



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

C10M 159/20 (2006.01)

C10M 159/24 (2006.01)

C10M 169/04 (2006.01)

C10M 129/26 (2006.01)

C10M 171/00 (2006.01)

C10N 30/02 (2006.01)

C10N 10/04 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C10M 159/20 (2020.02); C10M 159/24 (2020.02); C10M 169/04 (2020.02); C10M 129/26 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2018104014, 14.07.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.07.2016Дата регистрации:
27.04.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:

16.07.2015 US 62/193,297;

19.02.2016 US 15/047,934;

05.05.2016 US 15/147,317

(43) Дата публикации заявки: 02.08.2019 Бюл. № 22

(45) Опубликовано: 27.04.2020 Бюл. № 12

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 02.02.2018(86) Заявка РСТ:
US 2016/042220 (14.07.2016)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/011633 (19.01.2017)Адрес для переписки:
101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 13, стр. 5,
ООО "Союзпатент"

(72) Автор(ы):

ФЛЕТЧЕР Кристин (US),

ЛЕМ Уильям У. (US),

ЯНГ Куншен (US),

СТАЙЕР Джереми (US)

(73) Патентообладатель(и):

ЭФТОН КЕМИКАЛ КОРПОРЕЙШН (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2015042340 A1, 26.03.2015. US
20110077181 A1, 31.03.2011. US 20090082233 A1,
26.03.2009. US 20080248981 A1, 09.10.2008. US
0006723685 B2, 20.04.2004. WO 1999047629 A1,
23.09.1999. RU 2394069 C2, 10.07.2010.(54) СМАЗКИ С КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩЕЙ МОЮЩЕЙ ПРИСАДКОЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ
УМЕНЬШЕНИЯ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО ВОСПЛАМЕНЕНИЯ СМЕСИ ПРИ НИЗКИХ ОБОРОТАХ

(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к композиции смазочного масла, к применению и способу снижения числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе внутреннего сгорания с наддувом. Композиция смазочного масла содержит: более 50 масс.% базового масла, выбранного из группы, состоящей из базового масла I группы, базового масла II группы, базового масла III группы, базового масла IV

группы, базового масла V группы и их смесей; от 0,3 до 15 масс.% сверхосновной кальцийсодержащей моющей присадки с общим щелочным числом от 225 до 400 мг КОН/г, измеренным способом согласно ASTM D-2896, и от 0,2 до 15 масс.% низкоосновной/нейтральной кальцийсодержащей моющей присадки с общим щелочным числом вплоть от 45 до 175 мг КОН/г, измеренным способом согласно ASTM D-2896, причем общее количество кальция из

сверхосновой кальцийсодержащей и низкоосновой/нейтральной кальцийсодержащей моющей присадки составляет от более 1100 ppm по массе до менее 2400 ppm по массе относительно общей массы композиции смазочного масла; общее количество кальция из сверхосновой кальцийсодержащей моющей присадки составляет от 900 до 1800 ppm по массе относительно общей массы композиции смазочного масла; и

отношение количества кальция в ppm по массе, обеспеченного в композиции смазочного масла из низкоосновой/нейтральной кальцийсодержащей моющей присадки, к количеству кальция в ppm по массе, обеспеченному в композиции смазочного масла из сверхосновой кальцийсодержащей моющей присадки, составляет от 0,08 до 0,4. 3 н. и 14 з.п. ф-лы, 4 табл.

RU 2 7 2 0 2 0 2 C 2

RU 2 7 2 0 2 0 2 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

C10M 159/20 (2006.01)*C10M 159/24* (2006.01)*C10M 169/04* (2006.01)*C10M 129/26* (2006.01)*C10M 171/00* (2006.01)*C10N 30/02* (2006.01)*C10N 10/04* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C10M 159/20 (2020.02); C10M 159/24 (2020.02); C10M 169/04 (2020.02); C10M 129/26 (2020.02)(21)(22) Application: **2018104014, 14.07.2016**(24) Effective date for property rights:
14.07.2016Registration date:
27.04.2020

Priority:

(30) Convention priority:

16.07.2015 US 62/193,297;**19.02.2016 US 15/047,934;****05.05.2016 US 15/147,317**(43) Application published: **02.08.2019 Bull. № 22**(45) Date of publication: **27.04.2020 Bull. № 12**(85) Commencement of national phase: **02.02.2018**(86) PCT application:
US 2016/042220 (14.07.2016)(87) PCT publication:
WO 2017/011633 (19.01.2017)

Mail address:

**101000, Moskva, ul. Myasnitskaya, d. 13, str. 5,
OOO "Soyuzpatent"**

(72) Inventor(s):

FLETCHER Kristin (US),**LEM Uilyam U. (US),****YANG Kunshen (US),****STAJER Dzheremi (US)**

(73) Proprietor(s):

EFTON KEMIKAL KORPOREJSHN (US)**(54) GREASES WITH A CALCIUM-CONTAINING DETERGENT AND THEIR USE TO REDUCE PREMATURE IGNITION OF THE MIXTURE AT LOW RPM**

(57) Abstract:

FIELD: butter industry; engines and pumps.

SUBSTANCE: present invention relates to a lubricating oil composition, to use and a method for reducing the number of cases of premature ignition of a mixture at low rpm in an internal combustion engine with supercharging. Lubricating oil composition contains: more than 50 wt % of base oil selected from group consisting of base oil of I group, base oil of II group, base oil of III group, base oil of IV group, base oil V group and mixtures thereof; from 0.3 to 15 wt % of overbased calcium-containing detergent with total

alkaline value of 225 to 400 mg of KOH/g, as measured by ASTM D-2896 method, and from 0.2 to 15 wt % of low-basic/neutral calcium-containing detergent with total alkali number of 45 to 175 mg KOH/g, by the method according to ASTM D-2896, wherein total amount of calcium from the overbased calcium-containing and low-basic/neutral calcium-containing detergent additive ranges from more than 1100 ppm by weight to less than 2400 ppm by weight relative to total weight of lubricating oil composition; total amount of calcium from the overbased calcium detergent

additive ranges from 900 to 1800 ppm by weight relative to the total weight of the lubricating oil composition; and ratio of calcium in ppm by weight, provided in lubricating oil composition from low-basic/neutral calcium-containing detergent, to amount of calcium in ppm by weight, provided in the lubricating

oil composition from the overbased calcium detergent additive, ranges from 0.08 to 0.4.

EFFECT: disclosed are lubricants with a calcium-containing detergent and use thereof to reduce premature ignition of the mixture at low rpm.

17 cl, 4 tbl

R U 2 7 2 0 2 0 2 C 2

R U 2 7 2 0 2 0 2 C 2

Область техники

Изобретение относится к смазочным композициям, содержащим одну или более маслорастворимых присадок, и применению таких композиций смазочного масла для уменьшения преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах.

Уровень техники

В двигателях с турбонаддувом или с нагнетателем (т.е. двигателях внутреннего сгорания с наддувом) может наблюдаться аномальное явление сгорания, известное как стохастическое преждевременное воспламенение смеси или преждевременное воспламенение смеси при низких оборотах (или «LSPI»). LSPI представляет собой преждевременное воспламенение смеси, которое может включать очень высокие скачки давления, раннее сгорание во время ненадлежащего угла поворота коленвала и стук. Все эти явления, по отдельности и в комбинации, могут приводить к износу и/или серьезному разрушению двигателя. Однако поскольку случаи LSPI происходят лишь случайным и неконтролируемым образом, сложно идентифицировать причины этого явления и разработать решения для его подавления.

Преждевременное воспламенение является формой сгорания, приводящего к воспламенению воздушно-топливной смеси в камере сгорания до желаемого воспламенения воздушно-топливной смеси свечой зажигания. Преждевременное воспламенение обычно было проблемой при работе высокоскоростных двигателей, поскольку тепло, выделяющееся при работе двигателя, может нагревать часть камеры сгорания до температуры, достаточной при контакте для воспламенения воздушно-топливной смеси. Этот тип преждевременного воспламенения иногда называют преждевременным воспламенением в результате соприкосновения с горячей точкой.

В последнее время периодическое аномальное воспламенение наблюдалось в двигателях внутреннего сгорания с наддувом при низких оборотах и нагрузках от средних до высоких. Например, при работе двигателя при 3000 об/мин или менее, под нагрузкой, со средним эффективным тормозным давлением (BMEP) по меньшей мере 10 бар, преждевременное воспламенение смеси при низких оборотах (LSPI) может происходить случайным и стохастическим образом. Во время работы двигателя при низких оборотах продолжительность такта сжатия является наибольшей.

В нескольких опубликованных исследованиях продемонстрировано, что использование наддува, конструкция двигателя, покрытия двигателя, форма поршня, выбранное топливо и/или присадки в масло для двигателя могут вносить вклад в увеличение числа случаев LSPI. В одной из теорий высказывается предположение, что одной из причин случаев LSPI может быть самовоспламенение капель моторного масла, попадающих в камеру сгорания двигателя из поршневой щели (пространства между пакетом поршневых колец и гильзой цилиндра). Соответственно, существует необходимость в присадочных компонентах для масла для двигателя и/или их комбинациях, эффективных для снижения частоты возникновения или устранения LSPI в двигателях внутреннего сгорания с наддувом.

Краткое описание и термины

Настоящее описание относится к композиции смазочного масла и способу осуществления работы двигателя внутреннего сгорания с наддувом. Композиция смазочного масла включает более 50 масс.% базового масла смазочной вязкости, по меньшей мере 0,3 масс.% сверхосновной моющей присадки с общим щелочным числом (TBN) более 225 мг КОН/г и по меньшей мере 0,2 масс.% низкоосновной/нейтральной моющей присадки с TBN, меньшим или равным 175 мг КОН/г, где общее количество кальция из сверхосновной и низкоосновной/нейтральной моющей присадки составляет

от более 1100 ppm по массе до менее 2400 ppm по массе относительно общей массы композиции смазочного масла. Композиция смазочного масла может быть эффективной для снижения числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе внутреннего сгорания с наддувом, смазанном композицией

В другом варианте осуществления в описании предложен способ снижения числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе внутреннего сгорания с наддувом. Способ включает стадию смазывания двигателя внутреннего сгорания с наддувом композицией смазочного масла, включающей более 50 масс.% базового масла смазочной вязкости, по меньшей мере 0,3 масс.% сверхосновной моющей присадки с TBN более 225 мг КОН/г и по меньшей мере 0,2 масс.% низкоосновной/нейтральной моющей присадки с TBN вплоть до 175 мг КОН/г. Общее количество кальция из сверхосновной и низкоосновной/нейтральной моющей присадки составляет от более 1100 ppm по массе до менее 2400 ppm по массе относительно общей массы композиции смазочного масла. Двигатель внутреннего сгорания с наддувом работает в присутствии композиции смазочного масла и смазан ей, в результате чего число случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе, смазанном композицией смазочного масла, может быть снижено.

В любом из вышеуказанных вариантов осуществления сверхосновная моющая присадка может включать сверхосновную кальцийсодержащую моющую присадку. Сверхосновная кальцийсодержащая моющая присадка может быть выбрана из моющей присадки сверхосновного сульфоната кальция и моющей присадки сверхосновного фенолята кальция. В каждом из вариантов осуществления сверхосновная моющая присадка может представлять собой кальцийсодержащую моющую присадку или смесь двух или более сверхосновных кальцийсодержащих моющих присадок. В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления одна или более сверхосновных кальцийсодержащих моющих присадок могут обеспечивать от приблизительно 900 до приблизительно 2000 ppm по массе кальция в композицию смазочного масла относительно общей массы композиции смазочного масла.

В любом из вышеуказанных вариантов осуществления низкоосновная/нейтральная моющая присадка может представлять собой кальцийсодержащую моющую присадку, и низкоосновная/нейтральная кальцийсодержащая моющая присадка может представлять собой моющую присадку, выбранную из моющей присадки сульфоната кальция и моющей присадки фенолята кальция. В вышеуказанных вариантах осуществления по меньшей мере 4 масс.% всех моющих присадок в композиции смазочного масла могут представлять собой низкоосновную/нейтральную моющую присадку. В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления композиция смазочного масла может иметь отношение общего количества металлов (M) в ммоль к общему щелочному числу (TBN), составляющее от более 4,5 до приблизительно 10,0 или от более 8 до приблизительно 10.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления снижение числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах (LSPI) может быть выражено как отношение числа случаев LSPI тестируемого масла к числу случаев LSPI контрольного масла (в дальнейшем именуемое «отношение LSPI»), где контрольное масло R-1 включает сверхосновную кальцийсодержащую моющую присадку в качестве единственной моющей присадки в композиции смазочного масла в количестве, обеспечивающем приблизительно 2400 ppm кальция в композиции смазочного масла. В вышеуказанных вариантах осуществления число случаев LSPI может быть выражено

как количество LSPI за 25000 циклов работы двигателя, где двигатель работает при 2000 оборотах в минуту (об/мин) со средним эффективным тормозным давлением (BMEP) 18000 кПа.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления базовое масло может быть
5 выбрано из базовых масел I группы, II группы, III группы, IV группы или V группы, и комбинации двух или более из вышеуказанного. В других вариантах осуществления более 50 масс.% базового масла выбрано из группы, состоящей из базовых масел II группы, III группы, IV группы или V группы, и комбинации двух или более из вышеуказанного, где более 50 масс.% базового масла отличается от разбавляющих
10 масел, являющихся результатом включения в композицию присадочных компонентов или увеличителей индекса вязкости.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления композиция смазочного масла может включать один или более компонентов, выбранных из модификаторов трения, противоизносных присадок, дисперсантов, антиоксидантов и увеличителей
15 индекса вязкости.

В вышеуказанных вариантах осуществления способа, описанного в настоящем документе, двигатель при работе может генерировать среднее эффективное тормозное давление более 1500 кПа (BMEP) при скорости двигателя менее 3000 оборотов в минуту (об/мин) или BMEP, составляющее 1800 кПа при скорости двигателя 2000 об/мин.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления композиция смазочного масла может обладать достаточной эффективностью для прохождения для прохождения
20 стендового теста на окисление TEOST 33.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления низкоосновная/нейтральная моющая присадка может включать низкоосновную/нейтральную кальцийсодержащую
25 моющую присадку, и отношение количества кальция в ppm по массе в композиции смазочного масла из низкоосновной/нейтральной кальцийсодержащей моющей присадки к количеству кальция в ppm по массе в композиции смазочного масла из сверхосновной кальцийсодержащей моющей присадки может составлять от 0,05 до 1,0.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления общее количество кальция в композиции смазочного масла из сверхосновной моющей присадки может составлять
30 от 1100 ppm по массе до 1800 ppm по массе, относительно общей массы композиции смазочного масла.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления общее количество кальция в композиции смазочного масла из низкоосновной/нейтральной кальцийсодержащей
35 моющей присадки может составлять от 50 ppm по массе до 1000 ppm по массе относительно общей массы композиции смазочного масла.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления композиция смазочного масла может содержать не более 10 масс.% базового масла IV группы, базового масла V группы или их комбинации. В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления
40 композиция смазочного масла содержит менее 5 масс.% базового масла V группы.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления сверхосновная кальцийсодержащая моющая присадка может представлять собой сверхосновную моющую присадку сульфоната кальция.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления сверхосновная кальцийсодержащая моющая присадка может, необязательно, не включать
45 сверхосновные моющие присадки салицилата кальция.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления композиция смазочного масла может, необязательно, не включать никаких магнийсодержащих моющих

присадок, или композиция смазочного масла может не содержать магний.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления композиция смазочного масла может не содержать никаких базовых масел IV группы.

В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления композиция смазочного масла может не содержать никаких базовых масел V группы.

Для разъяснения значений некоторых терминов, используемых в настоящем документе, приводятся следующие определения.

Термины «композиция масла», «смазывающая композиция», «композиция смазочного масла», «смазочное масло», «композиция смазки», «смазочная композиция», «полностью готовая к использованию композиция смазки», «смазка», «картерное масло», «картерная смазка», «масло для двигателя», «смазка для двигателя», «моторное масло» и «смазка для мотора» считаются равнозначными и полностью взаимозаменяемыми, и относятся к готовому смазочному продукту, содержащему более 50 масс.% базового масла и небольшое количество композиции присадок.

При использовании в настоящем документе термины «комплекс присадок», «концентрат присадок», «композиция присадок», «комплекс присадок для масла для двигателя», «концентрат присадок для масла для двигателя», «комплекс присадок для картера», «концентрат присадок для картера», «комплекс присадок для моторного масла», «концентрат для моторного масла» считаются равнозначными и полностью взаимозаменяемыми, и относятся к доле композиции смазочного масла, за исключением более 50 масс.% исходной смеси базового масла. Пакет присадок может включать или не включать увеличитель индекса вязкости или депрессант, понижающий температуру застывания.

Термин «сверхосновный» относится к солям металлов, таким как сульфонаты, карбоксилаты, салицилаты и/или феноляты металлов, количество металла в составе которых превышает стехиометрическое. Такие соли могут иметь степень превращения, превышающую 100% (т.е. они могут содержать более 100% теоретического количества металла, необходимого для превращения кислоты в ее «нормальную», «нейтральную» соль). Выражение «отношение металла», часто сокращенно обозначаемое как MR, используется для обозначения отношения общего количества химических эквивалентов металла в сверхосновной соли к количеству химических эквивалентов металла в нейтральной соли в соответствии с известной химической реакционной способностью и стехиометрией. В нормальной или нейтральной соли отношение металла равно одному, а в сверхосновной соли MR составляет больше одного. Эти соли принято называть сверхосновными, гиперосновными или суперосновными солями, и они могут представлять собой соли органических серосодержащих кислот, карбоновых кислот, салицилаты и/или соли фенолов. В настоящем описании сверхосновная моющая присадка имеет TBN более 225 мг КОН/г. Сверхосновная моющая присадка может представлять собой комбинацию двух или более сверхосновных моющих присадок, каждая из которых имеет TBN более 225 мг КОН/г.

В настоящем описании низкоосновная/нейтральная моющая присадка имеет TBN вплоть до 175 мг КОН/г. Низкоосновная/нейтральная моющая присадка может представлять собой комбинацию двух или более низкоосновных и/или нейтральных моющих присадок, каждая из которых имеет TBN вплоть до 175 мг КОН/г. В некоторых случаях «сверхосновная» может сокращенно обозначаться «СО», и в некоторых случаях «низкоосновная/нейтральная» может сокращенно обозначаться «НО/Н».

Термин «общее количество металлов» относится к общему содержанию металла, металлоида или переходного металла в композиции смазочного масла, включая металл,

привносимый компонент(ами) моющих присадок композиции смазочного масла.

При использовании в настоящем документе термин «гидрокарбильный заместитель» или «гидрокарбильная группа» используется в своем общепринятом значении, хорошо известном специалистам в данной области техники. А именно, он относится к группе, имеющей атом углерода, напрямую присоединенный к остальной молекуле, и имеющей преимущественно углеводородный характер. Примеры гидрокарбильных групп включают:

(а) углеводородные заместители, то есть, алифатические (например, алкильные или алкенильные), ациклические (например, циклоалкильные, циклоалкенильные) заместители и ароматически, алифатически и алициклически замещенные ароматические заместители, а также циклические заместители, в которых кольцо образовано с другой частью молекулы (например, два заместителя вместе образуют ациклическую группировку);

(b) замещенные углеводородные заместители, то есть, заместители, содержащие неуглеводородные группы, которые, в контексте настоящего изобретения, не изменяют преимущественно углеводородного характера заместителя (например, галогено (в особенности хлор и фтор), гидроксид, алкокси, меркапто, алкилмеркапто, нитро, нитрозо, амино, алкиламино и сульфокси); и

(с) гетерозаместители, то есть, заместители, которые, имея преимущественно углеводородный характер, в контексте настоящего изобретения, содержат атомы, отличные от углерода, в кольце или цепи, остальные атомы которого представляют собой атомы углерода. Гетероатомы могут включать серу, кислород и азот, и включают такие заместители, как пиридил, фурил, тиенил и имидазолил. Как правило, на каждые десять атомов углерода в гидрокарбильной группе приходится не более двух, например, не более одного неуглеводородного заместителя; обычно гидрокарбильная группа не имеет неуглеводородных заместителей.

При использовании в настоящем документе термин «масс.%», если явно не указано иное, обозначает процентную долю указанного компонента относительно массы всей композиции.

Термины «растворимый», «маслорастворимый» или «диспергируемый», используемые в настоящем документе, могут, но не обязательно должны, указывать на то, что соединения или добавки являются растворимыми, растворяемыми, смешиваемыми или способными к суспендированию в масле во всех соотношениях. Вышеуказанные термины, тем не менее, указывают, что соединения или добавки являются, например, растворимыми, суспендируемыми, растворяемыми или стабильно диспергируемыми в масле в степени, достаточной для оказания своего надлежащего воздействия на среду, в которой используется масло. Более того, дополнительное включение других добавок может также при необходимости обеспечить возможность включения более высоких содержаний определенной присадки.

Термин «TBN» при использовании в настоящем документе обозначает общее щелочное число в мг КОН/г композиции при измерении способом согласно ASTM D2896.

Термин «алкил» при использовании в настоящем документе относится к фрагментам с неразветвленной, разветвленной, циклической и/или замещенной насыщенной цепью, содержащей от приблизительно 1 до приблизительно 100 атомов углерода.

Термин «алкенил» при использовании в настоящем документе относится к фрагментам с неразветвленной, разветвленной, циклической и/или замещенной ненасыщенной цепью, содержащей от приблизительно 3 до приблизительно 10 атомов углерода.

Термин «арил» при использовании в настоящем документе относится к однокольцевым и многокольцевым ароматическим соединениям, которые могут включать алкильные, алкенильные, алкиларильные, amino, гидроксильные, алкокси, галогено заместители и/или гетероатомы, включая, но не ограничиваясь перечисленным, азот, кислород и серу.

Смазки, комбинации компонентов или отдельные компоненты по настоящему описанию могут подходить для применения в различных типах двигателей внутреннего сгорания. Подходящие типы двигателей могут включать, но не ограничены перечисленным, дизельные двигатели для сложных условий эксплуатации, двигатели легковых автомобилей, дизельные двигатели для облегченных условий эксплуатации, среднеоборотные дизельные двигатели, судовые двигатели или двигатели мотоциклов. Двигатель внутреннего сгорания может представлять собой двигатель, работающий на дизельном топливе, двигатель, работающий на бензине, двигатель, работающий на природном газе, двигатель, работающий на биотопливе, двигатель, работающий на смеси дизельного топлива и биотоплива, двигатель, работающий на смеси бензина и биотоплива, двигатель, работающий на спирту, двигатель, работающий на смеси бензина и спирта, двигатель, работающий на сжатом природном газе (CNG), или их смеси. Дизельный двигатель может представлять собой двигатель с воспламенением от сжатия. Дизельный двигатель может представлять собой двигатель с воспламенением от сжатия со вспомогательным искровым зажиганием. Бензиновый двигатель может представлять собой двигатель с искровым зажиганием. Двигатель внутреннего сгорания может также использоваться в комбинации с электрическим или батарейным источником питания. Такой двигатель широко известен как гибридный. Двигатель внутреннего сгорания может представлять собой двухтактный, четырехтактный или роторный двигатель. Подходящие двигатели внутреннего сгорания включают судовые дизельные двигатели (такие как в судах для внутреннего плавания), авиационные поршневые двигатели, дизельные двигатели для работы при низкой нагрузке, а также двигатели мотоциклов, легковых автомобилей, локомотивов и грузовых автомобилей.

Двигатель внутреннего сгорания может содержать компоненты одного или более из алюминиевого сплава, свинца, олова, меди, чугуна, магния, керамики, нержавеющей стали, композитных материалов и/или их смесей. Компоненты могут быть покрыты, например, алмазоподобным углеродным покрытием, смазочным покрытием, фосфорсодержащим покрытием, молибденсодержащим покрытием, графитовым покрытием, покрытием, содержащем наночастицы, и/или их смесями. Алюминиевый сплав может включать силикаты алюминия, оксиды алюминия или другие керамические материалы. В одном из вариантов осуществления алюминиевый сплав представляет собой алюмосиликатную поверхность. В настоящем документе термин «алюминиевый сплав» используется в качестве синонима с «алюминиевым композитным материалом», и обозначает компонент или поверхность, содержащую алюминий и другой компонент, перемешанные или провзаимодействовавшие на микроскопическом или около микроскопическом уровне, вне зависимости от их конкретной структуры. Данный термин включает все общепринятые сплавы с металлами, отличными от алюминия, а также композитные или подобные сплавам структуры с неметаллическими элементами или соединениями, такими как керамоподобные материалы.

Композиция смазочного масла для двигателя внутреннего сгорания может подходить для любого двигателя вне зависимости от содержания серы, фосфора или сульфатной золы (ASTM D-874). Содержание серы в композиции смазочного масла для двигателя может составлять приблизительно 1 масс.% или менее или приблизительно 0,8 масс.%

или менее, или приблизительно 0,5 масс.% или менее, или приблизительно 0,3 масс.% или менее, или приблизительно 0,2 масс.% или менее. В одном из вариантов осуществления содержание серы может составлять от приблизительно 0,001 масс.% до приблизительно 0,5 масс.% или от приблизительно 0,01 масс.% до приблизительно 0,3 масс.%. Содержание фосфора может составлять приблизительно 0,2 масс.% или менее, или приблизительно 0,1 масс.% или менее, или приблизительно 0,085 масс.% или менее, или приблизительно 0,08 масс.% или менее, или даже приблизительно 0,06 масс.% или менее, приблизительно 0,055 масс.% или менее, или приблизительно 0,05 масс.% или менее. В одном из вариантов осуществления содержание фосфора может составлять от приблизительно 50 ppm до приблизительно 1000 ppm или от приблизительно 325 ppm до приблизительно 850 ppm. Общее содержание сульфатной золы может составлять приблизительно 2 масс.% или менее, или приблизительно 1,5 масс.% или менее, или приблизительно 1,1 масс.% или менее, или приблизительно 1 масс.% или менее, или приблизительно 0,8 масс.% или менее, или приблизительно 0,5 масс.% или менее. В одном из вариантов осуществления содержание сульфатной золы может составлять от приблизительно 0,05 масс.% до приблизительно 0,9 масс.% или приблизительно 0,1 масс.%, или от приблизительно 0,2 масс.% до приблизительно 0,45 масс.%. В другом варианте осуществления содержание серы может составлять приблизительно 0,4 масс.% или менее, содержание фосфора может составлять приблизительно 0,08 масс.% или менее, и содержание сульфатной золы может составлять приблизительно 1 масс.% или менее. В еще одном варианте осуществления содержание серы может составлять приблизительно 0,3 масс.% или менее, содержание фосфора составляет приблизительно 0,05 масс.% или менее, и содержание сульфатной золы может составлять приблизительно 0,8 масс.% или менее.

В одном из вариантов осуществления композиция смазочного масла представляет собой масло для двигателя, где композиция смазочного масла может иметь (i) содержание серы приблизительно 0,5 масс.% или менее, (ii) содержание фосфора приблизительно 0,1 масс.% или менее и (iii) содержание сульфатной золы приблизительно 1,5 масс.% или менее.

В некоторых вариантах осуществления композиция смазочного масла подходит для применения в двигателях, работающих на топливе с низким содержанием серы, таком как топливо, содержащее от приблизительно 1 до приблизительно 5% серы. Топливо для дорожных транспортных средств содержит приблизительно 15 ppm серы (или приблизительно 0,0015% серы). Композиция смазочного масла подходит для применения в двигателях внутреннего сгорания с наддувом, включая двигатели внутреннего сгорания с турбонаддувом или с нагнетателем.

Кроме того, смазки по настоящему изобретению могут подходить для удовлетворения одного или более требований отраслевых технических условий, таких как ILSAC GF-3, GF-4, GF-5, GF-6, PC-11, CI-4, CJ-4, ACEA A1/B1, A2/B2, A3/B3, A3/B4, A5/B5, C1, C2, C3, C4, C5, E4/E6/E7/E9, Euro 5/6, Jaso DL-1, Low SAPS, Mid SAPS, или технических условий производителя исходного оборудования, таких как DexosTM 1, DexosTM 2, MB-Approval 229.51/229.31, VW 502.00, 503.00/503.01, 504.00, 505.00, 506.00/506.01, 507.00, 508.00, 509.00, BMW Longlife-04, Porsche C30, Peugeot Citroën Automobiles B71 2290, B71 2296, B71 2297, B71 2300, B71 2302, B71 2312, B71 2007, B71 2008, Ford WSS-M2C153-H, WSS-M2C930-A, WSS-M2C945-A, WSS-M2C913A, WSS-M2C913-B, WSS-M2C913-C, GM 6094-M, Chrysler MS-6395, или любых из прошлых или будущих технических требований PCMO или HDD (для дизельных двигателей для сложных условий эксплуатации), не упомянутых в настоящем документе. В некоторых вариантах осуществления для применений в

моторных маслах для легковых автомобилей (РСМО) количество фосфора в готовой жидкости составляет 1000 ppm или менее, или 900 ppm или менее, или 800 ppm или менее.

Другое оборудование может не подходить для применения раскрытой в настоящем документе смазки. «Функциональная жидкость» является термином, охватывающим ряд жидкостей, включая, но не ограничиваясь перечисленным, тракторные гидравлические жидкости, жидкости для трансмиссии, включая жидкости для автоматической трансмиссии, жидкости для бесступенчатой трансмиссии и механической трансмиссии, гидравлические жидкости, включая тракторные гидравлические жидкости, некоторые трансмиссионные масла, жидкости для гидроусилителя руля, жидкости, используемые в воздушных турбинах, компрессорах, некоторые промышленные жидкости и жидкости, относящиеся к компонентам силового агрегата. Необходимо отметить, что для каждой из этих жидкостей, как, например, жидкостей для автоматической трансмиссии, существует ряд различных типов жидкостей, обусловленных существованием различных трансмиссий с различным устройством, что приводит к необходимости различных жидкостей с существенно различающимися функциональными характеристиками. Этому противопоставляется термин «смазочная жидкость», которая не используется для выработки или передачи мощности.

Например, для тракторных гидравлических жидкостей эти жидкости являются универсальными продуктами, используемыми для всех применений смазки в тракторе, за исключением смазки двигателя. Эти применения смазки могут включать смазку коробки переключения передач, механизма и муфт(ы) отбора мощности, задних мостов, редукторов, тормозов мокрого типа и вспомогательных компонентов гидравлической системы.

Когда функциональная жидкость является жидкостью для автоматической трансмиссии, жидкости для автоматической трансмиссии должны обладать трением, достаточным для того, чтобы фрикционные диски могли передавать мощность. Однако коэффициент трения жидкостей склонен снижаться вследствие температурных воздействий, когда жидкость нагревается во время работы. Важно, чтобы тракторная гидравлическая жидкость или жидкость для автоматической трансмиссии поддерживали высокий коэффициент трения при повышенных температурах, в противном случае тормозные системы или автоматическая трансмиссия могут оказать. Это не является функцией масла для двигателя.

Тракторные жидкости, и, например, суперуниверсальные тракторные масла (STUO) или универсальные тракторные трансмиссионные масла (UTTO), могут совмещать рабочие характеристики масел для двигателя с рабочими характеристиками для трансмиссий, дифференциалов, бортовых планетарных передач, тормозов мокрого типа и гидравлической системы. Хотя многие присадки, используемые для составления жидкости UTTO или STUO, схожи по своим функциональным характеристикам, в случае неправильного включения в состав жидкости они могут оказывать повреждающий эффект. Например, некоторые противоизносные и противозадирные присадки, используемые в маслах для двигателей, могут быть крайне коррозионными по отношению к медным компонентам гидравлических насосов. Моющие присадки и дисперсанты, используемые для работы бензиновых или дизельных двигателей, могут нанести вред тормозам мокрого типа. Модификаторы трения, используемые специально для уменьшения шума от тормозов мокрого типа, могут не иметь термоустойчивости, необходимой для работы масла для двигателя. Каждая из этих жидкостей, будь то функциональная, тракторная или смазочная, разработаны для удовлетворения конкретных и жестких требований производителя.

В настоящем изобретении предложены новые смеси смазочного масла, разработанные для применения в качестве картерных смазок для автомобилей. В вариантах осуществления настоящего в описании предложены смазочные масла, подходящие для применения для картеров и обладающие следующими улучшенными характеристиками:

5 захват воздуха, спирто-бензиновая совместимость, антиоксидантные свойства, износостойкая работа, совместимость с биотопливом, противопенные свойства, снижение трения, экономия топлива, предупреждение преждевременного воспламенения смеси, замедление ржавления, диспергирование шлама и/или нагара, чистота поршня, образование нагара и водостойкость.

10 Масла для двигателя согласно настоящему изобретению могут быть составлены добавлением одной или более присадок, как подробно описано ниже, к подходящему составу базового масла. Присадки могут быть объединены с базовым маслом в виде пакета присадок (или концентрата) или, в качестве альтернативы, могут по отдельности быть объединены с базовым маслом (или смесью обоих). Полностью готовое к

15 использованию масло для двигателя может иметь улучшенные рабочие характеристики, в зависимости от добавленных присадок и их соответствующих относительных содержаний.

Дополнительные подробности и преимущества настоящего описания будут частично объяснены в следующей части описания, и/или могут быть изучены на основании

20 экспериментальной части описания. Подробности и преимущества описания могут быть реализованы и достигнуты посредством элементов и комбинаций, в частности, выделяемых в прилагаемой формуле изобретения. Следует понимать, что как вышеприведенное общее описание, так и нижеследующее подробное описание являются лишь иллюстративными и пояснительными, и не имеют ограничительного характера

25 по отношению к изобретению в том виде, как оно заявлено.

Подробное описание изобретения

В различных вариантах осуществления в описании предложена композиция смазочного масла и способы, которые могут применяться для снижения числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах (LSPI) в двигателе

30 внутреннего сгорания с наддувом. В частности, двигатели внутреннего сгорания с наддувом согласно настоящему изобретению включают двигатели внутреннего сгорания с турбонаддувом и с нагнетателем. Двигатели внутреннего сгорания с наддувом включают двигатели с искровым зажиганием, прямым зажиганием и/или двигатели с системой распределенного впрыска. Двигатели внутреннего сгорания с искровым

35 зажиганием могут представлять собой бензиновые двигатели.

Композиция по изобретению включает композицию смазочного масла, содержащую базовое масло смазочной вязкости и определенную композицию присадок. В способах по настоящему изобретению используется композиция смазочного масла, содержащая композицию присадок. Как более подробно описано ниже, композиция смазочного

40 масла может неожиданно быть очень эффективной для применения для снижения числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе внутреннего сгорания с наддувом, смазанном композицией смазочного масла.

В другом варианте осуществления в описании предложен способ снижения числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе

45 внутреннего сгорания с наддувом. Способ включает стадию смазки двигателя внутреннего сгорания с наддувом композицией смазочного масла, включающей более 50 масс.% базового масла смазочной вязкости, по меньшей мере 0,3 масс.% сверхосновной моющей присадки с TBN более 225 мг КОН/г, и по меньшей мере 0,2

масс.% низкоосновной/нейтральной моющей присадки с TBN вплоть до 175 мг КОН/г. Общее количество кальция из сверхосновной и низкоосновной/нейтральной моющей присадки составляет от более 1100 ppm по массе до менее 2400 ppm по массе относительно общей массы композиции смазочного масла. Двигатель внутреннего сгорания с наддувом работает в присутствии композиции смазочного масла и смазан ей, в результате чего число случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе, смазанном композицией смазочного масла, может быть снижено.

В некоторых вариантах осуществления стенки камеры сгорания или цилиндра двигателя с прямым впрыском с искровым зажиганием или двигателя внутреннего сгорания с системой распределенного впрыска, снабженного турбонаддувом или нагнетателем, работает в присутствии композиции смазочного масла и смазан ей, в результате чего число случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе, смазанном композицией смазочного масла, может быть снижено.

Необязательно, способы по настоящему изобретению могут включать стадию измерения числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе внутреннего сгорания, смазанном композицией смазочного масла. В таких способах число случаев снижения числа случаев LSPI в двигателе внутреннего сгорания представляет собой снижение на 50% или более, или, более предпочтительно, снижение на 75% или более, и число случаев LSPI представляет собой количество LSPI за 25000 циклов работы двигателя, где двигатель работает при 2000 оборотах в минуту со средним эффективным тормозным давлением 18000 кПа.

Как более подробно описано ниже, варианты осуществления изобретения могут обеспечить существенное и неожиданное улучшение снижения числа случаев LSPI при поддержании относительно высокой концентрации кальциевой моющей присадки в композиции смазочного масла. Варианты осуществления изобретения могут также обеспечить неожиданное улучшение в тесте TEOST 33 при одновременном снижении числа случаев LSPI.

В вариантах осуществления изобретения композиция смазочного масла также может проходить тест TEOST 33.

Моющие присадки

Композиция смазочного масла содержит одну или более сверхосновных моющих присадок и одну или более низкоосновных/нейтральных моющих присадок. Подходящие основы для моющих присадок включают феноляты, серосодержащие феноляты, сульфонаты, каликсараты, саликсараты, салицилаты, карбоновые кислоты, фосфорные кислоты, моно- и/или дитиофосфорные кислоты, алкилфенолы, алкилфенольные соединения с присоединенной серой или фенолы с метиленовым мостиком. Подходящие моющие присадки и способы их получения более подробно описаны во множестве патентных публикаций, включая патент США US 7732390 и цитируемые в нем источники. Основа для моющей присадки может быть засолена щелочным или щелочноземельным металлом, таким как, не ограничиваясь перечисленным, кальций, магний, калий, натрий, литий, барий или их смеси. В некоторых вариантах осуществления моющая присадка не содержит барий. Подходящая моющая присадка может включать соли щелочных или щелочноземельных металлов и нефтяных сульфокислот и длинноцепочечных моно- или диалкиларилсульфокислот, где арильная группа представляет собой бензил, толил и ксиллил. Примеры подходящих дополнительных моющих присадок включают, но не ограничены перечисленным, феноляты кальция, серосодержащие феноляты кальция, сульфонаты кальция, каликсараты кальция, саликсараты кальция, салицилаты кальция, соли кальция и карбоновых кислот, соли кальция и фосфорных кислот, соли кальция и

моно- и/или дитиофосфорных кислот, алкилфеноляты кальция, соли кальция и алкилфенольных соединений с присоединенной серой, соли кальция и фенолов с метиленовым мостиком, феноляты магния, серосодержащие феноляты магния, сульфонаты магния, каликсараты магния, саликсараты магния, салицилаты магния, соли магния и карбоновых кислот, соли магния и фосфорных кислот, соли магния и моно- и/или дитиофосфорных кислот, алкилфеноляты магния, соли магния и алкилфенольных соединений с присоединенной серой, соли магния и фенолов с метиленовым мостиком, феноляты натрия, серосодержащие феноляты натрия, сульфонаты натрия, каликсараты натрия, саликсараты натрия, салицилаты натрия, соли натрия и карбоновых кислот, соли натрия и фосфорных кислот, соли натрия и моно- и/или дитиофосфорных кислот, алкилфеноляты натрия, соли натрия и алкилфенольных соединений с присоединенной серой или соли натрия и фенолов с метиленовым мостиком.

Сверхосновные моющие присадки хорошо известны в данной области техники и могут представлять собой щелочную или щелочноземельную сверхосновную моющую присадку. Такие присадки могут быть получены взаимодействием оксида металла или гидроксида металла с основой и углекислым газом. Основа обычно представляет собой кислоту, например, такую, как алифатическая замещенная сульфокислота, алифатическая замещенная карбоновая кислота или алифатический замещенный фенол.

Термин «сверхосновный» относится к солям металлов, таким как сульфонаты, карбоксилаты и феноляты металлов, количество металла в составе которых превышает стехиометрическое. Такие соли могут иметь степень превращения, превышающую 100% (т.е. они могут содержать более 100% теоретического количества металла, необходимого для превращения кислоты в ее «нормальную», «нейтральную» соль). Выражение «отношение металла», часто сокращенно обозначаемое как MR, используется для обозначения отношения общего количества химических эквивалентов металла в сверхосновной соли к количеству химических эквивалентов металла в нейтральной соли в соответствии с известной химической реакционной способностью и стехиометрией. В нормальной или нейтральной соли отношение металла равно одному, а в сверхосновной соли MR составляет больше одного. Эти соли принято назвать сверхосновными, гиперосновными или суперосновными солями, и они могут представлять собой соли органических серосодержащих кислот, карбоновых кислот или фенолов.

Сверхосновная моющая присадка имеет TBN более 225 мг КОН/г, или, согласно дополнительным примерам, TBN, составляющее приблизительно 250 мг КОН/г или более, или TBN, составляющее приблизительно 300 мг КОН/г или более, или TBN, составляющее приблизительно 350 мг КОН/г или более, или TBN, составляющее приблизительно 375 мг КОН/г или более, или TBN приблизительно 400 мг КОН/г или более.

Примеры подходящих сверхосновных моющих присадок включают, но не ограничены перечисленным, сверхосновные феноляты кальция, сверхосновные серосодержащие феноляты кальция, сверхосновные сульфонаты кальция, сверхосновные каликсараты кальция, сверхосновные саликсараты кальция, сверхосновные салицилаты кальция, сверхосновные соли кальция и карбоновых кислот, сверхосновные соли кальция и фосфорных кислот, сверхосновные соли кальция и моно- и/или дитиофосфорных кислот, сверхосновные алкилфеноляты кальция, сверхосновные соли кальция и алкилфенольных соединений с присоединенной серой, сверхосновные соли кальция и фенолов с метиленовым мостиком, сверхосновные феноляты магния, сверхосновные

серосодержащие феноляты магния, сверхосновные сульфонаты магния, сверхосновные каликсараты магния, сверхосновные саликсараты магния, сверхосновные салицилаты магния, сверхосновные соли магния и карбоновых кислот, сверхосновные соли магния и фосфорных кислот, сверхосновные соли магния и моно- и/или дитиофосфорных кислот, сверхосновные алкилфеноляты магния, сверхосновные соли магния и алкилфенольных соединений с присоединенной серой или сверхосновные соли магния и фенолов с метиленовым мостиком.

Сверхосновная моющая присадка может иметь отношение металла к основе, составляющее от 1,1:1, или от 2:1, или от 4:1, или от 5:1, или от 7:1, или от 10:1.

В некоторых вариантах осуществления моющая присадка эффективна для снижения или предотвращения ржавления двигателя.

Моющая присадка может присутствовать в количестве вплоть до 10 масс.%, или вплоть до приблизительно 8 масс.%, или вплоть до приблизительно 4 масс.%, или от более приблизительно 4 масс.% до приблизительно 8 масс.% относительно общей массы композиции смазочного масла.

Моющая присадка может присутствовать в количестве, обеспечивающем от приблизительно 1100 до приблизительно 3500 ppm металла в готовой жидкости. В других вариантах осуществления моющая присадка может обеспечивать от приблизительно 1100 до приблизительно 3000 ppm металла, или от приблизительно 1150 до приблизительно 2500 ppm металла, или от приблизительно 1200 до приблизительно 2400 ppm металла в готовой жидкости.

Композиции смазочного масла согласно настоящему изобретению включают по меньшей мере одну сверхосновную моющую присадку с TBN более 225 мг КОН/г и по меньшей мере одну низкоосновную/нейтральную моющую присадку с TBN вплоть до 175 мг КОН/г. Настоящее описание также включает способы применения таких композиций смазочного масла в способе смазывания двигателя путем смазывания двигателя композицией смазочного масла и осуществления работы двигателя.

Композиции смазочного масла согласно изобретению имеет общее количество кальция из сверхосновной и низкоосновной/нейтральной моющей присадки от более 1100 ppm по массе до менее 2400 ppm по массе относительно общей массы композиции смазочного масла.

Сверхосновная моющая присадка может представлять собой сверхосновную кальцийсодержащую моющую присадку. Сверхосновная кальцийсодержащая моющая присадка может быть выбрана из моющей присадки сверхосновного сульфоната кальция, моющей присадки сверхосновного фенолята кальция и моющей присадки сверхосновного салицилата кальция. В некоторых вариантах осуществления сверхосновная кальцийсодержащая моющая присадка представляет собой моющую присадку сверхосновного сульфоната кальция. В некоторых вариантах осуществления сверхосновная моющая присадка представляет собой одну или более кальцийсодержащих моющих присадок, предпочтительно сверхосновная моющая присадка представляет собой моющую присадку сульфоната кальция.

В некоторых вариантах осуществления одна или более сверхосновных кальцийсодержащих моющих присадок обеспечивает от приблизительно 900 до приблизительно 2400 ppm кальция в готовой жидкости. В качестве дополнительного примера, одна или более сверхосновных кальцийсодержащих моющих присадок может присутствовать в количестве, обеспечивающем от приблизительно 900 до приблизительно 2000 ppm кальция, или от приблизительно 900 до приблизительно 1800 ppm кальция, или от приблизительно 1100 до 1600 ppm кальция, или от приблизительно

1200 до 1500 ppm кальция в готовой жидкости.

Низкоосновная/нейтральная моющая присадка имеет TBN вплоть до 175 мг КОН/г, или вплоть до 150 мг КОН/г. Низкоосновная/нейтральная моющая присадка может включать кальцийсодержащую моющую присадку. Низкоосновная/нейтральная моющая присадка может быть выбрана из моющей присадки сульфоната кальция, моющей присадки фенолята кальция и моющей присадки салицилата кальция. В некоторых вариантах осуществления низкоосновная/нейтральная моющая присадка представляет собой кальцийсодержащую моющую присадку или смесь кальцийсодержащих моющих присадок. В некоторых вариантах осуществления низкоосновная/нейтральная моющая присадка представляет собой моющую присадку сульфоната кальция или моющую присадку фенолята кальция.

Низкоосновная/нейтральная моющая присадка составляет по меньшей мере 2,5 масс.% всех присадок в композиции смазочного масла. В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере 4 масс.%, или по меньшей мере 6 масс.%, или по меньшей мере 8 масс.%, или по меньшей мере 10 масс.% или по меньшей мере 12 масс.% или по меньшей мере 20 масс.% всех моющих присадок в композиции смазочного масла составляет низкоосновная/нейтральная моющая присадка, которая необязательно может представлять собой низкоосновную/нейтральную кальцийсодержащую моющую присадку.

В некоторых вариантах осуществления одна или более низкоосновных/нейтральных кальцийсодержащих моющих присадок обеспечивают от приблизительно 50 до приблизительно 1000 ppm по массе кальция в композиции смазочного масла относительно общей массы композиции смазочного масла. В некоторых вариантах осуществления одна или более низкоосновных/нейтральных кальцийсодержащих моющих присадок обеспечивают от приблизительно 75 до менее 800 ppm по массе, или от 100 до 600 ppm по массе, или от 125 до 500 ppm по массе кальция в композиции смазочного масла относительно общей массы композиции смазочного масла.

В некоторых вариантах осуществления композиция смазочного масла имеет отношение общего количества миллимолей металла (М) к TBN композиции смазочного масла, составляющее от более 4,5 до приблизительно 10,0. В некоторых вариантах осуществления отношение общего количества миллимолей металла (М) к TBN композиции смазочного масла составляет от более 8 до менее 10,0, или от 8 до 9,5, или от 8,1 до 9,0.

В некоторых вариантах осуществления отношение количества кальция в ppm по массе в композиции смазочного масла из низкоосновной/нейтральной кальцийсодержащей моющей присадки к количеству кальция в ppm по массе в композиции смазочного масла из сверхосновной кальцийсодержащей моющей присадки, составляет от приблизительно 0,01 до приблизительно 1, или от приблизительно 0,03 до приблизительно 0,7, или от приблизительно 0,05 до приблизительно 0,5, или от приблизительно 0,08 до приблизительно 0,4.

Сверхосновная кальцийсодержащая моющая присадка может представлять собой моющую присадку сверхосновного сульфоната кальция. Моющая присадка сверхосновного сульфоната кальция может, необязательно, не включать сверхосновные моющие присадки салицилата кальция. Композиция смазочного масла может, необязательно, не включать никаких магнийсодержащих моющих присадок, или не содержать магний. В любом из вариантов осуществления изобретения общее количество натрия в смазочной композиции может быть ограничено до не более 150 ppm по массе натрия относительно общей массы композиции смазочного масла.

Базовое масло

Базовое масло, используемое в раскрытых в настоящем описании композициях смазочного масла, может быть выбрано из любого из базовых масел I-V группы, как установлено в «Рекомендациях по взаимозаменяемости базовых масел» Американского института нефти (API). Пять групп базовых масел являются следующими:

Таблица 1

Категория базового масла	Сера (%)		Насыщенные углеводороды (%)	Индекс вязкости
I группа	>0,03	и/или	<90	от 80 до 120
II группа	≤0,03	и	≥90	от 80 до 120
III группа	≤0,03	и	≥90	≥120
IV группа	Все полиальфаолефины (ПАО)			
V группа	Все остальные, не вошедшие в I, II, III или IV группу			

I, II, и III группы представляют собой исходные минеральные технологические масла. Базовые масла IV группы содержат истинные синтетические химические соединения, получаемые полимеризацией олефинненасыщенных углеводородов. Многие базовые масла V группы также являются истинно синтетическими продуктами и могут включать сложные диэфиры, сложные эфиры многоатомных спиртов, полиалкиленгликоли, алкилированные ароматические соединения, фосфатные сложные эфиры, поливиниловые простые эфиры и/или полифенильные простые эфиры, и тому подобные, но также могут представлять собой природные масла, такие как растительные масла. Следует отметить, что, несмотря на то, что базовые масла III группы получают из минерального масла, тщательная обработка, которой подвергаются эти жидкости, приводит к тому, что их физические свойства становятся очень схожими с некоторыми истинными синтетическими соединениями, такими как ПАО. Следовательно, масла, полученные из базовых масел III группы, могут называться синтетическими жидкостями в данной отрасли.

Базовое масло, используемое в раскрытой в настоящем документе композиции смазочного масла, может представлять собой минеральное масло, масло животного происхождения, растительное масло, синтетическое масло или их смеси. Подходящие масла могут быть получены гидрокрекингом, гидрированием, гидроочисткой, из неочищенных, очищенных и повторно очищенных масел и их смесей.

Неочищенные масла представляют собой масла, полученные из природного, минерального или синтетического источника, без дальнейшей очищающей обработки или с небольшим ее количеством. Очищенные масла схожи с неочищенными и отличаются тем, что подвергаются обработке на одной или более стадиях очистки, что может привести к улучшению одного или более свойств. Примеры подходящих методов очистки включают экстракцию растворителем, вторичную перегонку, экстракцию кислотами или основаниями, фильтрацию, перколяцию и тому подобное. Масла, очищенные до характеристик пищевых масел, могут быть или не быть полезными. Пищевые масла могут также называться белыми маслами. В некоторых вариантах осуществления композиции смазочного масла не содержат пищевых или белых масел.

Повторно очищенные масла также известны как регенерированные или переработанные масла. Эти масла получают схожим образом с очищенными маслами, используя те же самые или схожие процессы. Часто эти масла дополнительно обрабатывают методами, направленными на удаление выработанных присадок и продуктов разложения масла.

Минеральные масла могут включать масла, полученные из буровых скважин или

из растений или животных, или любые их смеси. Например, такие масла могут включать, но не ограничены перечисленным, касторовое масло, лярдовое масло, оливковое масло, арахисовое масло, кукурузное масло, соевое масло и льняное масло, а также минеральные смазочные масла, такие как жидкие нефтяные масла и обработанные растворителем или кислотой минеральные смазочные масла парафинового, нафтенного или смешанного парафино-нафтенного типов. Такие масла могут при необходимости быть частично или полностью гидрированными. Также могут быть полезными масла, полученные из угля или глинистых сланцев.

Полезные синтетические смазочные масла могут включать углеводородные масла, такие как полимеризованные, олигомеризованные или интерполимеризованные олефины (например, полибутилены, полипропилены, сополимеры полипропилен/изобутилена); поли(1-гексаны), поли(1-октены), тримеры или олигомеры 1-децена, например, поли(1-децены), такие вещества часто называют α -олефинами, и их смеси; алкилбензолы (например, додецилбензолы, тетрадецилбензолы, динонилбензолы, ди-(2-этилгексил)-бензолы); полифенилы (например, бифенилы, терфенилы, алкилированные полифенилы); дифенилалканы, алкилированные дифенилалканы, алкилированные дифениловые простые эфиры и алкилированные дифенилсульфиды и их производные, их аналоги или гомологи, или их смеси. Полиальфаолефины обычно представляют собой гидрированные вещества.

Другие синтетические смазочные масла включают сложные эфиры многоатомных спиртов, сложные диэфиры, жидкие сложные эфиры фосфорсодержащих кислот (например, трикрезилфосфат, триоктилфосфат и диэтиловый сложный эфир деканфосфоокислоты), или полимерные тетрагидрофураны. Синтетические масла могут быть получены в ходе реакций Фишера-Тропша и обычно могут представлять собой гидроизомеризованные углеводороды или парафины Фишера-Тропша. В одном из вариантов осуществления масла могут быть получены в ходе синтеза Фишера-Тропша по превращению природного газа в жидкости, а также другие масла, полученные превращением из природного газа.

Более 50 масс.% базового масла, включенного в смазочную композицию, может быть выбрано из группы, состоящей из I группы, II группы, III группы, IV группы, V группы и комбинации двух или более из вышеуказанного, и где более 50 масс.% базового масла отличается от базовых масел, являющихся результатом включения в композицию присадочных компонентов или увеличителей индекса вязкости. В другом варианте осуществления более 50 масс.% базового масла, включенного в смазочную композицию, может быть выбрано из группы, состоящей из II группы, III группы, IV группы, V группы и комбинации двух или более из вышеуказанного, и где более 50 масс.% базового масла отличается от разбавляющих масел, являющихся результатом включения в композицию присадочных компонентов или увеличителей индекса вязкости.

Количество масла смазочной вязкости может представлять собой остаток после вычитания из 100 масс.% суммы количества функциональных присадок, включающих увеличитель(ли) индекса вязкости и/или депрессант(ы), понижающий(ие) температуру застывания, и/или другие присадки с высокими эксплуатационными характеристиками. Например, масло смазочной вязкости, которое может присутствовать в готовой жидкости, может составлять основное количество, такое как более приблизительно 50 масс.%, более приблизительно 60 масс.%, более приблизительно 70 масс.%, более приблизительно 80 масс.%, более приблизительно 85 масс.% или более приблизительно 90 масс.%.

Композиция смазочного масла может содержать не более 10 масс.% базового масла

IV группы, базового масла V группы или их комбинации. В каждом из вышеуказанных вариантов осуществления композиции смазочного масла содержат менее 5 масс.% базового масла V группы. Композиция смазочного масла не содержит никаких базовых масел IV группы. Композиция смазочного масла не содержит никаких базовых масел V группы.

Композиция смазочного масла может также включать один или более необязательных компонентов, выбранных из различных присадок, описанных ниже.

Антиоксиданты

Раскрытые в настоящем описании композиции смазочного масла могут также необязательно содержать один или более антиоксидантов. Соединения с антиоксидантными свойствами хорошо известны и включают, например, феноляты, сульфиды фенолятов, сульфитированные олефины, фосфосульфитированные терпены, сульфитированные сложные эфиры, ароматические амины, алкилированные дифениламины (например, нонилдифениламин, диноилдифениламин, октилдифениламин, диоктилдифениламин), фенил-альфа-нафтиламины, алкилированные фенил-альфа-нафтиламины, затрудненные неароматические амины, фенолы, затрудненные фенолы, маслорастворимые соединения молибдена, макромолекулярные антиоксиданты или их смеси. Соединения с антиоксидантными свойствами могут быть использованы по отдельности или в комбинации.

Затрудненный фенольный антиоксидант в качестве стерически затрудняющей группы может содержать вторичную бутиловую и/или третичную бутиловую группу. Фенольная группа может быть дополнительно замещена гидрокарбильной группой и/или мостиковой группой, связывающей со второй ароматической группой. Примеры подходящих затрудненных фенольных антиоксидантов включают 2,6-ди-трет-бутилфенол, 4-метил-2,6-ди-трет-бутилфенол, 4-этил-2,6-ди-трет-бутилфенол, 4-пропил-2,6-ди-трет-бутилфенол или 4-бутил-2,6-ди-трет-бутилфенол, или 4-додецил-2,6-ди-трет-бутилфенол. В одном из вариантов осуществления затрудненный фенольный антиоксидант может представлять собой сложный эфир и может включать, например, IRGANOX™ L-135, продаваемый компанией BASF, или продукт присоединения 2,6-ди-трет-бутилфенола и алкилакрилата, где алкильная группа может содержать от приблизительно 1 до приблизительно 18, или от приблизительно 2 до приблизительно 12, или от приблизительно 2 до приблизительно 8, или от приблизительно 2 до приблизительно 6, или приблизительно 4 атома углерода. Еще один коммерчески доступный затрудненный фенольный антиоксидант может представлять собой сложный эфир и может включать ETHANOX™ 4716, продаваемый компанией Albemarle Corporation.

Полезные антиоксиданты могут включать диариламины и высокомолекулярные фенолы. В одном варианте осуществления композиция смазочного масла может содержать смесь диариламина и высокомолекулярного фенола, так что каждый антиоксидант может присутствовать в количестве, достаточном для того, чтобы составить вплоть до приблизительно 5 масс.% конечной массы композиции смазочного масла. В одном варианте осуществления антиоксидант может представлять собой смесь от приблизительно 0,3 до приблизительно 1,5 масс.% диариламина и от приблизительно 0,4 до приблизительно 2,5 масс.% высокомолекулярного фенола относительно конечной массы композиции смазочного масла.

Примеры подходящих олефинов, которые могут быть сульфитированы с образованием сульфитированного олефина, включают пропилен, бутилен, изобутилен, полиизобутилен, пентен, гексен, гептен, октен, нонен, децен, ундецен, додецен, тридецен,

тетрадецен, пентадецен, гексадецен, гептадецен, октадецен, нонадецен, эйкозен или их смеси. В одном из вариантов осуществления особенно полезными олефинами являются гексадецен, гептадецен, октадецен, нонадецен, эйкозен или их смеси, и их димеры, тримеры и тетрамеры. В качестве альтернативы, олефин может представлять собой продукт присоединения диена по Дильсу-Альдеру, такой как продукт присоединения 1,3-бутадиена и ненасыщенного сложного эфира, такого как бутилакрилат.

Еще один класс сульфитированных олефинов включает сульфитированные жирные кислоты и их сложные эфиры. Жирные кислоты часто получают из растительного масла или масла животного происхождения, и обычно они содержат от приблизительно 4 до приблизительно 22 атомов углерода. Примеры подходящих жирных кислот и их сложных эфиров включают триглицериды, олеиновую кислоту, линоленовую кислоту, пальмитинолеиновую кислоту или их смеси. Часто жирные кислоты получают из лярдового масла, таллового масла, арахисового масла, соевого масла, хлопкового масла, подсолнечного масла или их смесей. Жирные кислоты и/или сложные эфиры могут быть смешаны с олефинами, такими как α -олефины.

Один или более антиоксидантов могут присутствовать в количестве от приблизительно 0 масс.% до приблизительно 20 масс.%, или от приблизительно 0,1 масс.% до приблизительно 10 масс.%, или от приблизительно 1 масс.% до приблизительно 5 масс.% относительно массы композиции смазочного масла.

Противоизносные агенты

Раскрытые в настоящем описании композиции смазочного масла могут также необязательно содержать одну или более противоизносных агентов. Примеры подходящих противоизносных агентов включают, но не ограничены перечисленным, тиофосфат металла; диалкилдитиофосфат металла; сложный эфир фосфорной кислоты или его соль; фосфатный(ые) сложный(ые) эфир(ы); фосфит; фосфорсодержащий сложный эфир, простой эфир или амид карбоновой кислоты; сульфитированный олефин; тиокарбаматсодержащие соединения, включающие тиокарбаматные сложные эфиры, тиокарбаматы с присоединенным алкиленом и бис(S-алкилдитиокарбамил)дисульфиды; и их смеси. Подходящая противоизносная присадка может представлять собой дитиокарбамат молибдена. Фосфорсодержащие противоизносные присадки более подробно описаны в Европейском патенте № 612 839. Металл в составе диалкилдитиофосфатных солей может представлять собой щелочной металл, щелочноземельный металл, алюминий, свинец, олово, молибден, марганец, никель, медь, титан или цинк. Полезная противоизносная присадка может представлять собой диалкилтиофосфат цинка.

Дополнительные примеры подходящих противоизносных присадок включают соединения титана, тартраты, тартримиды, маслорастворимые аминные соли фосфорсодержащих соединений, сульфитированные олефины, фосфиты (такие как дибутилфосфит), фосфонаты, тиокарбаматсодержащие соединения, такие как тиокарбаматные сложные эфиры, тиокарбаматные амиды, тиокарбаматные простые эфиры, тиокарбаматы с присоединенными алкиленами и бис(S-алкилдитиокарбамил) дисульфиды. Тартраты или тартримиды могут содержать алкил-сложноэфирные группы, где сумма атомов углерода в алкильных группах может составлять по меньшей мере 8. Противоизносные присадки могут в одном из вариантов осуществления включать цитрат.

Противоизносная присадка может присутствовать в количествах, включающих от приблизительно 0 масс.% до приблизительно 15 масс.%, или от приблизительно 0,01 масс.% до приблизительно 10 масс.%, или от приблизительно 0,05 масс.% до

приблизительно 5 масс.%, или от приблизительно 0,1 масс.% до приблизительно 3 масс.% относительно массы композиции смазочного масла.

Соединение с противоизносными свойствами может представлять собой дигидрокарбилдитиофосфат цинка (ZDDP) с отношением P:Zn, составляющим от
5 приблизительно 1:0,8 до приблизительно 1:1,7.

Борсодержащие соединения

Раскрытые в настоящем описании композиции смазочного масла могут необязательно содержать одно или более борсодержащих соединений.

Примеры борсодержащих соединений включают сложные эфиры борной кислоты, борированные жирные амины, борированные эпоксиды, борированные моющие
10 присадки и борированные дисперсанты, такие как борированные сукцинимидные дисперсанты, как описано в патенте США № 5883057.

Борсодержащее соединение, если оно присутствует, может использоваться в количестве, достаточном для того, чтобы составить вплоть до приблизительно 8 масс.%,
15 от приблизительно 0,01 масс.% до приблизительно 7 масс.%, от приблизительно 0,05 масс.% до приблизительно 5 масс.%, или от приблизительно 0,1 масс.% до приблизительно 3 масс.% массы композиции смазочного масла.

Дисперсанты

Композиция смазочного масла может необязательно дополнительно содержать один
20 или более дисперсантов или их смеси. Дисперсанты часто называют дисперсантами беззольного типа, поскольку до смешивания с компонентами композиции смазочного масла они не содержат золаобразующих металлов и обычно не приносят никакой золы при добавлении в смазку. Дисперсанты беззольного типа отличаются наличием полярной группы, присоединенной к относительно высокомолекулярной
25 углеводородной цепи. Типичные беззольные дисперсанты включают N-замещенные длинноцепочечные алкенилсукцинимиды. Примеры N-замещенных длинноцепочечных алкенилсукцинимидов включают полиизобутиленсукцинимид со среднечисловой молекулярной массой полиизобутиленового заместителя от приблизительно 350 до приблизительно 50000, или до приблизительно 5000, или до приблизительно 3000.
30 Сукцинимидные дисперсанты и их получение раскрыты, например, в патенте США № 7897696 или в патенте США № 4234435. Полиолефин может быть получен из полимеризуемых мономеров, содержащих от приблизительно 2 до приблизительно 16, или от приблизительно 2 до приблизительно 8, или от приблизительно 2 до приблизительно 6 атомов углерода. Сукцинимидные дисперсанты обычно представляют собой имид, образованный из полиамина, обычно поли(этиленамина).
35

В одном варианте осуществления настоящее описание дополнительно содержит по меньшей мере один полиизобутиленсукцинимидный дисперсант, полученный из полиизобутилена со среднечисловой молекулярной массой от приблизительно 350 до приблизительно 50000, или до приблизительно 5000, или до приблизительно 3000.
40 Полиизобутиленсукцинимид может быть использован по отдельности или в комбинации с другими дисперсантами.

В некоторых вариантах осуществления полиизобутилен (PIB), если он присутствует, может содержать более 50 мол.%, более 60 мол.%, более 70 мол.%, более 80 мол.% или более 90 мол.% концевых двойных связей. Такой PIB также называют
45 высокореакционноспособным PIB («HR-PIB»). HR-PIB со среднечисловой молекулярной массой от приблизительно 800 до приблизительно 5000 подходит для применения в вариантах осуществления настоящего изобретения. Общеизвестный PIB обычно содержит менее 50 мол.%, менее 40 мол.%, менее 30 мол.%, менее 20 мол.% или менее 10 мол.%

концевых двойных связей.

Подходящим может быть HR-PIB со среднечисловой молекулярной массой от приблизительно 900 до приблизительно 3000. Такой HR-PIB является коммерчески доступным, или он может быть синтезирован полимеризацией изобутена в присутствии нехлорированного катализатора, такого как трифторид бора, как описано в патенте США № 4152499 (Boerzel, et al.) и патенте США № 5739355 (Gateau, et al). При использовании в вышеупомянутой термической еновой реакции HR-PIB может обеспечить более высокие степени превращения в реакции, а также меньшие количества образованного осадка вследствие повышенной реакционной способности. Подходящий способ описан в патенте США № 7897696.

В одном из вариантов осуществления настоящее описание дополнительно содержит по меньшей мере один дисперсант, полученный из полиизобутиленсукцинового ангидрида («PIBSA»). PIBSA может в среднем иметь от приблизительно 1,0 до приблизительно 2,0 группировок янтарной кислоты на полимер.

% активной фракции алкенил- или алкилсукцинового ангидрида может быть определен с помощью хроматографического метода. Данный способ описан в кол. 5 и 6 патента США № 5334321.

Процент превращения полиолефина рассчитывают на основании % активной фракции по уравнению в кол. 5 и 6 патента США № 5334321.

Если не указано иное, все проценты представляют собой массовые проценты, все молекулярные массы представляют собой среднечисловые молекулярные массы.

В одном из вариантов осуществления дисперсант может быть получен из полиальфаолефин (РАО) сукцинового ангидрида.

В одном из вариантов осуществления дисперсант может быть получен из сополимера олефина и малеинового ангидрида. Например, дисперсант может быть описан как поли-PIBSA.

В одном варианте осуществления дисперсант может быть получен из ангидрида, привитого на сополимер этилен-пропилена.

Одним из классов подходящих дисперсантов могут быть основания Манниха.

Основания Манниха представляют собой вещества, образующиеся в результате конденсации высокомолекулярного алкилзамещенного фенола, полиалкиленполиамин и альдегида, такого как формальдегид. Основания Манниха более подробно описаны в патенте США № 3634515.

Подходящий класс дисперсантов может представлять собой высокомолекулярные сложные эфиры или неполные сложные эфирамиды.

Подходящий дисперсант может также быть впоследствии обработан общепринятыми способами путем взаимодействия с любым из ряда агентов. Они включают бор, мочевины, тиомочевины, димеркаптотиадиазолы, дисульфид углерода, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты, углеводород-замещенные сукциновые ангидриды, малеиновый ангидрид, нитрилы, эпоксиды, карбонаты, циклические карбонаты, затрудненные фенольные сложные эфиры и соединения фосфора. Патенты США №№ US 7645726, US 7214649 и US 8048831 полностью включены в настоящий документ посредством ссылки.

Помимо последующей обработки карбонатами и борными кислотами, соединения также могут быть впоследствии обработаны или дополнительно впоследствии обработаны с помощью различных вариантов последующей обработки, направленных на улучшение или придание иных свойств. Такие варианты последующей обработки включают приведенные в кол. 27-29 патента США № 5241003, включенного в настоящий

документ посредством ссылки. Такие варианты обработки включают обработку:

Неорганическими фосфорсодержащими кислотами или ангидридами (например, патенты США №№ 3403102 и 4648980);

Органическими фосфорными соединениями (например, патент США № 3502677);

5 Пентасульфидами фосфора;

Соединениями бора, как уже упомянуто выше (например, патенты США №№ 3178663 и 4652387);

Карбоновой кислотой, поликарбоновыми кислотами, ангидридами и/или галогенангидридами (например, патенты США №№ 3708522 и 4948386);

10 Эпоксидами, полиэпоксидами или тиоэпоксидами (например, патенты США №№ 3859318 и 5026495);

Альдегидом или кетоном (например, патент США № 3458530);

Дисульфидом углерода (например, патент США № 3256185);

Глицидиловым спиртом (например, патент США № 4617137);

15 Мочевинной, тиомочевинной или гуанидином (например, патенты США №№ 3312619, 3865813, и патент Великобритании № GB 1065595);

Органической сульфоновой кислотой (например, патент США № 3189544 и патент Великобритании № GB 2140811);

Алкенилцианидом (например, патенты США №№ 3278550 и 3366569);

20 Дикетеном (например, патент США № 3546243);

Диизоцианатом (например, патент США № 3573205);

Алкансультоном (например, патент США № 3749695);

1,3-дикарбонильным соединением (например, патент США № 4579675);

25 Сульфатом алкоксилированного спирта или фенола (например, патент США № 3954639);

Циклическим лактоном (например, патенты США №№ 4617138, 4645515, 4668246, 4963275 и 4971711);

30 Циклическим карбонатом или тиокарбонатом, линейным монокарбонатом или поликарбонатом, или хлорформиатом (например, патенты США №№ 4612132, 4647390, 4648886, 4670170);

Азотсодержащей карбоновой кислотой (например, патент США № 4971598 и патент Великобритании № 2140811);

Гидроксизащищенным хлордикарбонилокси соединением (например, патент США № 4614522);

35 Лактамом, тиолактамом, тиолактоном или дитиолактоном (например, патенты США №№ 4614603 и 4666460);

Циклическим карбонатом или тиокарбонатом, линейным монокарбонатом или поликарбонатом, или хлорформиатом (например, патенты США №№ 4612132, 4647390, 4646886 и 4670170);

40 Азотсодержащей карбоновой кислотой (например, патент США № 4971598 и патент Великобритании № 2440811);

Гидроксизащищенным хлордикарбонилокси соединением (например, патент США № 4614522);

45 Лактамом, тиолактамом, тиолактоном или дитиолактоном (например, патенты США №№ 4614603 и 4666460);

Циклическим карбаматом, циклическим тиокарбаматом или циклическим дитиокарбаматом (например, патенты США №№ 4663062 и 4666459);

Гидроксиалифатической карбоновой кислотой (например, патенты США №№

4482464, 4521318, 4713189);

Окислителем (например, патент США № 4379064);

Комбинацией пентасульфида фосфора и полиалкиленполиамины (например, патент США № 3185647);

5 Комбинацией карбоновой кислоты или альдегида или кетона и серы или хлорида серы (например, патенты США №№ 3390086, 3470098);

Комбинацией гидразина и дисульфида углерода (например, патент США № 3519564);

Комбинацией альдегида и фенола (например, патенты США №№ 3649229, 5030249, 5039307);

10 Комбинацией альдегида и О-диэфира дитиофосфорной кислоты (например, патент США № 3865740);

Комбинацией гидроксиалифатической карбоновой кислоты и борной кислоты (например, патент США № 4554086);

15 Комбинацией гидроксиалифатической карбоновой кислоты, формальдегида и фенола (например, патент США № 4636322);

Комбинацией гидроксиалифатической карбоновой кислоты и алифатической дикарбоновой кислоты (например, патент США № 4663064);

Комбинацией формальдегида и фенола, и затем гликолевой кислотой (например, патент США № 4699724);

20 Комбинацией гидроксиалифатической карбоновой кислоты или щавелевой кислоты, и затем диизоцианата (например, патент США № 4713191);

Комбинацией неорганической кислоты или ангидрида фосфорсодержащей кислоты или ее частичного или полного серного аналога, и соединения бора например, патент США № 4857214);

25 Комбинацией органической двухосновной кислоты, затем ненасыщенной жирной кислотой и затем нитрозоароматическим амином, затем необязательно соединением бора и затем гликолирующим агентом (например, патент США № 4973412);

Комбинацией альдегида и триазола (например, патент США № 4963278);

30 Комбинацией альдегида и триазола, затем соединением бора (например, патент США № 4981492);

Комбинацией циклического лактона и соединения бора (например, патенты США №№ 4963275 и 4971711). Вышеуказанные патенты полностью включены в настоящий документ.

35 TBN подходящего дисперсанта может составлять от приблизительно 10 до приблизительно 65 при отсутствии масла, что сравнимо со значением TBN от приблизительно 5 до приблизительно 30 при измерении на образце дисперсанта, содержащем приблизительно 50% разбавляющего масла.

Дисперсant, если он присутствует, может быть использован в количестве, достаточном для того, чтобы составить вплоть до приблизительно 20 масс.% конечной 40 массы композиции смазочного масла. Другое количество дисперсанта, которое может быть использовано, может составлять от приблизительно 0,1 масс.% до приблизительно 15 масс.%, или от приблизительно 0,1 масс.% до приблизительно 10 масс.%, или от приблизительно 3 масс.% до приблизительно 10 масс.%, или от приблизительно 1 масс.% до приблизительно 6 масс.%, или от приблизительно 7 масс.% до приблизительно 12 45 масс.%, относительно конечной массы композиции смазочного масла. В некоторых вариантах осуществления в композиции смазочного масла используется система смешанных дисперсантов. Может быть использован один тип или смесь двух или более типов дисперсантов в любом необходимом соотношении.

Модификаторы трения

Раскрытые в настоящем описании композиции смазочного масла могут также необязательно содержать один или более модификаторов трения. Подходящие модификаторы трения могут содержать металлсодержащие и не содержащие металл модификаторы трения, и могут включать, но не ограничены перечисленным, имидазолины, амиды, амины, сукцинимиды, алкоксилированные амины, алкоксилированные сложные эфирамины, оксиды аминов, амидоамины, нитрилы, бетаины, четвертичные аммониевые соединения, имины, соли аминов, амингуанадин, алканоламиды, фосфонаты, металлсодержащие соединения, сложные эфиры глицерина, сульфитированные жирные соединения и олефины, подсолнечное масло, другие природные масла растительного или животного происхождения, сложные эфиры дикарбоновых кислот, сложные эфиры или неполные сложные эфиры многоатомного спирта и одной или более алифатических или ароматических карбоновых кислот, и тому подобные.

Подходящие модификаторы трения могут содержать гидрокарбильные группы, выбранные из гидрокарбильных групп с неразветвленной цепью, разветвленной цепью или ароматических гидрокарбильных групп или их смесей, и могут быть насыщенными или ненасыщенными. Гидрокарбильные группы могут состоять из углерода и водорода или гетероатомов, таких как сера или кислород. Гидрокарбильные группы могут состоять из от приблизительно 12 до приблизительно 25 атомов углерода. В некоторых вариантах осуществления модификатор трения может представлять собой длинноцепочечный сложный эфир жирной кислоты. В другом варианте осуществления длинноцепочечный сложный эфир жирной кислоты может представлять собой сложный моноэфир или сложный диэфир, или (три)глицерид. Модификатор трения может представлять собой длинноцепочечный жирный амид, длинноцепочечный жирный сложный эфир, длинноцепочечные жирные эпоксидные производные или длинноцепочечный имидазолин.

Другие подходящие модификаторы трения могут включать органические, беззольные (не содержащие металл), не содержащие азот органические модификаторы трения.

Такие модификаторы трения могут включать сложные эфиры, образованные в результате взаимодействия карбоновых кислот и ангидридов с алканолами и обычно включающие полярную концевую группу (например, карбоксильную или гидроксильную), ковалентно связанную с олеофильной углеводородной цепью. Общеизвестным примером органического беззольного не содержащего азот модификатора трения является глицеринмоноолеат (GMO), который может содержать сложные моно-, ди- и триэфиры олеиновой кислоты. Другие подходящие модификаторы трения описаны в патенте США № 6723685, полностью включенном в настоящий документ посредством ссылки.

Аминные модификаторы трения могут включать амины или полиамины. Такие соединения могут иметь линейные гидрокарбильные группы, насыщенные или ненасыщенные, или их смесь, и могут содержать от приблизительно 12 до приблизительно 25 атомов углерода. Дополнительные примеры подходящих модификаторов трения включают алкоксилированные амины и алкоксилированные сложные эфирамины. Такие соединения могут иметь линейные гидрокарбильные группы, насыщенные или ненасыщенные, или их смесь. Они могут содержать от приблизительно 12 до приблизительно 25 атомов углерода. Примеры включают этоксилированные амины и этоксилированные сложные эфирамины.

Амины и амиды могут быть использованы сами по себе или в форме продукта

присоединения или продукта реакции с соединением бора, таким как оксид бора, галогенид бора, метаборат, борная кислота или моно-, ди- или триалкилборат. Другие подходящие модификаторы трения описаны в патенте США № 6300291, полностью включенном в настоящий документ посредством ссылки.

- 5 Модификатор трения может необязательно присутствовать в таком количестве, как от приблизительно 0 масс.% до приблизительно 10 масс.%, или от приблизительно 0,01 масс.% до приблизительно 8 масс.%, или от приблизительно 0,1 масс.% до приблизительно 4 масс.%.

Молибденсодержащий компонент

- 10 Раскрытые в настоящем описании композиции смазочного масла могут также необязательно содержать одно или более молибденсодержащих соединений. Маслорастворимое соединение молибдена может иметь функциональные способности противозносной присадки, антиоксиданта, модификатора трения или их смесей. Маслорастворимое соединение молибдена может включать дитиокарбаматы молибдена, 15 диалкилдитиофосфаты молибдена, дитиофосфинаты молибдена, аминные соли соединений молибдена, ксантаты молибдена, тиоксантаты молибдена, сульфиды молибдена, карбоксилаты молибдена, алкоголяты молибдена, трехъядерное молибденорганическое соединение и/или их смеси. Сульфиды молибдена включают дисульфид молибдена. Дисульфид молибдена может находиться в форме стабильной 20 дисперсии. В одном из вариантов осуществления маслорастворимое соединение молибдена может быть выбрано из группы, состоящей из дитиокарбаматов молибдена, диалкилдитиофосфатов молибдена, аминных солей соединений молибдена и их смесей. В одном из вариантов осуществления маслорастворимое соединение молибдена может представлять собой дитиокарбамат молибдена.

- 25 Подходящие примеры соединений молибдена, которые могут быть использованы, включают коммерчески доступные вещества, продаваемые под такими товарными знаками, как Molyvan 822™, Molyvan™ A, Molyvan 2000™ и Molyvan 855™ компанией R. T. Vanderbilt Co., Ltd., и Sakura-Lube™ S-165, S-200, S-300, S-310G, S-525, S-600, S-700 и S-710, коммерчески доступные от компании Adeka Corporation, и их смеси. Подходящие 30 молибденовые компоненты описаны в патентах США №№ US 5650381, US RE 37363 E1, US RE 38929 E1 и US RE 40595 E1, полностью включенных в настоящий документ посредством ссылки.

- Кроме того, соединение молибдена может представлять собой кислотное соединение молибдена. Такие соединения включают молибденовую кислоту, молибдат аммония, 35 молибдат натрия, молибдат калия и другие молибдаты щелочных металлов, и другие соли молибдена, например, гидромolibдат натрия, MoOCl_4 , MoO_2Br_2 , $\text{Mo}_2\text{O}_3\text{Cl}_6$, триоксид молибдена или схожие кислотные соединения молибдена. В качестве альтернативы, в качестве источника молибдена в композициях могут выступать комплексы молибдена/серы с основными азотными соединениями, как описано, 40 например, в патентах США №№ 4263152, 4285822, 4283295, 4272387, 4265773, 4261843, 4259195 и 4259194; и публикации заявки на патент США № 2002/0038525, полностью включенных в настоящий документ посредством ссылки.

- Еще один класс подходящих молибденорганических соединений представляет собой 45 трехъядерные соединения молибдена, такие как соединения формулы $\text{Mo}_3\text{S}_k\text{L}_n\text{Q}_z$ и их смеси, где S представляет собой серу, L представляет собой независимо выбранные лиганды, имеющие органические группы с числом атомов углерода, достаточным для того, чтобы соединение было растворимым или диспергируемым в масле, n составляет от 1 до 4, k составляет от 4 до 7, Q выбран из группы нейтральных электронодонорных

соединений, таких как вода, амины, спирты, фосфины и простые эфиры, и z составляет от 0 до 5 и включает нестехиометрические значения. Все органические группы лигандов могут содержать всего по меньшей мере 21 атом углерода, как, например, по меньшей мере 25, по меньшей мере 30 или по меньшей мере 35 атомов углерода. Дополнительные
5 подходящие соединения молибдена описаны в патенте США № 6723685, полностью включенном в настоящий документ посредством ссылки.

Маслорастворимое соединение молибдена может присутствовать в количестве, достаточном для обеспечения от приблизительно 0,5 ppm до приблизительно 2000 ppm, от приблизительно 1 ppm до приблизительно 700 ppm, от приблизительно 1 ppm до
10 приблизительно 550 ppm, от приблизительно 5 ppm до приблизительно 300 ppm или от приблизительно 20 ppm до приблизительно 250 ppm молибдена.

Титансодержащие соединения

Еще один класс присадок включает маслорастворимые соединения титана.

Маслорастворимые соединения титана могут выполнять функцию противоизносных
15 присадок, модификаторов трения, антиоксидантов, противонагарных присадок или одну или более из этих функций. В одном варианте осуществления маслорастворимое соединение титана может представлять собой алкоголь титана (IV). Алкоголят титана может быть образован из одноатомного спирта, многоатомного спирта или их смесей. Однозамещенные спирты могут иметь от 2 до 16 или от 3 до 10 атомов углерода.
20 В одном варианте осуществления алкоголь титана представлять собой изопропоксид титана (IV). В одном варианте осуществления алкоголь титана представлять собой 2-этилгексоксид титана (IV). В одном варианте осуществления соединение титана может представлять собой алкоголь 1,2-двухатомного спирта или многоатомного спирта. В одном варианте осуществления 1,2- двухатомный спирт содержит глицериновый
25 сложный моноэфир жирной кислоты, такой как олеиновая кислоты. В одном варианте осуществления маслорастворимое соединение титана может представлять собой карбоксилат титана. В одном варианте осуществления карбоксилат титана (IV) может представлять собой неodeканоат титана.

В одном варианте осуществления маслорастворимое соединение титана может
30 присутствовать в композиции смазочного масла в количестве, обеспечивающем от нуля до приблизительно 1500 ppm по массе титана или от приблизительно 10 ppm по массе до 500 ppm по массе титана, или от приблизительно 25 ppm по массе до приблизительно 150 ppm по массе.

Соединения, содержащие переходные металлы

В еще одном варианте осуществления маслорастворимое соединение может
35 представлять собой соединение, содержащее переходный металл или металлоид. Переходные металлы могут включать, но не ограничены перечисленным, титан, ванадий, медь, цинк, цирконий, молибден, титан, вольфрам и тому подобные. Подходящие металлоиды включают, но не ограничены перечисленным, бор, кремний, сурьму, теллур
40 и тому подобные.

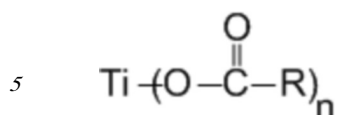
В одном варианте осуществления маслорастворимое соединение, которое может быть использовано в массовом отношении Са/М от приблизительно 0,8:1 до приблизительно 70:1, представляет собой титансодержащее соединение, где М представляет собой общее количество металла в композиции смазочного масла, как
45 описано выше. Титансодержащие соединения могут выполнять функцию противоизносных присадок, модификаторов трения, антиоксидантов, противонагарных присадок или одну или более из этих функций. Среди титансодержащих соединений, которые могут быть использованы в раскрытой технологии, или которые могут быть

использованы для получения маслорастворимых веществ согласно раскрытой технологии, находятся различные соединения Ti (IV), такие как оксид титана (IV); сульфид титана (IV); нитрат титана (IV); алкоголяты титана (IV), такие как метоксид титана, этоксид титана, пропоксид титана, изопропоксид титана, бутоксид титана, 2-этилгексоксид титана; и другие соединения или комплексы титана, включающие, но не ограниченные перечисленным, феноляты титана; карбоксилаты титана, такие как 2-этил-1-3-гександиоат титана (IV) или цитрат титана, или олеат титана; и (триэтаноламинато)изопропоксид титана (IV). Другие формы титана, охватываемые раскрытой технологией, включают фосфаты титана, такие как дитиофосфаты титана (например, диалкилдитиофосфаты) и сульфонаты титана (например, алкилбензолсульфонаты), или, в общем, продукт реакции соединений титана с различными кислотными веществами с образованием солей, таких как маслорастворимые соли. Соединения титана могут, таким образом, среди прочего быть получены из органических кислот, спиртов и гликолей. Соединения Ti могут также находиться в димерной или олигомерной форме, содержащей структуры Ti--O--Ti. Такие титановые вещества коммерчески доступны или могут легко быть получены подходящими методиками синтеза, что очевидно специалисту в данной области техники. При комнатной температуре они могут находиться в форме твердого вещества или жидкости, в зависимости от конкретного соединения. Они также могут быть предоставлены в форме раствора в подходящем инертном растворителе.

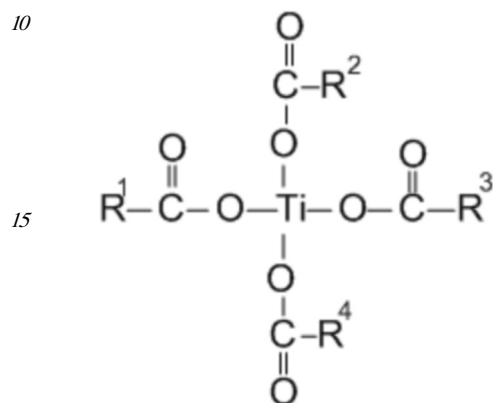
В одном из вариантов осуществления титан может быть предоставлен в виде Ti-модифицированного дисперсанта, такого как сукцинимидный дисперсант. Такие вещества могут быть получены образованием смешанного титанового ангидрида из алкоголята титана и гидрокарбил-замещенного сукцинового ангидрида, такого как алкенил- (или алкил) сукциновый ангидрид. Полученное титанат-сукцинатное промежуточное соединение может быть использовано непосредственно, или оно может быть подвергнуто взаимодействию с любым количеством веществ, таких как (a) сукцинамидный/амидный дисперсант на основе полиамина, имеющий свободную, способную к конденсации функциональную группу --NH; (b) компоненты сукцинамидного/амидного дисперсанта на основе полиамина, т.е. алкенил- (или алкил-) сукцинового ангидрида и полиамина, (c) содержащий гидроксильные группы сложный полиэфирный дисперсант, полученный в результате взаимодействия замещенного сукцинового ангидрида с многоатомным спиртом, аминспиртом, полиамином или их смесями. В качестве альтернативы, титанат-сукцинатное промежуточное соединение может быть подвергнуто взаимодействию с другими агентами, такими как спирты, аминспирты, сложноэфирные спирты, сложные полиэфирные спирты или многоатомные спирты или жирные кислоты, и продукт такого взаимодействия используется или непосредственно для обеспечения Ti в смазке, или подвергается дополнительному взаимодействию с сукциновыми дисперсантами, как описано выше. В качестве примера, 1 часть (мольная) тетраизопропилтитаната может быть подвергнута взаимодействию с приблизительно 2 частями (мольными) полиизобутилен-замещенного сукцинового ангидрида при 140-150°C в течение от 5 до 6 часов с получением модифицированного титаном дисперсанта или промежуточного вещества. Полученное вещество (30 г) может быть подвергнуто дополнительному взаимодействию с сукцинимидным дисперсантом из полиизобутилен-замещенного сукцинового ангидрида и полиэтиленполиаминной смесью (127 г + разбавляющее масло) при 150°C в течение 1,5 часов, с получением модифицированного титаном сукцинимидного дисперсанта.

Еще одно титансодержащее соединение может представлять собой продукт реакции

алкоголята титана и C₆–C₂₅ карбоновой кислоты. Продукт реакции может быть представлен следующей формулой:



где n представляет собой целое число, выбранное из 2, 3 и 4, и R представляет собой гидрокарбильную группу, содержащую от приблизительно 5 до приблизительно 24 атомов углерода, или формулой:



где все R¹, R², R³, и R⁴ являются одинаковыми или разными, и выбраны из гидрокарбильной группы, содержащей от приблизительно 5 до приблизительно 25 атомов углерода. Подходящие карбоновые кислоты могут включать, но не ограничены перечисленным, капроновую кислоту, каприловую кислоту, лауриновую кислоту, миристиновую кислоту, пальмитиновую кислоту, стеариновую кислоту, арахидоновую кислоту, олеиновую кислоту, эруковую кислоту, линолевую кислоту, линоленовую кислоту, циклогексанкарбоновую кислоту, фенилуксусную кислоту, бензойную кислоту, неodeкановую кислоту и тому подобные.

В одном варианте осуществления маслорастворимое соединение титана может присутствовать в композиции смазочного масла в количестве, обеспечивающем от 0 до 3000 ppm по массе титана, или от 25 до приблизительно 1500 ppm по массе титана, или от приблизительно 35 ppm по массе до 500 ppm по массе титана, или от приблизительно 50 ppm по массе до приблизительно 300 ppm по массе.

Увеличители индекса вязкости

Раскрытые в настоящем описании композиции смазочного масла могут также необязательно содержать один или более увеличителей индекса вязкости. Подходящие увеличители индекса вязкости могут включать полиолефины, сополимеры олефинов, сополимеры этилен/пропилена, полиизобутены, гидрированные полимеры стирол-изопрена, сополимеры стирола/малеата, гидрированные сополимеры стирола/бутадиента, гидрированные полимеры изопрена, сополимеры альфа-олефинмалеинового ангидрида, полиметакрилаты, полиарилаты, полиалкилстиролы, гидрированные сополимеры алкениларил конъюгированных диенов или их смеси. Увеличители индекса вязкости могут включать звездообразные полимеры, и подходящие примеры описаны в патенте США № 8999905 B2.

Раскрытые в настоящем описании композиции смазочного масла в дополнение к увеличителю индекса вязкости или вместо увеличителя индекса вязкости также могут необязательно содержать один или более дисперсантов-увеличителей индекса вязкости. Подходящие увеличители индекса вязкости могут включать функционализированные

полиолефины, например, сополимеры этилен-пропилена, функционализированные продуктом реакции ацилирующего агента (такого как малеиновый ангидрид) и амина; полиметакрилаты, функционализированные амином, или эстерифицированные сополимеры малеинового ангидрида-стирола, подвергнутые взаимодействию с амином.

5 Общее количество увеличителя индекса вязкости и/или дисперсанта-увеличителя индекса вязкости может составлять от приблизительно 0 масс.% до приблизительно 20 масс.%, от приблизительно 0,1 масс.% до приблизительно 15 масс.%, от приблизительно 0,1 масс.% до приблизительно 12 масс.% или от приблизительно 0,5 масс.% до приблизительно 10 масс.% относительно массы композиции смазочного масла.

10 Другие необязательные присадки

Другие присадки могут быть выбраны для выполнения одной или более функций, требуемых от смазочной жидкости. Кроме того, одна или более из вышеуказанных присадок может быть многофункциональной и выполнять функции в дополнение к функциям, установленным в настоящем описании, или отличающиеся от них.

15 Композиция смазочного масла согласно настоящему изобретению может необязательно содержать другие функциональные присадки. Другие функциональные присадки могут быть включены в дополнение к присадкам, перечисленным в настоящем описании, и/или могут включать один или более дезактиваторов металла, увеличителей индекса вязкости, беззольных увеличителей TBN, модификаторов трения,

20 противоизносных присадок, замедлителей коррозии, замедлителей ржавления, дисперсантов, дисперсантов-увеличителей индекса вязкости, противозадирных присадок, антиоксидантов, противопенных присадок, деэмульгаторов, эмульгаторов, депрессантов, понижающих температуру застывания, присадок для уплотняющего разбухания и их смесей. Обычно полностью готовая к использованию смазочная композиция содержит

25 одну или более из этих функциональных присадок.

Подходящие дезактиваторы металла могут включать производные бензотриазолов (обычно толилтриазол), производные димеркаптотиадиазола, 1,2,4-триазолы, бензимидазолы, 2-алкилдитиобензимидазолы или 2-алкилдитиобензотиазолы; противопенные присадки включают сополимеры этилакрилата и 2-этилгексилакрилата

30 и, необязательно, винилацетата; деэмульгаторы включают триалкилфосфаты, полиэтиленгликоли, полиэтиленоксиды, полипропиленоксиды и полимеры этиленоксида-пропиленоксида; депрессанты, понижающие температуру застывания, включают сложные эфиры малеинового ангидрида-стирола, полиметакрилаты, полиакрилаты или полиакриламиды.

35 Подходящие противопенные присадки включают соединения на основе кремния, такие как силоксан.

Подходящие депрессанты, понижающие температуру застывания, могут включать полиметилметакрилаты или их смеси. Депрессанты, понижающие температуру застывания, могут присутствовать в количестве, достаточном для того, чтобы составить

40 от приблизительно 0 масс.% до приблизительно 1 масс.%, от приблизительно 0,01 масс.% до приблизительно 0,5 масс.%, или от приблизительно 0,02 масс.% до приблизительно 0,04 масс.% конечной массы композиции смазочного масла.

Подходящие ингибиторы ржавления могут представлять собой отдельное соединение или смесь соединений, обладающих свойством замедления коррозии металлических

45 поверхностей, содержащих железо. Неограничивающие примеры замедлителей ржавления включают маслорастворимые высокомолекулярные органические кислоты, такие как 2-этилгексановая кислота, лауриновая кислота, миристиновая кислота, пальмитиновая кислота, олеиновая кислота, линолевая кислота, линоленовая кислота,

бегеновая кислота и церотиновая кислота, а также маслорастворимые поликарбоновые кислоты, включающие димерные и тримерные кислоты, такие как кислоты, полученные из жирных кислот таллового масла, олеиновой кислоты и линолевой кислоты. Другие подходящие замедлители коррозии включают длинноцепочечные альфа-, омега-дикарбоновые кислоты с молекулярной массой от приблизительно 600 до приблизительно 3000, и алкенилсукциновые кислоты, в которых алкенильная группа содержит приблизительно 10 или более атомов углерода, такие как тетрапропенилсукциновая кислота, тетрадеценилсукциновая кислота и гексадеценилсукциновая кислота. Еще одним полезным типом кислотных замедлителей коррозии являются неполные сложные эфиры алкинилсукциновых кислот с алкенильной группой, имеющей от приблизительно 8 до приблизительно 24 атомов углерода, со спиртами, такими как полигликоли. Соответствующие неполные амиды таких алкенилсукциновых кислот также являются полезными. Полезным замедлителем ржавления является высокомолекулярная органическая кислота. В некоторых вариантах осуществления масло для двигателя не содержит замедлитель ржавления.

Ингибитор ржавления, если он присутствует, может быть использован в количестве, достаточном для того, чтобы составить от приблизительно 0 масс.% до приблизительно 5 масс.%, от приблизительно 0,01 масс.% до приблизительно 3 масс.%, от приблизительно 0,1 масс.% до приблизительно 2 масс.% конечной массы композиции смазочного масла.

В общих чертах, подходящая картерная смазка может включать присадочные компоненты в диапазонах, перечисленных в следующей таблице.

Таблица 2

Компонент	масс.% (широкий)	масс.% (обычный)
Дисперсант(ы)	0,0 – 10%	1,0 – 8,5%
Антиоксидант(ы)	0,0 – 5,0	0,01 – 3,0
Моющая(ие) присадка(и) металла	0,1 – 15,0	0,2 – 8,0
Беззольный(ые) увеличитель(ли) TBN	0,0 – 1,0	0,01 – 0,5
Замедлитель(и) коррозии	0,0 – 5,0	0,0 – 2,0
Дигидрокарбилдитиофосфат(ы) металла	0,1 – 6,0	0,1 – 4,0
Беззольная(ые) аминная(ые) соль(и) фосфата	0,0 – 3,0	0,0 – 1,5
Противопенная(ые) присадка(и)	0,0 – 5,0	0,001 – 0,15
Противоизносная(ые) присадка(и)	0,0 – 10,0	0,0 – 5,0
Депрессант(ы), понижающий(ие) температуру застывания	0,0 – 5,0	0,01 – 1,5
Увеличитель(и) индекса вязкости	0,0 – 20,00	0,25 – 10,0
Дисперсант(ы)-увеличитель(и) индекса вязкости	0,0 – 10,0	0,0 – 5,0
Модификатор(ы) трения	0,01 – 5,0	0,05 – 2,0
Базовое(ые) масло(а)	Остаток	Остаток
Всего	100	100

Вышеуказанные процентные содержания каждого компонента представляют собой массовое содержание каждого компонента относительно массы конечной композиции смазочного масла. Остальная часть композиции смазочного масла состоит из одного или более базовых масел.

Присадки, используемые для составления композиций, описанных в настоящем документе, могут быть смешаны с базовым маслом по отдельности или в различных субкомбинациях. Однако может быть удобным смешивать все компоненты одновременно с помощью концентрата присадок (т.е. присадки с разбавителем, таким как углеводородный растворитель). Присадки, используемые для составления композиций, описанных в настоящем документе, могут быть смешаны с базовым маслом по отдельности или в различных субкомбинациях. Однако может быть удобным

смешивать все компоненты одновременно с помощью концентрата присадок (т.е. присадки с разбавителем, таким как углеводородный растворитель).

В настоящем описании раскрыты новые смеси смазочного масла, разработанные специально для применения в качестве смазок для двигателей автомобилей. В вариантах осуществления настоящего изобретения могут быть предложены композиции смазочных масел, подходящие для применений для двигателей, обеспечивающие улучшения одной или более из следующих характеристик: случаи преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах, антиоксидантные свойства, износостойкая работа, замедление ржавления, экономия топлива, водостойкость, захват воздуха, защита уплотнения, уменьшение нагара, т.е. прохождение теста TEOST 33, и противопенные свойства.

Полностью готовые к использованию смазки обычно содержат пакет присадок, называемый в настоящем документе пакетом дисперсанта/ингибитора или пакетом DI, обеспечивающим составам необходимые характеристики. Подходящие пакеты DI описаны, например, в патентах США №№ 5204012 и 6034040. Среди типов присадок, включаемых в пакет присадок, могут находиться дисперсанты, присадки для уплотняющего разбухания, антиоксиданты, противопенные присадки, присадки, повышающие смазывающую способность, замедлители ржавления, замедлители коррозии, деэмульгаторы, увеличители индекса вязкости и тому подобные. Некоторые из этих компонентов хорошо известны специалистам в данной области техники и обычно используются в общепринятых количествах с присадками и композициями, описанными в настоящем документе.

Следующие примеры являются иллюстративными, но не ограничивающими примерами способов и композиций согласно настоящему изобретению. Другие подходящие модификации и адаптации различных условий и параметров, обычно встречаемые в данной области техники, и которые являются очевидными специалистам в данной области техники, находятся в рамках объема и сущности настоящего изобретения. Все патенты и публикации, цитируемые в настоящем документе, полностью включены в него посредством ссылки.

Примеры

Приготавливали полностью готовые к использованию композиции смазочного масла, содержащие общепринятые присадки, и измеряли число случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах со смазочными композициями. Каждая композиция смазочного масла содержала основное количество базового масла, базовый общепринятый пакет дисперсанта-ингибитора (DI) и увеличитель(и) индекса вязкости, где базовый пакет DI (за вычетом увеличителя индекса вязкости) составлял от приблизительно 8 до 12 масс.% массы композиции смазочного масла. Базовый пакет DI содержал общепринятые количества дисперсанта(ов), противоизносной(ых) присадки(ок), противопенной(ых) присадки(ок) и антиоксиданта(ов), как указано в таблице 3 ниже. А именно, базовый пакет DI содержал сукцинимидный дисперсант, борированный сукцинимидный дисперсант, молибденсодержащее соединение в количестве, обеспечивающем приблизительно 80 ppm молибдена в композиции смазочного масла, органический модификатор трения, один или более антиоксидантов и одну или более противоизносных присадок (если не указано иное). Базовый пакет DI был также смешан с от приблизительно 5 до приблизительно 10 масс.% одного или более увеличителей индекса вязкости. Базовое масло I группы было использовано в качестве разбавителя. Основное количество базового масла (от приблизительно 78 до приблизительно 87 масс.%) представляло собой базовое масло III группы. Изменявшиеся компоненты указаны в таблице и обсуждении примеров ниже. Все перечисленные

значения представляют собой массовые содержания компонентов в композиции смазочного масла (т.е. активный ингредиент и разбавляющее масло, при его наличии), если специально не указано иное.

Таблица 3. Композиция базового пакета DI

Компонент	масс. %
Антиоксидант(ы)	от 0,5 до 2,5
Противоизносный(ые) присадки(и), включая любой дигидрокарбилдитиофосфат металла	от 0,7 до 5,0
Противопенная(ые) присадка(и)	от 0,001 до 0,01
Моющая(ие) присадка(и)*	0,0
Дисперсант(ы)	от 2,0 до 6,0
Металлсодержащий(ие) модификатор(ы) трения	от 0,05 до 1,25
Не содержащий(ие) металл модификатор(ы) трения	от 0,01 до 0,5
Депрессант(ы), понижающий(ие) температуру застывания	от 0,05 до 0,5
Технологическое масло	от 0,25 до 1,0

*Количество моющей присадки различалось в следующих экспериментах, поэтому для целей составления основы количество моющей присадки принято за ноль.

Число случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах (LSPI) измеряли на 4-цилиндровом бензиновом двигателе GM Ecotec с прямым зажиганием (GDI) объемом 2,0 литра. Один полный тест LSPI с работающим двигателем состоял из 4 циклов теста. В каждом цикле теста повторяли две стадии или сегмента работы для того, чтобы вызвать случаи LSPI. На стадии А, где вероятность возникновения LSPI наибольшая, двигатель работал при приблизительно 2000 об/мин и со средним эффективным тормозным давлением (BMEP) приблизительно 18000 кПа. На стадии В, когда вероятность возникновения LSPI мала, двигатель работал при приблизительно 1500 об/мин и с BMEP приблизительно 17000 кПа. Для каждой стадии данные собирали за 25000 циклов работы двигателя. Структура тестового цикла представляла собой следующую: стадия А – стадия А – стадия В – стадия В – стадия А – стадия А. Каждая стадия была отделена периодом работы на низких оборотах. Поскольку LSPI являются статистически значимыми во время стадии А, данные по числу случаев LSPI, рассматриваемые в настоящих примерах, включают только LSPI, произошедшие во время работы на стадии А. Следовательно, для одного полного теста LSPI с работающим двигателем обычно получали данные за более чем 16 стадий и использовали для оценки работы сравнительных масел и масел согласно изобретению.

Случаи LSPI определяли путем наблюдения за максимальным давлением в цилиндрах (PP), и при сгорании 2% топлива в камере сгорания (MFB02). Пороговое значение максимального давления в цилиндрах рассчитывали для каждого цилиндра, и для каждой из стадий оно, как правило, составляло от 65000 до 85000 кПа. Пороговое значение MFB02 рассчитывали для каждого цилиндра, и для каждой из стадий оно, как правило, составляло от приблизительно 30 до приблизительно 7.5 степени угла поворота коленвала (CAD) относительно верхней мертвой точки (ATDC). LSPI регистрировали при преодолении пороговых значений как PP, так и MFB02 за один цикл работы двигателя. Случаи LSPI можно регистрировать множеством разных способов. Для того, чтобы устранить неопределенность при регистрации числа случаев за циклы работы двигателя, где различные тесты с работающим двигателем могут быть проведены с различным числом циклов работы двигателя, относительное число случаев LSPI для сравнительных масел и масел по изобретению регистрировали как «отношение LSPI». Таким образом ясно демонстрируется улучшение по сравнению с определенным стандартным ответом.

Все контрольные масла представляли собой коммерчески доступные масла для двигателей, удовлетворявшие всем требованиям рабочих характеристик согласно ILSAC GF-5, включая прохождение теста TEOST 33, обсуждаемого ниже.

В следующих примерах тестировали комбинации сверхосновной кальциевой моющей присадки и нейтральной/низкоосновной кальциевой моющей присадки вместе с базовым составом. Отношение LSPI регистрировали как отношение числа случаев LSPI тестируемого масла относительно числа случаев LSPI контрольного масла «R-1». R-1 представляло собой композицию смазочного масла, составленную из базового пакета DI и сверхосновной кальцийсодержащей моющей присадки в количестве, обеспечивающем приблизительно 2400 ppm Ca в композиции смазочного масла. Более подробная информация о составе R-1 приведена ниже. Существенное уменьшение LSPI устанавливают при снижении числа случаев LSPI более чем на 50% по сравнению с R-1 (отношение LSPI менее 0,5). Еще большее уменьшение LSPI устанавливают при снижении числа случаев LSPI более чем на 70% (отношение LSPI менее 0,3), и еще большее уменьшение LSPI устанавливают при снижении числа случаев LSPI более чем на 75% (отношение LSPI менее 0,25), и еще большее уменьшение LSPI устанавливают при снижении числа случаев LSPI более чем на 80% по сравнению с R-1 (отношение LSPI менее 0,20), и еще большее уменьшение LSPI устанавливают при снижении числа случаев LSPI более чем на 90% по сравнению с R-1 (отношение LSPI менее 0,10). Следовательно, отношение LSPI для контрольного масла R-1 принимается за 1,00.

Тест TEOST-33 является стендовым тестом, который может использоваться для оценки окислительного разложения и/или термического коксования масла для двигателя. Согласно тесту используют приблизительно 100 мл тестируемого масла в тесте из 12 циклов за 2 часа. Тест приводит к массовому окислению масла (приблизительно 100 грамм) в полном нагреваемом стержне (стержень для отложений в TEOST), на котором за время теста будут накапливаться отложения. Тестируемое масло течет через стержень со скоростью приблизительно 0,5 грамм в минуту, при этом тестируемый образец проходит 12 циклов при температуре 200-480 °C. Измеряемым параметром работы является общее количество отложений. Общее количество отложений представляет собой сумму отложений на стержне и отложений в масле, удаленных фильтрацией. Большее количество измеренных отложений указывает на худшие характеристики композиции присадок. В частности, тестируемое масло, имеющее прибавку массы 30 мг или менее, проходит тест TEOST 33.

Измерения TBN, приведенные в таблицах ниже, были основаны на ASTM D2896. Измерения TBN были использованы для определения отношения общего количества металла в ммоль: TBN полностью готовой к использованию иллюстративной жидкости в таблице 4 ниже.

Таблица 4

Компонент	R-1	R-2	C-1	C-2	C-3	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5
CO сульфонат Ca, ppm по массе Ca (TBN = 300 мг КОН/г)	2400		1600	1100	0	1625	1375	1200	1500	1450
НО/Н сульфонат Ca, ppm по массе Ca (TBN = 45 мг КОН/г)	0		0	0	0	125	125	500		
НО/Н фенолят Ca, ppm по массе Ca (TBN = 150 мг КОН/г)									125	
НО/Н сульфонат Na, ppm по массе Na (TBN < 5 мг КОН/г)										91
Общее количество Ca,	2400	2300*	1600	1100	0	1750	1500	1700	1625	1450

ppm по массе										
Отношение LSPI	1,00	1,38	0,22	0,05	0	0,19	0,15	0,06	0,25	0,35
TEOST 33, общее количество отложений в мг	Прой-ден	Прой-ден	Не прой-ден	Не прой-ден	Не прой-ден	Прой-ден	Пройден	Пройден	Пройден	Пройден
Отношение общего количества металла в ммоль: TBN смазочного масла	8,0	8,6	7,9	8,2	2,3	8,2	8,2	9,0	8,1	7,9
Отношение ppm Ca из HO/H к ppm Ca из OB	0		0	0	0	0,08	0,09	0,4	0,08	

*Измерение значения с помощью анализа ICP (с индуктивно-связанной плазмой)

Коммерчески доступные масла R-1 и R-2 включены в качестве контрольных масел для демонстрации текущего уровня техники. Контрольное масло R-1 было составлено из 80,7 масс.% базового масла III группы, 12,1 масс.% пакета присадок PCMO HiTEC® 11150, продаваемого компанией Afton Chemical Corporation, и 7,2 масс.% увеличителя индекса вязкости 35 SSI, представляющего собой сополимер этилен-пропилена. Пакет присадок для применений в моторных маслах для легковых автомобилей HiTEC® 11150 представляет собой пакет DI, сертифицированный API SN, ILSAC-GF-5, и ACEA A5/B5. R-1 также характеризовалось следующими свойствами и частичным элементным составом:

Контрольное масло R-1

10,9	Кинематическая вязкость при 100°C, (мм/с)
3,3	TBS (имитатор конического подшипника), условная вязкость, сПа
2438	кальций (ppm по массе)
< 10	магний (ppm по массе)
80	молибден (ppm по массе)
772	фосфор (ppm по массе)
855	цинк (ppm по массе)
9,0	Общее щелочное число ASTM D-2896 (мг КОН/г)
165	Индекс вязкости

R-2 содержит только кальцийсодержащие моющие присадки с большим содержанием кальция, чем тестируемые масла согласно изобретению. R-1 и R-2 удовлетворяют всем требованиям рабочих характеристик согласно ILSAC GF-5 и, как таковые, могут пройти стендовый тест на окисление TEOST-33. Сравнительные примеры C-1, C-2, C-3 и C-4 не являются коммерчески доступными жидкостями, а разработаны для демонстрации технических проблем, с которыми сталкиваются специалисты в данной области техники при модификации системы моющих присадок для удовлетворения необходимым рабочим характеристикам по LSPI.

Как показано в таблице 4, было отмечено существенное уменьшение LSPI в случае, когда количество кальция из сверхосновной («CO») моющей присадки было снижено от приблизительно 2400 до приблизительно 1600 ppm кальция. Для R-1 по сравнению с C-1 отношение LSPI было снижено на приблизительно 78%, но прохождение теста TEOST-33 ухудшилось с прохождения до не прохождения при снижении содержания кальция. При дальнейшем снижении количества кальция из CO-моющей присадки до 1100 ppm (C-2), отношение LSPI уменьшается даже еще больше; однако прохождение теста TEOST-33 при таком содержании кальция все еще является плохим. В C-3 система моющих присадок полностью исключена для того, чтобы продемонстрировать, что в отсутствие моющей присадки LSPI уменьшается на 100%. Однако вновь приходится жертвовать прохождением теста TEOST 33. В примере I-5 вместо низкоосновного сульфоната кальция, используемого в примерах согласно изобретению I-1, I-2, I-3 и I-

4, использован низкоосновный сульфонат натрия, и данный пример демонстрирует, что путем использования натрийсодержащей низкоосновной/нейтральной моющей присадки вместо кальцийсодержащей низкоосновной/нейтральной моющей присадки можно добиться значительного снижения отношения LSPI.

5 Неожиданное уменьшение LSPI может быть получено путем объединения низкоосновной или нейтральной («НО/Н») кальциевой моющей присадки (с I-1 по I-4) с СО кальциевой моющей присадкой, при этом не приходится жертвовать прохождением
10 стендового теста на окисление TEOST-33. Пример согласно изобретению I-1 проходит тест TEOST-33, обеспечивая при этом более существенное уменьшение числа случаев LSPI при снижении отношения LSPI почти на 81 % по сравнению с R-1. Примеры согласно изобретению I-2 и I-3 обеспечивают даже большее снижение отношения LSPI в отсутствие
15 ухудшения прохождения теста TEOST-33. Пример I-4 демонстрирует использование НО/Н фенолята кальция вместо НО/Н сульфоната кальция. I-4 также демонстрирует существенное уменьшение отношения LSPI, а также прохождение теста TEOST 33. Примеры, представленные в таблице 4, ясно демонстрируют, что количество кальция
20 из СО кальциевой моющей присадки может поддерживаться на более высоком уровне путем добавления дополнительного количества кальция из НО/Н кальциевой моющей присадки, при этом по-прежнему обеспечивая прохождение теста TEOST 33 и обеспечивая существенное снижение отношения LSPI. Кроме того, неожиданно, результаты, полученные в тесте TEOST 33, могут быть улучшены даже в отсутствие
25 больших количеств СО кальциевой моющей присадки. В действительности, частичная замена СО кальциевой моющей присадки НО/Н кальциевой моющей присадкой неожиданно и удивительно улучшило результаты теста TEOST 33, при этом также обеспечивая снижение отношения LSPI.

Настоящие данные демонстрируют, что частичная замена СО сульфоната Са НО/Н сульфонатом Са в количестве более 8 % НО/Н сульфоната Са относительно общего
30 количества моющей присадки обеспечивает уменьшение LSPI, поддерживая при этом прохождение теста TEOST 33.

В ряде различных мест в настоящем описании приводятся ссылки на ряд патентов США и другие документы. Все такие цитируемые документы явно полностью включены
35 в настоящее описание, как если бы они полностью в нем содержались.

Другие варианты осуществления настоящего изобретения будут очевидны специалистам в данной области техники после изучения описания и практического
40 осуществления раскрытых в настоящем документе вариантов осуществления. При использовании в тексте описания и формулы изобретения «один» и/или «одни» может относиться к одному или более чем одному. Если не указано иное, все числа, выражающие количества ингредиентов, свойства, такие как молекулярная масса, проценты, отношения, условия реакций и так далее, использованные в описании и формуле
45 изобретения, следует понимать как во всех случаях измененные с помощью термина «приблизительно», вне зависимости от того, присутствует ли термин «приблизительно». Соответственно, если не указано обратное, численные параметры, приведенные в описании и формуле изобретения, представляют собой приближенные величины, которые могут отличаться в зависимости от необходимых свойств согласно настоящему изобретению. По крайней мере, и не рассматривая это как попытку ограничить
50 применение доктрины эквивалентов к объему формулы изобретения, каждый численный параметр следует толковать в свете числа указанных значащих цифр и путем применения обычных методик округления. Несмотря на то, что все числовые диапазоны и параметры, определяющие более широкий объем изобретения, представляют собой

приближенные величины, численные значения, указанные в конкретных примерах, приводятся в как можно более точном виде. Однако любое численное значение неотъемлемо содержит некоторые ошибки, неизбежно возникающие по причине среднеквадратического отклонения их соответствующих средств измерения.

- 5 Предполагается, что описание и примеры следует понимать только как иллюстративные, при этом истинный объем и сущность настоящего изобретения соответствуют прилагаемой формуле изобретения.

- 10 Вышеуказанные варианты осуществления могут быть существенно изменены на практике. Соответственно, не предполагается, что варианты осуществления ограничены конкретными иллюстративными осуществлениями, приведенными выше в настоящем документе. Скорее, вышеуказанные варианты осуществления находятся в объеме и сущности прилагаемой формулы изобретения, включая их эквиваленты, возможные по закону.

- 15 Заявители не предполагают передачу любых из раскрытых вариантов осуществления общественности, и в той степени, в которой любые раскрытые модификации или изменения не могут буквально попасть в объем формулы изобретения, они считаются ее частью согласно доктрине эквивалентов.

- 20 Следует понимать, что каждый компонент, соединение, заместитель или параметр, раскрытый в настоящем документе, должен интерпретироваться как раскрытый отдельно или в комбинации с одним или более из всех других компонентов, соединений, заместителей или параметров, раскрытых в настоящем документе.

- 25 Следует также понимать, что каждое количество/значение или диапазон количеств/значений для каждого компонента, соединения, заместителя или параметра, раскрытых в настоящем документе, должно интерпретироваться как также раскрытое в комбинации в количеством/значением или диапазоном количеств/значений для каждого другого компонента(ов), соединения(ий), заместителя(ей) или параметра(ов), раскрытых в настоящем документе, и что любая комбинация количеств/значений или диапазон количеств/значений для двух или более компонентов, соединений, заместителей или параметров, раскрытых в настоящем документе, являются, таким образом, раскрытыми
- 30 в комбинации друг с другом в целях данного описания.

Следует также понимать, что каждый диапазон, раскрытый в настоящем описании, должен интерпретироваться как раскрытие каждого конкретного значения в раскрытом диапазоне, имеющего такое же количество значащих цифр. Следовательно, диапазон от 1 до 4 следует понимать как прямое раскрытие значений 1, 2, 3 и 4.

- 35 Следует также понимать, что каждая нижняя граница каждого диапазона, раскрытого в настоящем описании, должна интерпретироваться как раскрытая в комбинации с каждой верхней границей каждого диапазона и каждым конкретным значением каждого диапазона, раскрытого в настоящем описании, для одного и того же компонента, соединения, заместителя или параметра. Следовательно, настоящее раскрытие должно
- 40 интерпретироваться как раскрытие всех диапазонов, полученных комбинированием каждой нижней границы каждого диапазона с каждой верхней границей каждого диапазона, или с каждым конкретным значением каждого диапазона, или комбинированием каждой верхней границы каждого диапазона с каждым конкретным значением каждого диапазона.

- 45 Более того, конкретные количества/величины компонента, соединения, заместителя или параметра, раскрытые в описании или в примере, должны интерпретироваться как раскрытие любой из верхней или нижней границы диапазона и, следовательно, могут быть скомбинированы с любой другой верхней или нижней границей диапазона или

конкретным количеством/значением для одного и того же компонента, соединения, заместителя или параметра, раскрытого где-либо еще в заявке, с получением диапазона для этого компонента, соединения, заместителя или параметра.

(57) Формула изобретения

1. Композиция смазочного масла для уменьшения преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах, содержащая:

более 50 масс.% базового масла, выбранного из группы, состоящей из базового масла I группы, базового масла II группы, базового масла III группы, базового масла IV группы, базового масла V группы и их смесей;

от 0,3 до 15 масс.% сверхосновной кальцийсодержащей моющей присадки с общим щелочным числом от 225 до 400 мг КОН/г, измеренным способом согласно ASTM D-2896, и

от 0,2 до 15 масс.% низкоосновной/нейтральной кальцийсодержащей моющей присадки с общим щелочным числом вплоть от 45 до 175 мг КОН/г, измеренным способом согласно ASTM D-2896,

причем общее количество кальция из сверхосновной кальцийсодержащей и низкоосновной/нейтральной кальцийсодержащей моющей присадки составляет от более 1100 ppm по массе до менее 2400 ppm по массе относительно общей массы композиции смазочного масла;

общее количество кальция из сверхосновной кальцийсодержащей моющей присадки составляет от 900 до 1800 ppm по массе относительно общей массы композиции смазочного масла; и

отношение количества кальция в ppm по массе, обеспеченного в композиции смазочного масла из низкоосновной/нейтральной кальцийсодержащей моющей присадки, к количеству кальция в ppm по массе, обеспеченному в композиции смазочного масла из сверхосновной кальцийсодержащей моющей присадки, составляет от 0,08 до 0,4.

2. Композиция смазочного масла по п. 1, где сверхосновная кальцийсодержащая моющая присадка содержит соединение, выбранное из моющей присадки сверхосновного сульфоната кальция и моющей присадки сверхосновного фенолята кальция.

3. Композиция смазочного масла по любому из пп. 1, 2, где снижение числа случаев LSPI представляет собой снижение на 75% или более, и число случаев LSPI представляет собой количество LSPI за 25000 циклов работы двигателя, где двигатель работает при 2000 оборотах в минуту со средним эффективным тормозным давлением 18000 кПа.

4. Композиция смазочного масла по п. 1, где низкоосновная/нейтральная кальцийсодержащая моющая присадка содержит моющую присадку, выбранную из группы, состоящей из моющей присадки сульфоната кальция и моющей присадки фенолята кальция.

5. Композиция смазочного масла по любому из пп. 1-4, имеющая отношение общего количества металлов в ммоль в композиции смазочного масла к общему щелочному числу композиции смазочного масла, составляющее от более 4,5 до 10,0.

6. Композиция смазочного масла по любому из пп. 1-5, обладающая достаточной эффективностью для прохождения стендового теста на окисление TEOST 33.

7. Композиция смазочного масла по любому из пп. 1-6, дополнительно содержащая один или более компонентов, выбранных из группы, состоящей из модификаторов трения, противоизносных агентов, дисперсантов, антиоксидантов и увеличителей индекса вязкости.

8. Композиция смазочного масла по любому из пп. 1-7, где более 50 масс.% базового

масла отличается от разбавляющих масел, являющихся результатом включения в композицию присадочных компонентов или увеличителей индекса вязкости.

9. Композиция смазочного масла по любому из пп. 1-8, где отношение общего количества металлов в ммоль в композиции смазочного масла к общему основному числу композиции смазочного масла составляет от более 8 до менее 10, и композиция смазочного масла содержит по меньшей мере 0,25 масс.% низкоосновной/нейтральной кальцийсодержащей моющей присадки.

10. Композиция смазочного масла по любому из пп. 1-9, где общее количество кальция в композиции смазочного масла из одной или более сверхосновных моющих присадок составляет от 1100 ppm по массе до 1800 ppm по массе относительно общей массы композиции смазочного масла.

11. Композиция смазочного масла по любому из пп. 1-10, где общее количество кальция в композиции смазочного масла из одной или более низкоосновных/нейтральных кальцийсодержащих моющих присадок составляет от 50 ppm по массе до 1000 ppm по массе относительно общей массы композиции смазочного масла.

12. Композиция смазочного масла по любому из пп. 1-11, эффективная для снижения числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе внутреннего сгорания с наддувом, смазанном композицией смазочного масла, относительно числа случаев преждевременного воспламенения смеси в этом же двигателе, смазанном контрольным смазочным маслом R-1.

13. Способ снижения числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе внутреннего сгорания с наддувом, включающий:

смазывание двигателя внутреннего сгорания с наддувом композицией смазочного масла по любому из пп. 1-5 и 7-12, и

осуществление работы двигателя, смазанного композицией смазочного масла.

14. Способ по п. 13, где число случаев LSPI основано на количестве LSPI за 25000 циклов работы двигателя, где двигатель работает при 2000 оборотах в минуту (об/мин) со средним эффективным тормозным давлением (ВМЕР) 18000 кПа, и число случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе внутреннего сгорания с наддувом, смазанном композицией смазочного масла, снижено относительно числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в этом же двигателе, смазанном контрольным смазочным маслом R-1.

15. Способ по любому из пп. 13, 14, где на стадии смазывания смазывают камеру внутреннего сгорания или стенки цилиндра двигателя с прямым впрыском с искровым зажиганием или двигателя внутреннего сгорания с системой распределенного впрыска, снабженного турбонаддувом или нагнетателем.

16. Способ по любому из пп. 13-15, дополнительно включающий стадию измерения числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе внутреннего сгорания, смазанном композицией смазочного масла.

17. Применение композиции смазочного масла по любому из пп. 1-12 для снижения числа случаев преждевременного воспламенения смеси при низких оборотах в двигателе внутреннего сгорания с наддувом.