/мин, в течение 30 минут при температуре 80-85°C под защитным слоем азота с низким содержанием влаги.

40

Затем добавляли очищающую глину в количестве 0,4% по весу. После этого смесь снова непрерывно перемешивали мешалкой со скоростью вращения ротора 750 об/мин, в течение 30 минут при температуре 80-85°C под защитным слоем азота с низким содержанием влаги.

45

Затем смесь фильтровали при комнатной температуре с использованием изготовленного в собственной лаборатории фильтрующего картриджа, состоявшего из пластмассовой трубы, к нижнему концу которой был прикреплен держатель фильтрующей среды, в качестве которой использовали материал ZETA PLUS S производства CUNO (подразделение 3M), с номинальным диапазоном удаляемых частиц от 0,5 до 5 мкм. Для ускорения продвижения масла через фильтрующую среду

использовали сжатый воздух под давлением 10-30 фунтов/дюйм² (69-207 кПа).

Затем профильтрованное масло примерно на 36 часов помещали под разрежение - 30 мм рт.ст. (-4 кПа) при температуре 70-80°C.

Очистка сложных эфиров масла крамбе

Исходные сложные эфиры масла крамбе были моно-эфирами, полученными в результате реакции переэтерификации масла крамбе смесью спиртов C5-C8.

Для очистки сложных эфиров масла крамбе применяли тот же, описанный выше способ очистки, который использовали для очистки рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты.

Пример 1 - смешивание рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты со сложными эфирами масла крамбе (в соотношении 95% по весу к 5% по весу соответственно)

Очищенное рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты смешивали с очищенными сложными эфирами масла крамбе в соотношении 95:5% по весу соответственно.

После этого антиоксиданты и раскислители ионов металлов ETHANOX 4702, KEMIN BF 320 и IRGAMET 30 добавляли в концентрациях 3000, 500 и 50 ppm соответственно, при температуре 70-80°C при непрерывном перемешивании.

Перед проведением испытаний масло помещали под разрежение примерно - 30 мм рт ст (-4 кПа) при температуре 70°C по меньшей мере на 12 часов. Результаты испытаний приведены в Таблице 1 ниже.

Таблица 1			
	Свойства	Единица измерения	Значение
	Удельный вес	-	0,91
	Точка воспламенения	°C	313
	Температура непрерывного горения	°C	340
	Температура потери текучести	°C	-18
	Кинематическая вязкость	сСт	
	при 98°C		10
	при 40°C		42
	при 0°C		261
	Коэффициент затухания на частоте 60 Гц	%	
	при 25°C		0,1
	при 100°C		1,4
	Коррозионная активность серы	-	Не наблюдается
	Кислотное число	(мг КОН)/(г масла)	0,02
	Содержание влаги	ppm	50

Несмотря на то что в данном документе изображен и описан ряд конкретных воплощений настоящего изобретения, с целью описания предпочтительных воплощений настоящего изобретения, сведущим в данной области техники будет очевидно, что возможен широкий спектр альтернативных и/или эквивалентных им воплощений, обеспечивающих достижение тех же целей, что обеспечивают изображенные и описанные воплощения, без отхода от масштабов настоящего изобретения. Имеется в виду, что данная заявка охватывает все возможные подобные изменения описанных в ней предпочтительных воплощений настоящего изобретения. Поэтому явно подразумевается, что настоящее изобретение ограничено только формулой изобретения и эквивалентами объектов, сформулированных в ее пунктах.

Формула изобретения

1. Состав, содержащий:

диэлектрическую жидкость, содержащую масляный компонент, причем упомянутый масляный компонент содержит масло крамбе и/или рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты, а также этерифицированное масло крамбе и/или этерифицированное рапсовое масло с высоким содержанием эруковой кислоты.

5 2. Состав по п.1, отличающийся тем, что масляный компонент имеет содержание эруковой кислоты по меньшей мере 45% по весу.

3. Состав по п.1, отличающийся тем, что масляный компонент имеет содержание эруковой кислоты по меньшей мере 50% по весу.

10 4. Состав по п.1, отличающийся тем, что масляный компонент имеет содержание эруковой кислоты по меньшей мере 55% по весу.

5. Состав по п.1, отличающийся тем, что масляный компонент имеет содержание эруковой кислоты по меньшей мере 60% по весу.

6. Состав по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит антиоксидант.

15 7. Состав по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит раскислитель металлов.

8. Состав по п.1, отличающийся тем, что масляный компонент содержит по меньшей мере 76% по весу мононенасыщенных жирных кислот.

20 9. Состав по п.1, отличающийся тем, что масляный компонент содержит от примерно 70% до примерно 95% по весу масла крамбе и/или рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты, и примерно от 30% до примерно 5% по весу этерифицированного масла крамбе и/или этерифицированного рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты.

25 10. Состав по п.1, отличающийся тем, что масляный компонент содержит примерно 95% по весу масла крамбе и/или рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты, и примерно 5% по весу этерифицированного масла крамбе и/или этерифицированного рапсового масла с высоким содержанием эруковой кислоты.

11. Изделие, содержащее:

электрическое оборудование, содержащее составы по любому из пп.1-10.

30 12. Изделие по п.11, отличающееся тем, что электрическое оборудование является трансформатором.

35

40

45