



УКРАЇНА

(19) UA (11) 79169 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
C10G 71/00  
C10M 177/00  
C10N 70/00 (2007.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ЗМАЩУВАННЯ ПАР ТЕРТЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИМ ПОЛЕМ ЗМАЩУВАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

1

(21) а200505570  
(22) 10.06.2005  
(24) 25.05.2007  
(46) 25.05.2007, Бюл. № 7, 2007 р.  
(72) Лисіков Євген Миколайович, Косолапов Віктор Борисович, Воронін Сергій Володимирович  
(73) УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ  
(56) RU 2101480, С, 10.01.1998  
RU 2002124542, 20.03.2004  
RU 2002108798, 10.11.2003  
EP 0200001, А, 05.11.1986

2

(57) Спосіб змащування пар тертя технічних систем з використанням змащувального матеріалу, обробленого електростатичним полем, який **відрізняється** тим, що як змащувальний матеріал використовують рідкий змащувальний матеріал на вуглеводневій основі, що містить поверхнево-активні речовини (ПАР), та обробку здійснюють зовнішнім електростатичним полем напруженістю, яка не перевищує напруженість пробною змащувального матеріалу, а час знаходження матеріалу в зовнішньому електростатичному полі відповідає часу обробки, при якому досягають насичення адсорбованого шару ПАР на поверхнях тертя.

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

Сучасні технічні системи конструюються таким чином, щоб всі їх пари тертя якомога більший час знаходилися в режимі рідкісного змащення. Найбільш типовим є режим гідродинамічного змащення, при якому головну роль відіграють об'ємно-в'язкісті властивості змащувального матеріалу. При гідродинамічному змащенні поверхні тертя розділені шаром змащувальної рідини різної товщини, а знос цих поверхонь мінімальний. Основними чинниками, що впливають на товщину гідродинамічного шару, є швидкість відносного переміщення поверхонь тертя, контактний тиск та в'язкість змащувального матеріалу. Однак, пари тертя технічних систем певний час працюють в режимі граничного змащення, який супроводжується підвищеним зносом. Таке змащення відбувається при збільшенні контактного тиску та температури, зменшенні відносної швидкості переміщення поверхонь тертя. Крім цього, граничне змащення пар тертя реалізується в моменти їх пуску і зупинки.

Як показують численні дослідження, в граничному змащенні захисні функції, з точки зору зносу, виконує адсорбований на поверхнях тертя шар

молекул змащувальної рідини [1]. Поступове збільшення товщини цього шару призводить до зменшення зносу поверхонь тертя, а згодом, при виконанні певних умов (сприятливому співвідношенню тиску, швидкості та температури), до переходу пари тертя в режим гідродинамічного змащення.

Відповідно до міжнародного стандарту ISO 4378/3 режими змащення класифікують по відносній товщині змащувального шару [1]

$$h_{отн} = \frac{h_{сл}}{Ra_1 + Ra_2} \quad (1)$$

де  $h_{сл}$  - реальна товщина змащувального шару, мкм;

$Ra_1, Ra_2$  - відповідно середні відхилення від центральної лінії мікронерівностей поверхонь тертя, мкм. Для пар тертя сучасних технічних систем значення цих величин знаходяться в межах  $0,1 \div 0,2$  мкм.

При  $h_{отн} \leq 1$  пара тертя знаходиться в режимі граничного змащення, а при  $h_{отн} > 1$  - в режимі рідкісного (гідродинамічного) змащення, тобто перевищення товщини адсорбованого шару сумарної висоти мікронерівностей поверхонь тертя дозво-

(19) UA (11) 79169 (13) C2

ляє перейти від граничного до гідродинамічного змащення, що значно зменшить знос пар тертя.

Для збільшення товщини адсорбованого шару на поверхнях тертя в сучасні змащувальні матеріали додають поверхнево-активні речовини (ПАР), однак, навіть при їх високих концентраціях спостерігається граничне змащення і, як наслідок, знос пар тертя технічних систем.

Найближчим аналогом запропонованого винаходу є спосіб електрообробки рідини на нафтовій основі [2]. Даний винахід заснований на обробці потоку нафтової рідини електричним полем, створюваним в зазорі між коаксіальними розташованими електродами. При цьому напруга 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 прискоренням переходу пар тертя в режим гідродинамічного змащення, оскільки в ньому не реалізована достатня величина напруженості електричного поля, яка залежить від геометричних параметрів електродів, зазору між ними та діелектричною проникністю оброблюваної рідини. Також, спосіб не розкриває величину часу обробки змащувальних матеріалів на вуглеводневій основі зовнішнім електростатичним полем та впливу цього часу на товщину адсорбованого шару ПАР на поверхнях тертя.

В основу запропонованого винаходу закладене прискорення переходу пар тертя технічних систем з граничного змащення в режим гідродинамічного змащення за рахунок збільшення товщини адсорбованого шару ПАР на поверхнях тертя при обробці рідких змащувальних матеріалів на вуглеводневій основі зовнішнім електростатичним полем.

Пропонується обробляти рідкі змащувальні матеріали на вуглеводневій основі зовнішнім електростатичним полем напруженістю, яка не перевищує напруженість пробою діелектричних змащувальних матеріалів. При цьому час знаходження рідини в зовнішньому полі повинен відповідати часу обробки, при якому досягається насичення адсорбованого шару ПАР на поверхнях тертя. При виконанні вказаних умов досягається збільшення товщини адсорбованого шару ПАР на поверхнях тертя в 1,5-2 рази у порівнянні з необробленою рідиною, в залежності від температури оброблюваної рідини.

Наприклад, при температурі змащувального матеріалу  $60^{\circ}\text{C}$  спостерігається збільшення товщини адсорбованого шару від  $0,35\text{мкм}$  до  $0,7\text{мкм}$ . Підставивши ці значення в залежність (1) легко побачити, що відносна товщина змащувального шару  $h_{\text{отн}}$  збільшується з  $0,875$  до  $1,75$ , тобто, згідно міжнародної класифікації видів змащення, при рівних інших умовах пари тертя переходять в режим гідродинамічного змащення.

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, напруга на електродах, діелектрична проникність оброблюваної рідини повинно забезпечувати напруженість електростатичного, яка не перевищує напруженість пробою змащувального матеріалу, а час знаходження матеріалу в зовнішньому полі повинен відповідати часу обробки, при якому досягається насичення адсорбованого шару ПАР на поверхнях тертя. Крім цього, 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.1 - пристрій для обробки рідких змащувальних матеріалів на вуглеводневій основі з змінними коаксіальними електродами. Пристрій складається з корпусу 1, двох кришок 2 і 3, штуцерів 4 і 5, внутрішнього електрода 6 і зовнішніх електродів 7, діелектричних вставок 8. Оброблювана рідина потрапляє в міжелектродний простір через вхідний штуцер 5, а до системи змащення через вихідний штуцер 4. Обробка рідини проводиться в зазорі між коаксіальними електродами 6 і 7. Використання діелектричних вставок 8 дозволяє змінювати довжину зовнішнього електрода, тим самим змінювати час обробки рідини.

При дотриманні вказаних умов технічним результатом запропонованого способу є підвищення вірогідності реалізації гідродинамічного змащення пар тертя за рахунок насичення адсорбованого шару ПАР при обробці змащувальних матеріалів на вуглеводневій основі зовнішнім електростатичним полем, оскільки відносна товщина змащувального шару  $h_{\text{отн}}$ , як загальноприйнятий критерій режимів змащення, в усьому діапазоні температур набуває значень, більших одиниці, що відповідає гідродинамічному змащенню, на відміну від необроблених рідин, для яких  $h_{\text{отн}} < 1$  (граничне змащення).

Для підтвердження можливості реалізації способу авторами проведені експериментальні дослідження товщини адсорбованого шару ПАР на поверхнях тертя при обробці змащувального матеріалу зовнішнім електростатичним полем.

При дослідженнях товщини адсорбованого шару обробка рідкого змащувального матеріалу на вуглеводневій основі проводилася зовнішнім електростатичним полем напруженістю  $1,5 \cdot 10^6\text{В/м}$  при температурах рідини  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$  та  $80^{\circ}\text{C}$ . Час обробки змінювався в діапазоні  $4 \div 8 \cdot 10^{-3}$  с за рахунок зміни довжини електродів при постійній швидкості потоку рідини. Встановлено, що зі збільшенням часу обробки рідини товщина адсорбованого шару на поверхнях тертя зростає і, при часі  $8 \cdot 10^{-3}$  с настає насичення цього шару, Фіг.2 - зміна товщини адсорбованого шару в залежності від часу обробки змащувального матеріалу при  $t=80^{\circ}\text{C}$ ; Фіг.3 - зміна товщини адсорбованого шару в залежності від часу обробки змащувального матеріалу при  $t=60^{\circ}\text{C}$ ; Фіг.4 - зміна товщини адсорбованого шару в залежності від часу обробки змащувального матеріалу при  $t=40^{\circ}\text{C}$ . Для Фігур 2, 3 і 4: 1 - необроблена рідина, 2 - оброблена рідина. При насиченні адсорбованого шару його товщина склала  $0,6-$

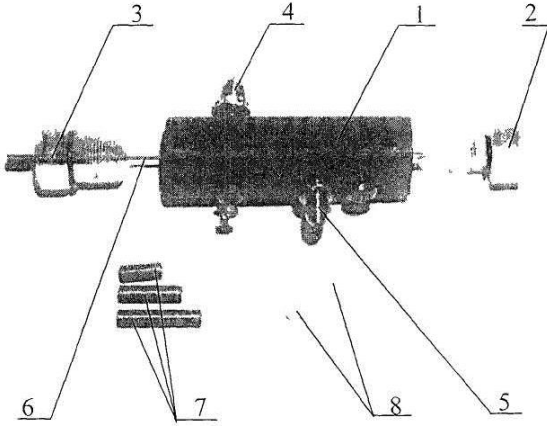
0,8 мкм, в залежності від температури рідини, що в 2 рази перевищує значення товщини адсорбованого шару для необробленої рідини.

Література

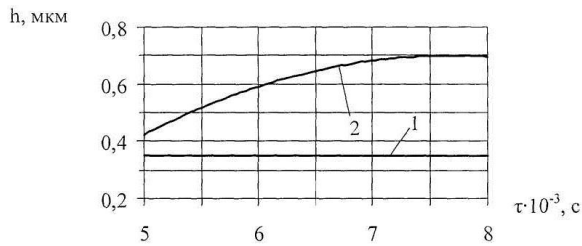
1. Чичинадзе А.В., Берлинер Э.М., Браун Э.Д., и др. Трение, износ и смазка (трибология и трибо-

техника). Москва, Машиностроение, 2003. - 576с.

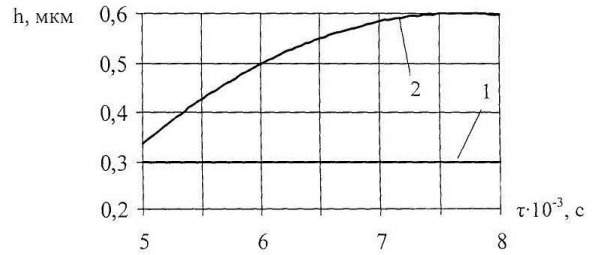
2. Способ электрообработки жидкости на нефтяной основе. 6 E21B43/24. Патент RU 2101480 С1. Российская федерация. №95118617/03; Заявлено 1.11.95; Оpubл. 10.01.98. Акционерное общество «ОРЛЭКС».



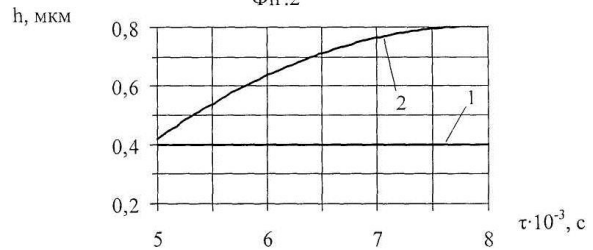
Фиг. 1



Фиг.3



Фиг.2



Фиг.4