



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19791 (13) U
(51) МПК (2006)
С10М 125/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ТРИБОТЕХНІЧНА СУМІШ "ФІЛ"

1

2

(21) u200610653

(22) 09.10.2006

(24) 15.12.2006

(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.

(72) Ткаченко Олександр Олександрович, Гончаренко Микола Володимирович, Ткаченко Олександр Пилипович

(73) Ткаченко Олександр Олександрович, Гончаренко Микола Володимирович

(57) 1. Триботехнічна суміш, що містить базове мастило і здрібнений природний мінерал, яка **відрізняється** тим, що містить мінерал при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

хризотил	25-35
серпентиніт	35-45
пірофіліт	8-10

амфібол	3-5
доломіт	3-5
тальк	1-4
поверхнево-активна речовина (ПАР)	6-15.

2. Триботехнічна суміш за п. 1, яка **відрізняється** тим, що дисперсність частинок мінеральних компонентів і каталізатора становить 0,01-60,0 мкм.3. Триботехнічна суміш за п. 1, яка **відрізняється** тим, що як ПАР використовують натрій азотистокислий або натрій двовуглекислий, або нікель азотнокислий.4. Триботехнічна суміш за пп. 1-4, яка **відрізняється** тим, що кількість мінералу становить до 30 мас. % триботехнічної суміші, базового мастила - решта.

Корисна модель відноситься до машинобудування, зокрема до триботехнічних сумішей природних мінералів з переважним вмістом гідросилікатів магнію, і може знайти застосування для створення і відновлення зносостійких тертьових поверхонь різних вузлів і механізмів.

Відомо, що довговічність механізмів залежить від швидкості зношування тертьових поверхонь, що пов'язана з коефіцієнтом тертя контактуючих матеріалів і їхньою міцністю. Для зниження коефіцієнта тертя, наприклад, сталі по сталі, крім ретельного полірування поверхонь використовуються різні матеріали, що змазують, як у чистому вигляді (мастила, солідол і тому подібні), так і з добавками (присадки) додатково підвищувальне ковзання тертьових поверхонь.

Твердо-мастильні композиції в порівнянні з іншими типами змащень більшою мірою забезпечують зменшення тертя та зношування тертьових поверхонь.

В останні роки як наповнювач твердо-мастильної композиції використовуються природні гідросилікати магнію, такі як: серпентин, серпентиніт, тальк. Наявність порошку зазначених з'єднань у мастильній композиції за певних умов її готування, введення між тертьовими поверхнями і їхні приробітки приводить до утворення на тертьових

металевих поверхнях так званої сервовитної плівки, що істотно зменшує їхнє зношування.

Найбільш близьким по технічній суті й результату, що досягається, є відомий триботехнічний склад у вигляді дрібнодисперсної суміші природних мінералів [патент РФ №2188227, МПК С10М125/00, опубл.27.08.2002], що містить базове мастило та здрібнений природний мінерал. Як природний мінерал склад містить хризотил, магнетит і тальк, додатково містить кальцит, тремоліт, клинохлор і кварц при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

хризотил	72-78
магнетит	14-16
тальк	0,5-1,5
кальцит	4-6
клинохлор	1-3
тремоліт	1-3
кварц	не більше 1

Недоліком відомого складу є небезпека значного абразивного зношування вузлів тертя, особливо в початковий період прироблення після введення вищевказаного триботехнічного складу через високий вміст основних твердих компонентів, твердість яких перевищує твердість інших компонентів в 2-3 рази й порівняння із твердістю матеріалу поверхонь тер-

(19) UA (11) 19791 (13) U

тя, (хризотил, кварц, магнетит).

Це змушує використовувати антифрикційний склад протягом нетривалого часу. При тім, що час формування сервовитної плівки для різних вузлів тертя і різних режимів експлуатації так само порізному та розрахувати його практично неможливо, що робить використання складу безперспективним. Крім того, через дрібнодисперсність застосовуваних складів їхній строк зберігання і застосування обмежений, тому що згодом відбувається збільшення розмірності окремих частинок за рахунок їхнього злипання. Тому отримані при використанні відомого складу сервовитні плівки не мають довговічності і не забезпечують високу зносостійкість і збільшення ресурсу вузлів і механізмів.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення триботехнічної суміші за рахунок підбору компонентів, що дозволяє одержувати покриття на тертьових поверхнях металів, що забезпечують зменшення коефіцієнта їхнього тертя, підвищення зносостійкості та збільшення ресурсу вузлів і механізмів.

Задача вирішується тим, що триботехнічна суміш, що містить базове мастило і здрібнений природний мінерал, відповідно до корисної моделі містить мінерал при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

хризотил -	25-35
серпентиніт	35-45
пірофіліт -	8-10
амфібол -	3-5
доломіт -	3-5
тальк -	1-4
поверхнево-активна речовина	
ПАР-	6-15.

Дисперсність частинок мінеральних компонентів і каталізатора становить 0,01-60,0мкм.

У якості ПАР використовують натрій азотистокислий, або натрій двовуглекислий, або нікель азотнокислий.

Здрібнений мінерал становить до 30мас.% триботехнічної суміші, базове мастило - решта.

Триботехнічна суміш компонентів у заявленому процентному вмісті сприяє створенню особливого виду тертя, що обумовлений мимовільним утворенням у зоні контакту тонкої плівки, що не окисляється, з низьким опором зрушенню і нездатної наклепуватися). Введення до складу матеріалів, які дозволяють зменшити вміст твердих компонентів, твердість яких порівнянна із твердістю матеріалу поверхонь тертя, дозволяє одержати товщину плівки 0,01-60мкм, що відповідає розмірам нерівностей (або перекидає їх) більшості деталей загального машинобудування.

Властивості сервовитної плівки, що утворюється в процесі тертя зазначеного складу, здобувають інші, ніж у вихідного матеріалу, властивості. Плівка має пухку структуру, вона пориста, у ній майже відсутні дислокації і є багато вакансій. На цій сервовитній плівці утворюється у свою чергу ще додаткова полімерна плівка - серфінг-плівка, що створює додатковий антифрикційний шар [Гаркунів Д.Н. Триботехніка. Зношування й беззносність. М.: Із МСХА, 2001р., 616с].

Слід зазначити, що при звичайному терті де-

талі контактують на дуже малій площі, що становить 0,01-0,0001 номінальної площі сполучених поверхонь. У результаті чого ділянки фактичного контакту випробовують досить високі напруги, що приводить їх до взаємного уведення, пластичній деформації і, отже, до інтенсивного зношування. Однак за рахунок утворення зазначеної сервовитної плівки площа фактичного контакту зростає в десятки разів. При такому терті площадки контакту плоскі і тертя відбувається без ударів шорсткості - воно безперервно. За рахунок цього пропонується триботехнічна суміш у процесі його використання робить очищення і мікрошліфування тертьових поверхонь, уведення його в ці поверхні під дією контактного тиску та розподіл його в приповерхньому об'ємі з утворенням твердих розчинів, що забезпечує мікровідновлення форми й розмірів тертьових поверхонь деталей і механізмів.

Пропонується триботехнічна суміш складається із природних мінералів з дуже вузькими межами вмісту кожного з них. Крім того, тому що дисперсність суміші коливається в досить широких межах від 0,01-60мкм, вона досить проста у виготовленні і строки його зберігання збільшено.

Саме використання хризотилу і серпентиніту в сполученні з іншими обраними мінералами в зазначених межах їхнього вмісту забезпечує досягнення зазначених технічних результатів за рахунок утворення міцної, довговічної сервовитної плівки на тертьових поверхнях.

Наявність амфіболу, пірофіліту сприяють прискореному утворенню сервовитної плівки і її тривалому збереженню.

Триботехнічний ефект пропонується суміш забезпечує рівною мірою на різних сполученнях і ПАР, завдяки якісному і кількісному складу природної мінеральної суміші.

Таким чином, пропонується суміш, за рахунок вибору композиції складу, кількісного співвідношення компонентів у суміші, початково-заданої дисперсності частинок суміші, включення зазначеної суміші в заданій кількості в технологічне середовище носія забезпечує комплексну дію на поверхні тертя. У результаті забезпечує, насамперед, зниження коефіцієнта тертя на порядок і більше, що приводить до збільшення ресурсу вузлів і механізмів у кілька разів, підвищує їхню зносостійкість і довговічність.

Авторами встановлено, що, зміна компонентів і їх мас.% співвідношення в триботехнічній суміші, зміна дисперсності частинок суміші, а також мас.% вмісту суміші в технологічному середовищі, зміна режиму роботи недоцільна. Задане в композиції суміші (мас.%) співвідношення мінеральних компонентів є оптимальним. При зменшенні хризотилу і серпентиніту знижується інтенсивність технологічного процесу по реакції заміщення форстеритової складової триботехнічної суміші ($MgSi_2$) на фаялітову складову ($FeSi_2$), що являє основою тертя, що утворюється на поверхнях і в приповерхніх шарах їхнього захисного шару. Параметри утвореного захисного шару взаємопов'язані з мінералогічними компонентами і їх мас.% співвідношення в складі. Зменшення або збільшення в композиції заданого по корисній моделі співвідношення мінеральних компонентів приво-

дить до зміни співвідношення між хімічними елементами (Mg, Si, Fe), що беруть участь у реакційних процесах утворення сервовитної плівки на тертьових поверхнях.

У результаті при зменшенні мас.% співвідношення мінеральних компонентів, зокрема, хризотилу, серпентиніту знижується корозійна стійкість поверхневого шару в середньому на 5-7%. Збільшення мас.% співвідношення зазначених компонентів у суміші практично не впливає на ефективність отриманого захисного шару. Однак при цьому коефіцієнти термічного розширення захисного шару і металу поверхонь тертя відрізняються, що може привести до розшарування сервовитної плівки від основного металу поверхонь тертя.

Пропонована суміш передбачає використання базового мастила (моторного, індустріального та ін.), палива, мінеральних мастил (рідких сумішей висококиплячих вуглеводнів, $t_{\text{кип}} 300-600^\circ$), синтетичних мастил (кремнійорганічних рідин, ефірів фосфорної, адипінової та інших кислот, поліалкіленгліколей та ін.) або солідолів.

Пропонована триботехнічна суміш готується шляхом змішування мінералів у зазначених вище кількостях з наступним послідовним здрібнюванням до 60мкм на дробарках різного типу.

Для обробки або відновлення тертьових поверхонь вузлів і механізмів отримана дрібнодисперсна суміш мінералів перемішується з базовим мастилом, при цьому вводиться в мастило з розрахунку, що мінерал становить до 30мас.% триботехнічної суміші, базове мастило - інше.

Перед готуванням триботехнічної суміші, використовуюваної в технологічному середовищі, здійснюють: селективний відбір мінеральної сировини ультрабазитових порід, відповідно: хризотилу, серпентиніту. Відбір - хризотилу $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ ($\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{P}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) здійснюють без домішок шпінелей ($\text{Fe}_3\text{P}_2\text{O}_4$), когепита (Fe_3C), брусита ($\text{MgFe}(\text{OH})_2$), серпентиніту ($\text{Mg}_6\{\text{Si}_4\text{O}_{10}\}(\text{OH})_8$)/відбирається без домішок.

Серпентиніт шаруватий силікат загальної формули $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, тальк шаруватий силікат загальної формули $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$.

Використовуваний у складі доломіт ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) не має кварцу (Si_2) і органіки.

В якості поверхнево-активної речовини (ПАР), переважно, використовують натрій азотистокислий (NaNO_2), або натрій двовуглекислий (NaHCO_3), або нікель азотнокислий $\{(\text{Ni}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})\}$: натрій азотистокислий (NaNO_2) - ДСТ 4197-66; натрій двовуглекислий (NaHCO_3) - ДСТ 4201-66; нікель азотнокислий $\{(\text{Ni}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})\}$ - ДСТ 4055-66.

В процесі селективного відбору мінеральної сировини здійснюють збагачення мінералів традиційно відомими методами шляхом очищення їх від домішок, у тому числі з використанням відмивання у воді - хризотилу, обробки його 20%-ною оцтовою кислотою для видалення брусита. Після збагачення зазначених мінералів їх сушать, попередньо подрібнюють, до заданої по процесу дисперсності частинок, що становлять 80-90% у масі по кожному компоненту, що подрібнюється. Остаточне здрібнювання мінеральних компонентів роблять до дисперсності їхніх частинок 0,01-60мкм. Зменшення дисперсності частинок менш 0,1мкм недо-

цільно по технологічних міркуваннях, тому що збільшується час і витрати на здрібнювання мінералів, зменшується абразивна дія триботехнічної суміші на поверхні тертя в режимі прироблення технологічного середовища. Збільшення дисперсності частинок більше 60мкм підвищує абразивну дію останніх і, переважно, частинами твердих матеріалів, що особливо істотно для точно оброблених поверхонь тертя. Ідентифікація мінеральної сировини по породах підвищує надійність селективного відбору сировини по хіміко-мінералогічних властивостях, а також створює оптимальні умови технологічної підготовки сировини до використання в триботехнічній суміші, а також стабілізує склад по твердості і процентному вмісті інгредієнтів плівки, що беруть участь у процесі утворення (сервовитної,) що є захисним шаром поверхонь тертя.

Отримані в результаті тонкого млива мінеральні компоненти, а також вхідні в композицію поверхнево-активних речовин змішуються традиційно відомим образом, при цьому дисперсність частинок каталізаторів рівнозначна мінеральним компонентам.

Пропонована суміш додається в мастило двигунів внутрішнього згоряння, механізмів і пристроїв у кількості 0,001-0,05мас.% залежно від типу оброблюваного механізму і прироблюється при штатному навантаженні в робочому режимі.

Нижче приводяться приклади використання пропонованої суміші.

Приклад 1.

Пропонована суміш, що містить 25мас.% хризотилу, 45мас.% серпентиніту, 8мас.% пірофіліту, по 3мас.% амфіболу та доломіту, 1мас.% тальку, 15мас.% використали для обробки підшипників насоса 10LNH.22.Рс.106 у суміші з мастилом Игп-30 з розрахунку 30г складу на 1кг мастила.

Обробку проводили в робочому режимі протягом 4-х годин. Після обробки термін служби підшипників збільшився в 4 рази при температурі перекачування рідини до 50°C .

Приклад 2.

Пропонована суміш, що містить по 35мас.% хризотилу серпентиніту, 8мас.% пірофіліту, по 3мас.% амфіболу та доломіту, 1мас.% тальку, 6мас.% ПАР, з дисперсністю 0,01-60мкм використали для обробки компресора АКР-21. Для цього в штатне змащення вводили пропоновану суміш з розрахунку 30г складу на 1кг змащення 1 прироблювали протягом 60 хвилин у робочому режимі. У результаті обробки збільшився тиск мастила в системі змащення з 2,5 до 2,8кгс/см², знизився струм навантаження по фазах з 14,7А до 13,7А, зменшилася вібрація компресора в цілому за рахунок зменшення і перерозподілу віброшвидкості в циліндропоршневі групі в середньому на 15%.

При підборі суміші нижче або вище, зазначених меж вхідних компонентів не утворюється безперервна і рівномірна по товщині плівка покриття, що забезпечує зменшення коефіцієнта їхнього тертя, підвищення зносостійкості й збільшення ресурсу вузлів і механізмів.

Для оцінки ефективності протизносного антифрикційного складу проведені порівняльні випробування. Триботехнічні випробування різних

складів проводилися на машині тертя II 5018 методом порівняння в режимі диск (Ст30, d=50мм, B=12мм), по пластині (Ст30, B=10мм, H=8мм, L=20мм). Режим роботи:

- n=1600об/хв (v=4,19м/с), навантаження P=200Н;
- n=700об/хв (v=1,83м/с), навантаження P=400Н.

Коефіцієнт тертя визначався по моменту опору тертя. Зношування зразка (рухливого диска) визначався по втраті ваги, певної зважуванням до і після випробування на аналітичних вагах з точністю до 0,1мг.

Тривалість випробувань одного складу 30тис. циклів. Результати випробувань представлені в таблиці 1.

Таблиця

Антифрикційні та противозносні характеристики

Режим (м/с/Н)	4/19/200	1,83/400		
Змащення	Зношування зразка, мг	Коеф.тертя	Зношування зразка, мг	Коеф. тертя
МС-20+4% ГМТ	1,90	0,040	5,2	0,050
МС-20+0,001% ПІАФ	1,30	0,018	2,6	0,022
МС-20+0,01% ПІАФ	1,35	0,016	2,5	0,028
МС-20+0,05% ПІАФ	1,40	0,020	2,7	0,031
МС-20+0,001% ФІЛ	1,20	0,015	2,1	0,019
МС-20+0,01% ФІЛ	1,25	0,016	2,2	0,020
МС-20+0,05% ФІЛ	1,30	0,018	2,3	0,020

Порівняльні випробування показують переваги пропонованої триботехнічної суміші «ФІЛ» у порівнянні з відомими триботехнічним складом «ПІАФ» у мастило по антифрикційним і противозносним властивостях кількості використовуваних складів по 0,001-0,05мас. %.

Суміш, що пропонується, дозволяє не тільки

підвищити зносостійкість вузлів тертя, але створити ефект беззносного тертя з утворенням сервоитної плівки, що має товщину, розмірну, з величиною зношування деталей у процесі роботи, дозволяє також використати цю суміш для відновлення компресії двигунів внутрішнього згорання без їхнього розбирання.