



UKRAINE

(19) **UA** (11) **115878** (13) **C2**
(51) МПК (2017.01)
C07F 7/18 (2006.01)
C10M 139/00
C10M 139/04 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

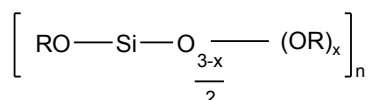
(21) Номер заявки: **a 2015 01269**
(22) Дата подання заявки: **16.02.2015**
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: **10.01.2018**
(41) Offenlegungstag: **25.08.2016, Бюл.№ 16**
(46) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **10.01.2018, Бюл.№ 1**

(72) Erfinder:
Кузьменко Микола Якович (UA),
Кузьменко Олексій Миколайович (UA)
(73) Patentinhaber:
Кузьменко Микола Якович,
вул. Річкова, 4, м. Дніпропетровськ, 49019 (UA)
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
Эрих В. Н. Химия и технология нефти и газа / В. Н. Эрих, М. Г. Расина, М. Г. Рудин; "Химия", Изд. 2-е, 1977. – С. 102-103.
Гурвич С. М. Справочник химика-энергетика / С. М. Гурвич. - Том 2. - Изд. 2-е, 1972. – С. 234.
ГОСТ 18179-72. Смазка ОКБ-122-7. Дата введення 01.01.1974. – 7 стор. - (Межгосударственный стандарт)
Анисимов И. Г. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости.
Ассортимент и применение: Справочник / И. Г. Анисимов, К. М. Бадыштова, С. А. Бнатов [та ін.]. - Изд. 2-е, 1999, - С. 225, 231.
Баратов А. Н. Пожарная безопасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности. Справочник / А. Н. Баратов, М. Г. Годжелло, М. Н. Колганова [та ін.], 1970
GB 814200 A, 03.06.1959

(54) ANWENDUNG VON SILICIUMORGANISCHEN ETHEREN ALS ADDITIVEN IN MINERALISCHEN UND SYNTHETISCHEN ÖLEN

(57) Реферат:

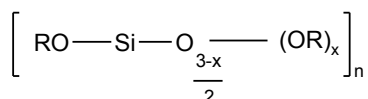
Die Erfindung betrifft eine Anwendung von siliciumorganischen Etheren mit allgemeiner Formel:



wo: RO - Rückstand des niedrigmolekularen aliphatischen Alkohols der Reihe C₁-C₄ oder teilweise (-OH); x=3-0,3; n=1-25, einzeln und/oder in einer Mischung als Additiven zu mineralischen und synthetischen Ölen für Verbrennungsmotoren.

UA 115878 C2

Die Erfindung betrifft die Ölraffinerieindustrie, nämlich siliciumorganische Verbindungen mit



wo: RO- Rückstand des niedrigmolekularen aliphatischen Alkohols der Reihe $\text{C}_1 \div \text{C}_4$ oder teilweise (-OH); $x=3 \div 0,3$; $n=1 \div 25$,
 5 die einzeln und/oder in einer Mischung als Additive zu mineralischen und synthetischen Ölen für Verbrennungsmotoren verwendet werden.

Die Verwendung von Methylphenylsiloxanen mit einer kinematischen Viskosität bei 25 °C von 20-3000 St und Öllöslichkeit bis zu 50 g/l bei 25 °C als Additiven gegen Riefenbildung in mineralischen
 10 Ölen in einer Menge von 10-11 Gew.% ist bekannt. [US-Pat. USA № 4049563, C 10 M 1/20 заявл. 12.05.75 опубл. 20.09.77. Масла для реактивных двигателей, содержащие противозадирную присадку. Burrous M.I.; РЖХим, 1978, 7П263П].

Jedoch behindern die hohe Viskosität der Ausgangsverbindungen, die geringe Öllöslichkeit und vor allem die hohe Kosten pro Masseneinheit aufgrund der Komplexität der Technologie eine breite
 15 Verwendung.

Auch bekannt ist ein Schmiermittel [A.c. UdSSR № 652209, C 10 M 7/48. Смазочный материал Худобян Ю.И., Харитонов Н.П., Зайченко В.П., Проскуряков В.А., Абрамзон А.А.// Заявка № 2549580, заявл. 01.12.1977, опубл. 16.07.1979. - РЖХим, 1979, 2П7279П], im welchen für die
 20 Verbesserung der Antifriktionseigenschaften werden Polyalkylhydrosiloxan (POS) als Additiv, Lösungsmittel und zusätzlich siliciumorganische Verbindung mit allgemeiner Formel verwendet:

$\text{R, R', R''Si}(\text{CH}_2)_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3 \text{ (I)}$,

wo: R, R', R'' - Alkyle $\text{C}_1 \div \text{C}_{12}$,

mit folgender Komponentenverhältnis, in Gew. %:

POS 2,9 ÷ 3,0;

I 0,01 ÷ 0,1;

Lösungsmittel Rest.

25 Dabei wird das Produkt I durch Reaktion von Tetraethoxysilan, Vinyltriethoxysilan [$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$] mit Triorganosilanen der Formel: R, R'R''SiH mit $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ in Isopropanol gewonnen.

Der Nachteil solcher Additive sind die sehr hohen Kosten pro Masseneinheit, was wird durch mehrstufige Herstellung sowohl der Ausgangsverbindungen als auch von Vinyltriethoxysilan sowie Triorganosilan, ihre sehr geringen Ausbeuten bei diesen Reaktionen und die Notwendigkeit einer
 30 Vakuumdestillation verursacht. Darüber hinaus wird bei der Herstellung des Produkts der Formel I eine Lösung von Platin-Salzsäure in Isopropanol als Katalysator verwendet, die selbst um ein Vielfaches teurer als Gold ist.

All dies schränkt die Verwendung solcher Additive in mineralischen und synthetischen Ölen stark ein. Die der Erfindung am nächsten liegende im technischen Sinne und bei der erreichten Wirkung ist
 35 [A.c. UdSSR № 225043, C 07 F 7/18. Способ получения кремнийорганических сложных эфиров/ Susin M.// заявл. 20.05.1982, опубл. 15.02.1986. - РЖХим, 1986, 19Н176П], welches ein Verfahren zum Gewinnen von siliciumorganischen Verbindungen der allgemeinen Formel beschreibt:

$\text{PhSi}(\text{OR})(\text{OR}')(\text{OR}'')$,

wo: R, R', R'' - Alkyle $\text{C}_8 \div \text{C}_{20}$,

40 durch Reaktion PhSiCl_3 mit einwertigen Alkoholen der Reihe $\text{C}_8 \div \text{C}_{20}$.

Solche Zielverbindungen werden als Additive zu mineralischen und synthetischen Ölen verwendet [PROTOTYP].

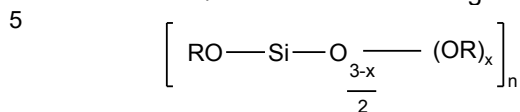
Der Nachteil des PROTOTYPS ist die mehrstufige Herstellung von Verbindungen des beanspruchten Typs, kleine Ausbeute des Zielprodukts, die mit seiner Hydrolyse durch Feuchtigkeit
 45 sowohl im Stadium der Synthese als auch im Stadium der Filtration aus dem Salz von Chlorwasserstoff mit dem verwendeten Akzeptor, sowie bei Vakuumdestillation bei sehr hohen Temperaturen.

Außerdem Beteiligung an der Ethersynthese PhSiCl_3 von hochmolekularen einwertigen Alkoholen mit der Länge des Kohlenwasserstoffradikals in solchen Alkoholen über C_5 lässt durch Destillation
 50 keine reinen Einzelverbindungen erhalten, weil diese durch Vakuumdestillation nicht erhalten werden können (gleichzeitig wird ihre Zerstörung stattfinden).

Höchstwahrscheinlich ist im PROTOTYP eine Mischung deklariert, in welcher zusammen mit einem Zielprodukt gleichzeitig so wie Reste der hochmolekularen Alkoholen, als auch hochmolekulare Produkte der partiellen hydrolytischen Kondensation der Zielverbindung sich befinden (über $\equiv \text{Si-OR}$ Gruppen).

All dies schränkt die weit verbreitete Verwendung solcher Phenylalkoxysilane stark ein. Das Ziel der Erfindung ist es, ein solches Additiv in mineralischen und synthetischen Ölen zu entwickeln, das industrielle Basis hätte, aus billigeren Rohstoffen durch eine einfachere Technologie hergestellt werden könnte, und vor allem die Eigenschaften gegen Riefenbildung signifikant zu verbessern, Reibungskoeffizient und Verschleiß zu erniedrigen könnte.

Das Problem wird damit gelöst, dass als Additiv in mineralischen und synthetischen Ölen wird einzeln und/oder in einer Mischung siliciumorganische Ether der allgemeinen Formel benutzt:



wo: RO- Rückstand des niedrigmolekularen aliphatischen Alkohols der Reihe $\text{C}_1\div\text{C}_4$ oder teilweise (-OH); $x=3\div 0,3$; $n=1\div 25$.

Ein charakteristisches Merkmal der Erfindung im Vergleich zum PROTOTYP ist die Verwendung von siliciumorganischen Verbindungen der beanspruchten Formel, die: keine hitzebeständige aromatische oder andere Radikale beim Siliciumatom aufweisen; aus günstigeren Rohstoffen mithilfe der einfacheren Technologie gewonnen werden; industriell großflächig hergestellt werden.

Die beanspruchte Reihe von Verbindungen ist in mineralischen und synthetischen Ölen oder Schmiermitteln auf molekularer Ebene gut löslich. Dabei werden homogene, zeitstabile, transparente Gemische gebildet.

Wenn die Alkoxyradikale am Siliziumatom als Teil eines dünnen Films an Kolbenringe oder an Zylinderwände in eine Verbrennungszone vom Kraftstoff gelangen (oder an juvenilen Reibungsstellen) bei Temperaturen weit über 350°C , werden sie zerstört und zusammen mit dem Brennstoff vollständig verbrannt. Aerosol der Kieselsäure $[\text{Si}(\text{OH})_4]$ oder hochmolekulare Produkte seiner Kondensation oder ähnliche Verbindungen mit einem ungepaarten Elektron beim Siliziumatom adsorbieren sich an den Zylinderwänden oder an den Kolbenringen (oder an der juvenilen Stellen, an denen die Temperatur von $500\text{--}600^\circ\text{C}$ erreicht wird), reagieren mit Eisen und bilden eine dünne Schicht aus härterem, mehr temperatur- und verschleißbeständigen Ferrosilikaten. Dabei werden die Eigenschaften gegen Riefenbildung verbessert, Reibungskoeffizient und Verschleiß erniedrigt.

Was die Verbindungen vom PROTOTYP angeht, verlaufen da bei den gleichen Bedingungen mit der Alkoxygruppen in der Struktur von drei(Alkoxy)phenylsilan die gleichen Prozesse, wie mit Alkoxygruppen in der beanspruchten technischen Lösung.

Mit zunehmender Länge des Fettalkoxyradikals (mehr als 8 Kohlenstoffatome in der Kette) wird jedoch die Geschwindigkeit ihrer vollständigen Verbrennung abnehmen und die Wahrscheinlichkeit einer Karbonisierung (Aufkohlung) von Zylinderwänden und Kolbenringen mit Kohlenstoff steigen, was zu einer Abnahme der Härte ihrer oberflächlichen Schichten führt und die Kompression (Motorleistung) reduziert.

Dieses negative Phänomen wird weiter verstärkt, weil die Phenylgruppe in Silizium eine hohe Hitzebeständigkeit hat (bis zu $600\text{--}650^\circ\text{C}$) und ihre vollständige Zerstörung und Verbrennung nicht garantiert ist; stattdessen nimmt der Koksanteil zu, was sich wiederum negativ auf die Karbonisierung der Zylinderwände und Motorkolbenringe mit den oben genannten Folgen auswirkt.

Die beanspruchte Reihe von Verbindungen wird im industriellen Maßstab in großen Mengen hergestellt und in Instrumenten-, Maschinenbau-, Elektro- und Funkindustrie, Medizin und Alltag als Bindeglied für anorganische Zusammensetzungen, zur Hydrophobierung von Baustoffen und Aufbauten, als Niedertemperaturöl in Geräten eingesetzt [Хананашвили Л.М. Технология элементоорганических мономеров и полимеров/ Л.М. Хананашвили, К.Л. Андрианов// -М.: Химия. - 1983, - 416 с].

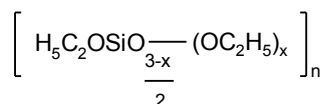
Die Gesamtheit aller deklarierten Merkmale erlaubt es, im Vergleich mit PROTOTYP, mineralischen und synthetischen Ölen die Eigenschaften gegen Riefenbildung zu verbessern, Reibungskoeffizient und Verschleiß zu erniedrigen, was dazu beiträgt, die Motorleistung zu erhöhen und Motorgesamtlaufzeit (Haltbarkeit) zu verlängern.

Die Verwendung solcher Verbindungen als Additiven in mineralischen und synthetischen Ölen aus periodischen technischen Literatur ist nicht bekannt.

Die beanspruchte technische Lösung wird anhand von Beispielen veranschaulicht. Als Beispiel für Ausgangsverbindungen, die als Additive zu mineralischen und synthetischen Ölen benutzt werden:

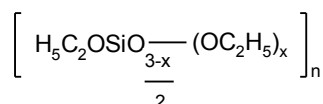
Tetraethoxysilan	(TEOS),	Formel	$\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$,	TY 6-02-895-86 mit	folgenden
Eigenschaften:	мол.	m.=208,16;	Gew. % $(-\text{OC}_2\text{H}_5)=86,85$;	$n_D^{20}=1,3852$;	
			$d_4^{20}=833\text{kg/m}^3$; $T_{\text{сид.}}=166,5^\circ\text{C}$;		
Tetrabutoxysilan	(TBS),	Formel	$\text{Si}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$,	TY 14П-866-68 mit	folgenden
Eigenschaften:	Gew. %	$(-\text{OC}_4\text{H}_9)=91,20$;	$n_D^{20}=1,431$;	$d_4^{20}=913\text{kg/m}^3$;	$T_{\text{сид.}}=173,0^\circ\text{C}/20\text{ mmHg}$;

етилсилікат-32 (ЭС-32), продукт гідролітичної етерифікації SiCl_4 в етиловому спирті з добавкою води, загальної формули:



- по ТУ 6-02-895-78 з характеристиками: зовнішній вигляд - прозора, слабо-жовта ледь зафарбована рідина, інколи з опалесценцією; $d_4^{20}=1038,0 \text{ кг/м}^3$; в'язкість при 20°C - 1,56 сСт; вміст кремнію в перерахунку на SiO_2 -32 мас. %; вміст етоксигруп - 77,5 мас. %;

етилсилікат-40 (ЭС-40), продукт гідролітичної етерифікації SiCl_4 в етиловому спирті більш низької концентрації, ніж при виробництві Етилсилікату-32, загальної формули:



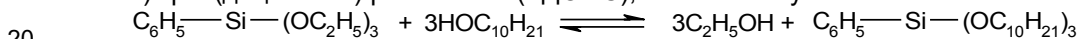
- по ГОСТ 26371-84, виробництва ГП "Кремнийполімер" м. Запоріжжя, з характеристиками: зовнішній вигляд - прозора, слабо-жовта ледь зафарбована рідина, з ледь помітним запахом спирту; $d_4^{20}=1050,0 \text{ кг/м}^3$; $n_D^{20}=1,3954$; вміст етоксигруп - 70,4 мас. %;

Як приклад мінеральної олії використовують мінеральну олію марки 1-40 (ГОСТ 17479.4-87), яку дуже широко використовують як в автотранспорті, так і в промисловості.

- Як приклад синтетичної олії використовують синтетичну олію марки ВНИИ МП 50-1-4Ф, ГОСТ 13076-86.

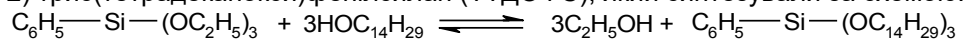
Як приклад добавки в мінеральні та синтетичні олії по ПРОТОТИПУ використовували дві сполуки:

1) трис(децилокси)фенілсилан (ТДОФС), який синтезували за схемою:



з характеристиками: $n_D^{20}=1,4606$; $d_4^{20}=881 \text{ кг/м}^3$; мол. м. - обчислено 579,42; знайдено - 572,00;

2) трис(тетрадеканоокси)фенілсилан (ТТДОФС), який синтезували за схемою:



- з характеристиками: $n_D^{20}=1,4720$; $d_4^{20}=859 \text{ кг/м}^3$; мол. м. - обчислено - 744,54; знайдено - 738,00.

ПРИКЛАД 1. Синтез трис(децилокси)фенілсилану [формули: $\text{C}_6\text{H}_5\text{Si}(\text{OC}_{10}\text{H}_{21})_3$]

- В чотиригорлий реактор, обладнаний мішалкою, трубою для підводу інертного газу (азоту), прямим охолоджувачем, термометром, завантажують 24,02 г. (0,1 моль) фенілтриетоксисилану; 47,73 г. (0,3 моль) децилового спирту та додають 5 крапель тетрабутокситану, як каталізатора реакції переетерифікації. Реактор продувають азотом і при перемішуванні нагрівають. Відгін побічного продукту реакції (етанолу) спостерігають в межах температур суміші в реакторі від 110 до 125°C . Відігнано 12,91 г. етанолу, що складає 93,5 мас. % від теоретично обчисленого. Суміш в реакторі охолоджують до 50°C , додають 12 г абсолютного бензолу (~20 мас. % від цільового продукту), гомогенізують впродовж 5 хвилин і потім в атмосфері азоту знов нагрівають і відганяють азеотроп бензолу з залишками етанолу. На останній стадії суміш вакуумують при температурі 100°C та 5 мм.рт.ст протягом 30 хвилин, до припинення зміни коефіцієнта рефракції цільового продукту.

В реакторі одержано 56,78 г. (98 мас. % від обчисленого) прозорої, олігомерної однорідної рідини, світло-жовтого забарвлення з показниками: $n_D^{20}=1,4606$; $d_4^{20}=881 \text{ кг/м}^3$; мол. м. - обчислено - 579,42; знайдено (з використанням ебуліометра ЕП-68 в бензолі) - 572,00, які притаманні трис(децилокси)фенілсилану.

ПРИКЛАД 2. Синтез трис(тетрадеканоокси)фенілсилану [формули: $\text{C}_6\text{H}_5\text{Si}(\text{OC}_{14}\text{H}_{29})_3$]

- В чотиригорлий реактор, обладнаний мішалкою, трубою для підводу інертного газу (азоту), прямим охолоджувачем, термометром, завантажують 24,02 г. (0,1 моль) фенілтриетоксисилану; 63,94 г. (0,3 моль) тетрадеканового спирту та додають 5 крапель тетрабутокситану, як каталізатору реакції переетерифікації. Реактор продувають азотом і при перемішуванні нагрівають. Відгін побічного продукту реакції (етанолу) спостерігають в межах температур суміші в реакторі від 110 до 125°C . Відігнано 12,52 г етанолу, що складає 90,65 мас. % від теоретично обчисленого. Суміш в реакторі охолоджують до 50°C , додають 15 г. абсолютного бензолу (~20 мас. % від цільового продукту), гомогенізують впродовж 5 хвилин і потім в атмосфері азоту знов нагрівають і відганяють азеотроп бензолу з залишками етанолу, а на

останній стадії вакуумують при температурі 100 °С та 5 мм.рт.ст протягом 30 хвилин до припинення зміни коефіцієнта рефракції цільового продукту.

В реакторі одержано 73,93 г. (99,3 мас. % від обчисленого) прозорої, олігомерної однорідної рідини, світло-жовтого забарвлення з показниками: $n_D^{20}=1,4720$; $d_4^{20}=859$ кг/м³; мол. м. обчислено 744,54; знайдено (з використанням ебуліометра ЕП-68 в бензолі) 738,00, які притаманні трис(тетрадеканоокси)фенілсилану.

В таблиці 1 наведені склади досліджених композицій заявленої низки добавок в мінеральні та синтетичні олії.

В таблиці 2 - характеристики показників, які отримують при використанні в вузлах тертя мінеральних та синтетичних олій з добавками заявленого ряду.

Для полегшення аналізу отриманих даних, номери складів в таблиці 1 і номери характеристик показників, які отримують при використанні в вузлах тертя таких домішок до мінеральних та синтетичних олій табл. 2 - однакові.

Випробування заявленого ряду кремнійорганічних добавок в композиціях мінеральних та синтетичних олій в вузлах тертя виконували на чотирьохпозиційній шарикувій машині тертя при швидкості ковзання - 3 м/с, шлях ковзання - 6 км, на контактних парах:

Ст. 45 (HRC-45) ÷ бронза БР. АЖ-9;

алюмінієвий зразок діаметром 8 мм ÷ сплав алюмінію.

Перемінними факторами були:

природа та концентрація добавки (добавок);
контактний тиск.

При цьому в процесі досліджень вимірювали:

величину зносу (I), мг;

коефіцієнт тертя, Г;

середню температуру олії в зоні тертя;

відмічали режим тертя.

В таблицях 1 та 2:

1. Контактна пара тертя - Ст.45÷бронза Бр.АЖ-9:

досліди 1÷5 являють собою приклади використання як добавки в індустріальну олію І-40 етилсилікату-32 (ЕС-32) в різній кількості. Оптимальні показники досягаються при введенні в індустріальну олію І-40 такої добавки в кількості 0,75 мас. %. В подальшому, при використанні добавки іншої природи в олії, в усіх випадках, додавали 0,75 мас. % і порівнювали характеристики як між собою, так і з ПРОТОТИПОМ, і з базовим складом;

досліди 3, 6÷8 являють собою приклади використання як добавок в індустріальну олію І-40 (при оптимальній кількості 0,75 мас. %) сполук різної природи (в досліді 3 - ЕС-32; в досліді 6 - ТЕС; в досліді 7 - ЕС-40; в досліді 8 - ТБС);

дослід 9 являє собою приклад використання стилікату-32 (ЭС-32) як добавки в синтетичну олію ВНИИ НП 50-1-14Ф;

2. Контактна пара тертя - алюміній÷сплав алюмінію:

досліди 10÷11 являють собою приклади використання як добавки до індустріальної олії І-40 (при оптимальній кількості 0,75 мас. %): ЕС-32 -дослід 10; ТБС - дослід 11.

Аналізуючи наведені в таблиці 2 експериментальні дані бачимо, що в усіх випадках, при використанні як добавок в мінеральні та синтетичні олії заявлюваного ряду сполук, отримуємо більш низькі показники за величиною значення зносу та коефіцієнта тертя. Наприклад:

величина зносу (I, мг) при оптимальній кількості 0,75 мас. % коливається в межах 0,00011÷0,00042 мг проти 0,00039÷0,00047 мг для складів по ПРОТОТИПУ, тобто на 0,00027÷0,00005 мг нижче (або на 69,23÷10,64 % показує більш корисні показники). В порівнянні з базовим зразком - на 81,67÷30,00 % корисні.

Величина коефіцієнта тертя складає 0,0158÷0,0177, тобто на 0,0132÷0,0143 одиниці нижче як у зразка по ПРОТОТИПУ (0,029÷0,032) або на 45,8÷44,7 % корисні показники. В порівнянні з базовим зразком на 69,6÷66,0 % більш корисні.

Крім того, слід підкреслити, що при навантаженні в базовому зразку в вузлі тертя більше 8МПа спостерігається заклинювання, яке не дозволяє використовувати такі склади мастил в важконавантажених умовах. Використовуючи заявлену низку сполук в мастилах, цей показник зростає до 24 МПа.

Враховуючи, одночасно, що заявлюваний ряд добавок виробляється промислово, з більш дешевої сировини і за простішою технологією, а також, що використовувати їх можливо як в промислових умовах (при виробництві мастил), а також в умовах будь-якої автозаправочної станції, а також відмінну та швидку гомогенізацію (до молекулярного рівня) таких добавок з мастилами, а саме головне досягання зниження зносу та коефіцієнта тертя при одночасному

підвищенні протизадирних властивостей, пропонуване технічне рішення знайде широке застосування в промисловості.

Таблица 1

Склад дослідних композицій і по ПРОТОТИПУ, в мас. %

№ п/п	Компоненти	ПРОТОТИП		Дослідні склади										
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Мінеральна олія (1-40)	99,25	99,25	99,75	99,50	99,25	99,00	98,75	99,25	99,25	99,25		99,25	99,25
2	Синтетична олія (ВНИИ МП50-1-4Ф)											99,25		
3	Трис(деци-окси)-фенілсилан (ТДОФС)	0,75												
4	Трис(тетра-декан-окси)феніл-силан (ТТДОФС)		0,75											
5	Тетраетоксисилан (ТЕС)								0,75					
6	Етилсилікат-32 (ЕС-32)			0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	-	-		0,75	0,75	
7	Етилсилікат-40 (ЕС-40)									0,75				
8	Тетрабутоксисилан (ТНС)										0,75			0,75

Таблица 2

Результати досліджень по використанню заявленого ряду кремнійвмісних, добавок в мінеральних та синтетичних оліях (дані отримані на чотирипозиційній шариковій машині тертя при швидкості ковзання - 3 м/с, шлях ковзання - 6 км)

№ дослідів і табл. 1		Композиція	Контактний тиск. Р(МПа)	Знос. 1 (мг)	Коефіцієнт тертя. f	Середня температура олії, t (°C)	Примітка
1		2	3	4	5	6	7
Контактна пара тертя - Ст.45 (HRC-45) - бронза Вр.АЖ-9							
базовий		1-40	8	0,00006	0.052	38,4	тертя спокійне
			>10	заклинює			
Прото-типи	1	I-40+0,75 мас. % ТДОФС	16 21	0,00040 0,00047	0,0300 0,0330	37,5 43,4	тертя спокійне
	2	I-40+0.75 мас. % ТТетДОФС	16 24	0,00039 0,00042	0,0290 0,0320	37,0 41,2	-/- -/-
Дослідні склади	1	I-40+0,25 мас. % ЕС-32	16 24	0,00050 0,00060	0,028 0,034	37,5 42,3	тертя спокійне
	2	I-40+0.50 мас. % ЕС-32	16 24	0,00040 0,00080	0,0178 0,0240	38,0 46,5	-/- -/-
	3	I-40+0.75 мас. % ЕС-32	16 24	0,00030 0,00041	0,0168 0,0172	36,5 37,5	-/- -/-
	4	I-40+1.00 мас. % ЕС-32	16 24	0,00030 0,00037	0,0186 0,0160	37,5 40,3	-/- -/-

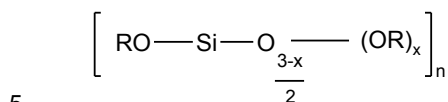
Таблиця 2

Результати досліджень по використанню заявленого ряду кремнійвмісних, добавок в мінеральних та синтетичних оліях (дані отримані на чотиріпозиційній шариковій машині тертя при швидкості ковзання - 3 м/с, шлях ковзання - 6 км)

№ дослідів і табл. 1		Композиція	Контактний тиск. Р(МПа)	Знос. 1 (мг)	Коефіцієнт тертя. f	Середня температура олії, t (°C)	Примітка
1		2	3	4	5	6	7
Дослідні склади	5	I-40+1,25 мас. % EC-32	16 24	0,00038 0,00043	0,0192 0,0178	38,5 40,7	-/- -/-
	6	I-40+0,25 мас. % TEC	16 24	0,00032 0,00042	0,0167 0,0170	36,5 39,9	-/- -/-
	7	I-40+0,75 мас. % EC-40	16 24	0,00034 0,00042	0,0169 0,0173	36,0 39,5	-/- -/-
	8	I-40+0,75 мас. % ГБС	16 24	0,00031 0,00042	0,0170 0,0171	36,5 39,2	-/- -/-
	9	Синтетична олія (ВНИИ МП 50-1-4Ф)+0,75 мас. % EC-32	16 24	0,00025 0,00030	0,0166 0,0168	38,1 39,2	-/- -/-
	Контактна пара тертя - алюміній зразок (діаметр 8мм) - сплав алюмінію						
	10	I-40+0,75 мас. % EC-32	3	0,00000	0,025	38,0	-/-
	11	I-40+0,75 мас. % ТБС	3	0,00000	0,270	39,0	-/-

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Застосування кремнійорганічних етерів загальної формули:



5

де: RO - залишок нижчого аліфатичного спирту ряду C₁-C₄ або частково (-OH); x=3-0,3; n=1-25, індивідуально і/або в суміші, як домішок до мінеральних та синтетичних олій двигунів внутрішнього згорання.

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601