



УКРАЇНА

(19) UA (11) 78887 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
C10G 71/00  
C10N 30/06 (2007.01)  
B01J 19/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**(54) ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИЙ СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ АДСОРБЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ РІДКИХ ЗМАЩУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ВУГЛЕВОДНЕВІЙ ОСНОВІ**

1

(21) а200505585  
(22) 10.06.2005  
(24) 25.04.2007  
(46) 25.04.2007, Бюл. № 5, 2007 р.  
(72) Лисіков Євген Миколайович, Венцель Євген Сергійович, Воронін Сергій Володимирович  
(73) УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ  
(56) SU, 7633458, А, 15.09.1980  
SU, 874321, А, 23.10.1981  
RU, 2056160, С1, 20.03.1996  
RU, 2252069, С2, 20.05.2005

2

SU, 1158212, А, 30.05.1985  
RU, 2157649, С2, 20.10.2000  
GB, 1285743, А, 16.08.1972  
(57) Електростатичний спосіб обробки рідких змащувальних матеріалів на вуглеводневій основі, який відрізняється тим, що рідкі змащувальні матеріали піддають обробці зовнішнім електростатичним полем напруженістю, достатньою для руйнування агрегатів поверхнево-активних речовин, але не більшою, ніж напруженість пробною діелектричних змащувальних матеріалів.

Спосіб відноситься до технічних систем, в яких для змащування вузлів тертя застосовуються рідкі матеріали на вуглеводневій основі.

Ресурс технічних систем визначається інтенсивністю зносу їх агрегатів. Такий знос відбувається в режимі граничного змащування вузлів тертя (при пуску та зупинці, при високих контактних навантаженнях і температурі, при низьких швидкостях відносного переміщення деталей, тертя). З метою зменшення зносу в змащувальні матеріали вводять поверхнево-активні речовини (ПАР) - присадки, молекули яких адсорбуються на поверхнях тертя, утворюючи захисні шари, які перешкоджають безпосередньому контакту поверхонь. Таким чином, сучасні змащувальні матеріали на вуглеводневій основі є сумішшю молекул ПАР і неполярних молекул парафінових, нафтоєвих, ароматичних, змішаних вуглеводнів.

Адсорбційна активність такого змащувального матеріалу визначається швидкістю формування адсорбованого шару на поверхнях тертя і здатністю цього шару витримувати високі контактні навантаження. Найбільшу поверхневу активність виявляють похідні вуглеводнів нафти, молекули яких містять полярну карбоксильну групу COOH, наприклад, жирні кислоти. Також, високою поверхневою активністю володіють спирти парафінового ряду, в яких кінцева метильна група замінена полярною гідроксильною групою OH. Вказані ПАР найбільш широко використовуються в якості протизносних

присадок до сучасних змащувальних матеріалів на вуглеводневій основі [1].

Змащувальні матеріали, найпоширеніші в даний час, не є істинними розчинами ПАР в неполярному середовищі, а уявляють собою колоїдні системи [1]. Присутні в змащувальних матеріалах молекули ПАР і молекули базової рідини утворюють асоціати різноманітної будови: димери, міцели, надміцелярні структури, рідкі кристали і т.д. Склад і міцність цих асоціатів визначається концентрацією і природою ПАР, структурою базової рідини і температурою.

Асоціація молекул починається з деякої порогової концентрації, яка має назву - критична концентрація асоціації (ККА). Вище цієї концентрації молекули ПАР знаходяться як в одиночному, так і в асоційованому стані. Міцели є продуктом подальшої асоціації і утворюються при більш високих концентраціях ПАР. Таку концентрацію прийнято називати критичною концентрацією міцелоутворення ККМ. Розрізняють ККМ1 і ККМ2. Перша відповідає концентрації молекул ПАР, починаючи з якої спостерігається утворення міцел. Під другою розуміють концентрацію, при якій всі молекули ПАР об'єднані в міцели. Діапазон між ККМ1 і ККМ2 відповідає рівноважному стану між молекулами, асоціатами і міцелами розчинених ПАР.

В роботі [2] були визначені значення ККМ для ПАР, що використовуються в якості протизносних присадок до змащувальних матеріалів. Напри-

(19) UA (11) 78887 (13) C2

клад, для лауринової кислоти величина ККМ лежить в межах від  $1,3 \text{ моль/м}^3$  до  $2 \text{ моль/м}^3$ , для стеаринової кислоти від  $0,9 \text{ моль/м}^3$  до  $1,4 \text{ моль/м}^3$ . З другого боку, при введенні 1% такої присадки в базове масло її об'ємна концентрація, з урахуванням молекулярної ваги, складає близько  $50 \text{ моль/м}^3$ . Легко побачити, що концентрація присадок в сучасних змащувальних матеріалах часто перевершує ККМ, тобто молекули протизносних присадок знаходяться в агрегованому стані. Найтипівішими агрегатами, що виникають в змащувальних матеріалах на вуглеводневій основі, є міцели, які мають особливу будову. В них полярні частини молекул з'єднані одна з одною і утворюють ядро, а довгі вуглеводневі радикали розташовані зовні, як показано на Фіг.1 [3].

Тріботехнічними і хімотологічними дослідженнями встановлено, що ефективність дії протизносних присадок пов'язано з тим, в якому стані їх молекули знаходяться в об'ємі базового масла. Визнано, що найбільшою адсорбційною активністю володіє такий змащувальний матеріал, в якому молекули ПАР знаходяться в одиночному (мономерному) стані [1]. В цьому випадку відбувається інтенсивне формування адсорбованого на поверхнях тертя шару, який при граничному змащенні перешкоджає безпосередньому контакту поверхонь і запобігає їх підвищеному зносу.

В даний час зміна молекулярної структури рідких змащувальних матеріалів досягається за рахунок застосування різного роду диспергаторів, в яких, разом з дробленням частинок забруднювачів відбувається руйнування агрегатів молекул присадок [4, 5]. Недоліками застосування диспергаторів є високі енерговитрати, пов'язані з додатковими гідравлічними опорами в системах змащення;

неможливість руйнування всіх молекулярних агрегатів, особливо з високими силами зв'язків між молекулами. Найближчим аналогом пропонованого винаходу є спосіб електрообробки рідини на нафтовій основі [6]. Даний винахід заснований на обробці потоку нафтової рідини електричним полем, створеним в зазорі між коаксіальними розташованими електродами. При цьому напруження на електродах дорівнює  $U=1000-1500 \text{ В}$ , а швидкість потоку рідини між електродами  $V=4,5-6,5 \text{ м/с}$ . Технічним результатом реалізації такого способу є збільшення ресурсу аксіально-плунжерних гідронасосів на 30-80%. Вказаний спосіб не дозволяє отримати технічний результат, пов'язаний з досягненням максимальної адсорбційної активності змащувальних матеріалів, оскільки в ньому не враховані особливості структури і властивості конкретних вуглеводневих рідин (дипольний момент молекул ПАВ, діелектрична проникність середовища). Окрім цього, не вказана величина напруженості електричного поля, яка є критерієм оцінки величини зовнішньої силової дії на агрегати молекул ПАР в оброблюваних рідинах, і залежить, також, від геометричних параметрів електродів і зазору між ними.

Спосіб полягає у збільшенні кількості мономерів молекул ПАР при обробці рідких змащувальних матеріалів на вуглеводневій основі зовнішнім електростатичним полем. Така обробка дозволяє руй-

нувати агрегати молекул ПАР - міцели, оскільки взаємодія молекул в них має електростатичну природу.

Оскільки молекули присадок є електричними диполями і володіють постійним дипольним моментом, то величина зовнішнього електростатичного поля, що накладається на об'єм змащувального матеріалу повинна бути достатньою для повороту всіх диполів ПАР по вектору напруженості цього поля. При повороті всіх диполів по вектору напруженості агрегати ПАР в об'ємі змащувального матеріалу руйнуються в повному обсязі.

При накладенні зовнішнього електростатичного поля на об'єм змащувального матеріалу відбувається його поляризація, при якій молекули, що володіють постійним дипольним моментом, прагнуть обернутися по вектору напруженості цього поля, долаючи сили теплового руху. Вірогідність повороту диполів по вектору зовнішнього поля визначається виразом [7]:

$$L(\beta) = \text{cth} \beta / \beta \quad (1)$$

$$\text{де } \beta = \frac{pE}{kT};$$

$p$  - дипольний момент молекули, Кл·м;  
 $E$  - напруженість поля, В/м;  
 $k$  - постійна Больцмана;  
 $T$  - температура рідини, °К.

При  $\beta \gg 1$  функція  $L(\beta)$  близька до одиниці, при цьому досягається максимально можлива поляризація рідини, Фіг.2. Напруженість, при якій досягається поворот всіх молекул ПАР по вектору поля, називають напруженістю поля насичення  $E_n$ . Для ПАР, що має дипольний момент  $10^{-29}$  Кл·м при температурі рідини  $300^\circ \text{К}$   $E_n = 4,2 \cdot 10^8 \text{ В/м}$ . Повне руйнування агрегатів молекул присадок відбувається при дії зовнішнього електростатичного поля напруженістю  $E_n$ . З іншого боку, обробка рідких змащувальних середовищ на вуглеводневій основі полем такої напруженості приводить до пробую цих рідин, тобто до їх деструкції. Дипольний момент присадок в рідких змащувальних середовищах на вуглеводневій основі має значення  $10^{-29} - 5 \cdot 10^{-29}$  Кл·м, тому, згідно залежності (1), досягти ефекту підвищення адсорбційної активності рідких змащувальних матеріалів без руйнування їх молекул можливо при обробці зовнішнім електростатичним полем напруженістю  $10^6 - 3 \cdot 10^6 \text{ В/м}$ , що і пропонується в способі. В цьому випадку руйнується від 5% до 30% міцел.

При експлуатації технічних систем, обробку змащувальних матеріалів слід проводити в спеціальних пристроях, вбудованих в систему змащення або гідравлічну систему, з підведенням напруги на електроди пристрою зовні - від бортового або стаціонарного джерела живлення. Конструктивні параметри пристроїв для реалізації способу необхідно вибирати з наступних міркувань: поєднання таких параметрів як форма електродів, зазор між ними, напруження на електродах, діелектрична проникність оброблюваної рідини і дипольний момент молекул ПАР повинен забезпечувати напруженість електростатичного поля рівну  $10^6 - 3 \cdot 10^6 \text{ В/м}$ , а геометричні параметри пристрою вибираються з умов мінімізації гідравлічних опорів, що виникають

при русі оброблюваної рідини. Схема одного з можливих варіантів такого пристрою наведена на Фіг.3.

Використання запропонованого винаходу дозволить знизити знос агрегатів технічних систем до 5 разів, в залежності від режимів навантаження пар тертя.

Для підтвердження можливості здійснення способу авторами проаналізовані та проведені наступні дослідження:

- дослідженнями, проведеними в роботі [8] підтверджена можливість зміни молекулярної структури рідких змащувальних матеріалів на вуглеводневій основі під впливом зовнішніх силових полів, зокрема електростатичних. Такі дії приводять до значного поліпшення експлуатаційних властивостей змащувальних матеріалів.

- авторами способу проведені експериментальні дослідження протизносних властивостей робочих рідин гідроприводів машин при обробці зовнішнім електростатичним полем. Дослідження проводилися на машині тертя СМТ-1, пара тертя бронзова колодка - сталевий ролик, досліджувана рідина - гідравлічне масло МГЕ-46В. Встановлено, що при обробці рідин зовнішнім електростатичним полем знос пари тертя знижується від 2 до 5 разів залежно від режимів навантаження, Фіг.4.

Література:

1. Чичинадзе А.В., Берлинер Э.М., Браун Э.Д., и др. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника). Москва, Машиностроение, 2003.-576с.

2. Тихонов В.П. Успехи коллоидной химии. – ФАН, 1987.–с. 310 - 323.

3. Мицеллообразование, солюбилизация и микроэмульсии// Под ред. К.Л. Миттела. - М.: Мир, 1980. - 597 с.

4. Устройство для стабилизации свойств масла. F 01 M 9/02, АС. СССР № 1247572. №3734072/25-06; Заявлено 29.04.84; Опубл. 30.07.86, Бюл. №28.

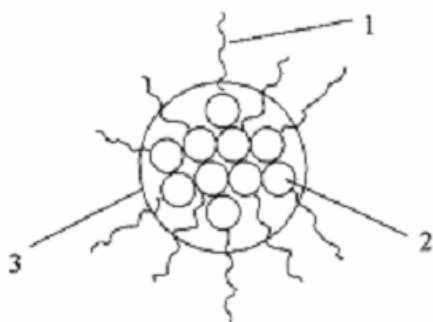
5. Устройство для обработки моторного масла в процессе его эксплуатации. F 01 M 7/00, АС. СССР № 1332043 А1. №4009917/25-06; Заявлено 17.10.86;

Опубл. 23.08.87, Бюл. №31.

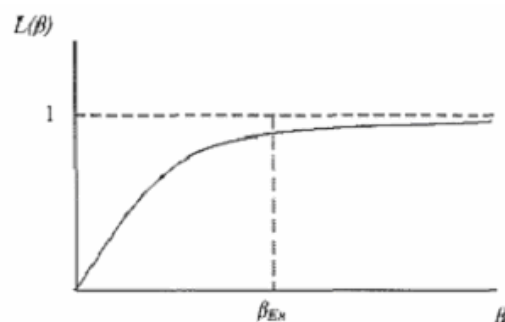
6. Способ электрообработки жидкости на нефтяной основе. 6 E21B 43/24. Патент RU 2101480 С1. Российская федерация. №95118617/03; Заявлено 1.11.95; Опубл. 10.01.98. Акционерное общество «ОРЛЭКС».

7. Матвеев А.М. Электричество и магнетизм. - Москва: Высшая школа, 1983.-464 с.

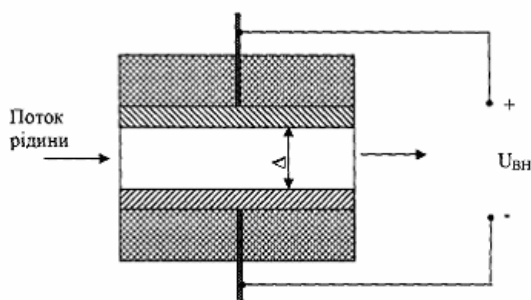
8. Сюняев З.И. Применение внешних силовых полей для повышения качества смазывающих материалов.–М.: МИНХиТП им. Губкина, 1982.–59 с.



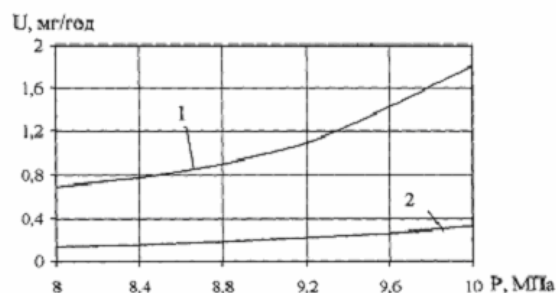
Фіг.1



Фіг.2



Фіг.3



Фіг.4