



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 48457

(13) A

(51) 6 C10M125/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

## (54) МАСТИЛЬНА КОМПОЗИЦІЯ

1

2

(21) 2001085737

(22) 14 08 2001

(24) 15 08 2002

(46) 15 08 2002, Бюл. № 8, 2002 р.

(72) Іваненко Володимир Миколайович, Бородин  
Володимир Григорович, Губаревич Тетяна Михай-  
лівна, Корженевський Олександр Павлович(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ  
ПІДПРИЄМСТВО "SINTA"

(57) Мазильна композиция, що складається з мазильної основи і вуглецевої присадки, що містить ультрадисперсні частки алмазу, яка відрізняється тим, що 10-40 % часток мають позитивний заряд поверхні, а 60-90 % часток - негативний заряд поверхні, причому сумарна концентрація алмазних часток у мазильній основі складає 0,01-5 %

Винахід відноситься до хімічного виробництва, зокрема мазильних матеріалів, що містять тверді частки, призначених для використання у вузлах тертя машин і механізмів, а також при технологічній обробці різних матеріалів, наприклад, різанням, штампуванням і т.п.

Відомий мазильний склад, у якому як тверду добавку використовують 0,1 - 1% мас. суміші ультрадисперсних порошків алмазу, графіту й аморфного вуглецю при масовому співвідношенні алмазної і неалмазної модифікацій вуглецю від 30/70 до 99/1 [АС (СРСР) №1770350]. Недоліком даного складу є те, що він володіє низькою колоїдною стабільністю, і частки ультрадисперсного алмазу, графіту й аморфного вуглецю схильні до агрегації, що приводить до зниження позитивного ефекту мазильного складу.

Найбільш близькою до складу, що заявляється, є мазильна композиція, яка містить 0,1-8% вуглецевої присадки, 18-38% якої складають частки алмазу з розмірами 40-120 А і 82-62% - частки графіту з розмірами 200-1000 А [Міжнародна заявка №PCT/SU 91/00134 від 03.07.91 310M 125/02 - прототип]. Для стабілізації часток у мазильній основі застосовується до 8% неіоногенної поверхнево-активної речовини. Композицію використовують як масло, консистентного змащення і технологічної мазильної речовини. Мазильна композиція має антифрикційні і протизношувальні властивості, завдяки сполученню в заявленому співвідношенні двох вуглецевих фаз - алмазу і графіту з характерними розмірами часток. Автори вказують, що при виході зазначених параметрів за

межі заявлених діапазонів позитивний ефект від мазильної композиції або помітно знижується, або втрачається зовсім, або виникають негативні явища, такі як підвищений знос поверхонь тертя при підвищенні вмісту алмазу понад 38%, чи погіршення колоїдної стабільності композиції при збільшенні розміру часток графіту більш 1200 А.

Задачею даного винаходу є розробка такої мазильної композиції, у якій ультрадисперсні алмазні частки володіють підвищеною колоїдною стабільністю в масляному середовищі і підвищеними антифрикційними і протизношувальними властивостями у вузлах тертя.

Поставлена задача вирішується тим, що мазильна композиція, що складається з мазильної основи і вуглецевої присадки, яка містить ультрадисперсні частки алмазу відрізняється тим, що 10-40% частинок мають позитивний заряд поверхні, а 60-90% частинок - негативний, причому сумарна концентрація алмазних частинок у мазильній основі складає 0,01-5%.

Частинки ультрадисперсного алмазу характеризуються, як правило, негативним зарядом поверхні. Це пов'язано з утворенням киснемістких функціональних груп на вуглецевій поверхні, якісний і кількісний склад яких залежить від умов синтезу й обробки УДА. Величина негативного заряду часток УДА, визначена методом макроелектрофорезу як електрокінетичний потенціал, складає в середньому 30-50 мВ [Г.А. Чиганова. Исследования коллоидных свойств ультрадисперсных алмазов - Коллоидный журнал, 1994, т. 56, №2, с. 266-268]. Методами хімічного модифікування можуть бути

(13) A

(11) 48457

(19) UA

отримані ультрадисперсні алмази з позитивним зарядом поверхні. Величина позитивного заряду характеризується значеннями електрокінетичного потенціалу 10-35мВ [Г.А. Чиганова, А. Чиганов, Ю. Тушко. Электрофоретическое поведение гидрозолей ультрадисперсного алмаза и модификация его поверхности - Коллоидный журнал, 1993, т. 55, №5, с. 182-185]. Однак у неполярних органічних середовищах, таких як мастило, заряджені частки володіють низькою колоїдною стабільністю, схильні до агрегації і седиментації. Для підвищення колоїдної стабільності алмазних часток в мастилі в систему вводять ПАВ катіон-активні чи неіоногенні, чи проводять хімічне модифікування поверхні алмазу [Тапраева Ф., Пушкин А., Кулакова И., і др. Функциональное покрытие поверхности алмаза в разных условиях модификации газами - Журнал физической химии, 1990, т. 64, №9, с. 2445-2451]. У такий спосіб зменшують заряд часток алмазу і підвищують їхню спорідненість до мастила.

У результаті експериментальних досліджень нами встановлено, що суміш алмазних часток з різним зарядом поверхні, узяті в співвідношенні, що заявляється, 10-40% позитивно заряджених часток і 60-90% негативно заряджених часток, утворює в оливах стійкі, колоїдно-стабільні суспензії, що не розшаровуються і не осідають тривалий час.

Експерименти виконували в такий спосіб: порошки ультрадисперсних алмазів, що характеризуються величиною електрокінетичного потенціалу -35мВ і +18мВ, диспергували в мінеральний індустриальний оливи марки Vitrea-39 (виробництво фірми Shell) - кожний з порошків окремо, а також їхньої суміші, узяті в процентному відношенні, як зазначено в таблиці 1. Сумарна концентрація часток в оливі у всіх дослідах становила 0,05мас.%. Суспензії поміщали в скляні циліндри  $V = 500\text{см}^3$  і оцінювали колоїдну стабільність за випаданням осаду й посвітлюванню шару оливи протягом 30 діб. Результати спостережень наведено в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Відносний вміст у суміші алмазних часток, %		Стійкість 0,05% суспензії до розшарування, діб	Примітка
	позитивних	негативних		
1	-	100	18	Світла олива, щільний осад на дні
2	100	-	23	Світла олива, щільний осад на дні
3	5	95	28	Опалесцентна олива, неоднорідний осад
4	10	90	більше 30	Суспензія колоїдно стабільна, на дні - тонкий осад
5	15	85	більше 30	Суспензія колоїдно стабільна, осаду немає
6	20	80	більше 30	Суспензія колоїдно стабільна, осаду немає
7	30	70	більше 30	Суспензія колоїдно стабільна, осаду немає
8	40	60	більше 30	Суспензія колоїдно стабільна, осаду немає
9	45	55	більше 30	Суспензія колоїдно стабільна, на дні - тонкий осад
10	50	50	більше 30	Опалесцентна олива, неоднорідний осад
11	70	30	31	Опалесцентна олива, неоднорідний осад
12	90	10	20	Світла олива, на дні - рихлий осад

Підвищення колоїдної стабільності згаданих сумішей може бути пов'язано, у загальному вигляді, із взаємною частковою нейтралізацією поверхневих зарядів алмазних часток і утворенням малополярних агрегатів. Такі агрегати стають олеофільними, на відміну від гідрофільних заряджених часток. У той же час, утворення агрегатів має зворотний характер, а поверхня часток не терпить хімічних змін. Це підтверджується наступним дослідом.

Колоїдно-стабільну масляну суспензію алмазних часток, що містить 25% позитивно заряджених часток і 75% негативно заряджених часток, розбавили ацетоном у співвідношенні 1:50, профільтрували через фільтр із розміром пір 5мкм, осад на фільтрі промили ацетоном, висушили при 120°C. Отриманий порошок диспергували у воді за допомогою Уз-диспергатора, після чого визначали знак заряду часток методом макроелектрофорезу. При напрузі електричного поля 100В/см спостерігали переміщення часток як до катода так і до анода, причому візуальне співвідношення позитивно і негативно заряджених часток оцінювалося приблизно як 1:3.

Експериментальне встановлено, що якщо частка позитивно заряджених часток менше 10%, то колоїдна стабільність масляних суспензій знижується. Підвищення частки позитивно заряджених часток більше 40% не дає додаткового ефекту стабілізації, однак впливає на протизношувальні й антифрикційні властивості мастильної композиції.

Можливою причиною цього є баланс донорно-акцепторних електронних властивостей дисперсної добавки в оливу. Негативно заряджені частки є донорами електронів. Це важливо з погляду їхньої взаємодії з атомарним воднем  $\text{H}^+$ , що утворюється при трибодеструкції вуглеводнів оливи [Г.Хайніке. Трибохімія - М. Мир, 1987, с. 541-546].

Позитивні частки - акцептори електронів. Адсорбуючись на негативно заряджених центрах поверхні тертя, такі частки перешкоджають навуголюванню металу, зменшуючи в такий спосіб т.зв. «водневе зношення», що є одним з головних механізмів зносу при терті в присутності вуглеводневих оливи [Справочник по триботехнике т. 1. Теоретические основы - М. Машиностроение, Варшава. ВКЛ, 1989, с. 304-323]. Таким чином,

наявність у мастильній композиції негативних часток перешкоджає нагромадженню в мастилі активного водню, а наявність позитивних часток - перешкоджає проникненню водню в решітку металу і пов'язаними з цим явищами трибокорозії та зносу

У процесі тертя агрегати часток, що сформувалися за рахунок електростатичних сил, з різними знаками руйнуються в зонах трибоконтактів, і індивідуальні заряджені частинки діють у відповідності зі своїм знаком заряду, як описано вище

Зменшення частки негативно заряджених частинок менше 60% приводить до відносного збільшення зносу. Деякою мірою це можна порівняти зі зниженням загальної концентрації УДА в мастильній композиції

Зменшення частки позитивно заряджених частинок менше 10% також погіршує протизношувальні властивості мастильної композиції

У залежності від призначення мастильної композиції сумарна концентрація алмазних частинок у мастильній основі може складати від 0,01% до 5%(мас). При зниженні сумарної концентрації алмазних частинок менше 0,01% антифрикційні і протизношувальні ефекти виражені слабо. Підвищення сумарної концентрації більш 5% не дає додаткових триботехнічних ефектів, при цьому необґрунтовано підвищується вартість мастильної композиції. Як мастильну основу можуть бути використані рідкі оливи (мінеральні, синтетичні, напівсинтетичні) і консистентні змащення. Мастильна основа може містити традиційні компоненти, що забезпечують комплекс стандартних експлуатаційних характеристик. Алмазні частки двох видів

заряду, узяті в пропорції, що заявляється, один до другого, забезпечують підвищення коїдності стабільності і поліпшення протизношувальних і антифрикційних властивостей мастильної композиції, як це наведено в прикладах

#### Приклад 1

У мінеральну оливу додають 0,1% ультрадисперсного вуглецевого алмазистого порошку, що складає з 10% позитивно заряджених часток і 90% негативно заряджених часток

Випробування проводять на машині тертя СМЦ-2 (пари тертя «сталь-бронза»). Результати випробувань наведені в таблиці 2 (дослідна композиція 1)

#### Приклад 2

У мінеральну оливу додають 0,1% ультрадисперсного вуглецевого алмазистого порошку, що складає з 40% позитивно заряджених часток і 60% негативно заряджених часток

Випробування проводять на машині тертя СМЦ-2 (пари тертя «сталь-бронза»). Результати випробувань наведені в таблиці 2 (дослідна композиція 2)

#### Приклади 3-5

У мінеральну оливу додають 0,1% ультрадисперсного вуглецевого алмазистого порошку, з вмістом 3%, 30%, 45% позитивно заряджених часток і 95%, 70%, 55% негативно заряджених часток відповідно

Випробування проводять на машині тертя СМЦ-2 (пари тертя «сталь-бронза»). Результати випробувань наведені в таблиці 2 (дослідні композиції 3, 4, 5)

Таблиця 2

№ прикладу	Матеріал пари тертя	Мастильна олива	Максим. питоме навант., МПа	Коефіцієнт тертя при максим. навантаженні	Сумарне зношення зразків за час випробування, мкм	Максим. температура зразка, К	Максим. температура оливи, К
	сталь-бронза	Мінеральна олива	1,55	0,085	43	385	345
1	сталь-бронза	Дослідна композиція 1	2,40	0,035	22	358	329
2	сталь-бронза	Дослідна композиція 2	2,15	0,030	18	332	318
3	сталь-бронза	Дослідна композиція 3	2,35	0,050	25	338	320
4	сталь-бронза	Дослідна композиція 4	2,85	0,018	15	328	316
5	сталь-бронза	Дослідна композиція 5	2,15	0,034	27	347	335

#### Приклади 6-10

У мінеральну оливу додають 0,005%, 0,01%, 0,5%, 1,2% ультрадисперсного вуглецевого алмазистого порошку, що складає з 30% позитивно заряджених часток і 70% негативно заряджених часток

Випробування проводять на машині тертя СМЦ-2 (пари тертя «сталь-бронза»). Результати випробувань наведені в таблиці 3 (дослідні композиції 6, 7, 8, 9, 10)

Таблиця 3

№ прикладу	Мастильна олива	Вміст добавки, %	Коефіцієнт тертя при навантаженні					Об'ємна температура тертя, °С, при навантаженні				
			2 МПа	3 МПа	4 МПа	6 МПа	8 МПа	2 МПа	4 МПа	6 МПа	8 МПа	10 МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Мінеральна олива	-	0,075	0,061	0,051	0,042	0,036	298	303	310	317	326

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	Дослідна композиція 6	0,05	0,075	0,060	0,051	0,040	0,033	298	305	310	316	325
7	Дослідна композиція 7	0,01	0,042	0,052	0,045	0,036	0,029	298	306	311	315	319
8	Дослідна композиція 8	0,5	0,038	0,044	0,038	0,029	0,022	298	304	308	312	316
9	Дослідна композиція 9	1,0	0,036	0,036	0,031	0,026	0,019	298	304	307	309	311
10	Дослідна композиція 10	1,2	0,031	0,032	0,027	0,021	0,011	298	302	307	309	312

#### Приклади 11-12

До моторної оливи М14В2 додають 1%, 2% ультрадисперсного вуглецевого алмазистого порошку з вмістом 30% позитивно заряджених часток і 70% негативно заряджених часток (дослідні композиції 11, 12)

Випробування проводять на машині тертя СМЦ-2 за схемою диск (матеріал колінчатого валу тепловозного двигуна) - колодка (матеріал вкладишу) Робочі поверхні зразків колінвалу (Ø50мм) з високоміцного магнієвого чавуну зміцнюють електроіскровим легуванням за технологією виготовлення колінвалів тепловозних двигунів Зразки вкладишів являють собою сегменти біметалічних вкладишів з робочим шаром зі сплаву АТ 20-1, площа робочої поверхні яких складає 2 див2 Змащення здійснюють за методом занурення рухливого контртіла (диска) в оливу Знос визначають ваговим методом з точністю до  $1 \cdot 10^{-4}$  г Результати випробувань приведені в таблиці 4

Таблиця 4

Олива	Знос диска ЖС, г/м	Знос колодки ЖС, г/м
М14В2	3,4 $10^{-8}$	0,9 $10^{-8}$
Дослідна композиція 11	2,3 $10^{-8}$	0,2 $10^{-8}$
Дослідна композиція 12	1,8 $10^{-8}$	0,3 $10^{-8}$

#### Приклади 13-15

№ п/п	Мастильна композиція	90%-й ресурс		Динамічна вантажопід'ємність	
		час	%	Н	%
1	Літол-24	195	101	28100	100
2	Дослідна композиція 13	232	120	32315	115
3	Дослідна композиція 14	260	135	35406	126
4	Дослідна композиція 15	259	134	35288	126

Наведені приклади показують, що мастильна композиція, що заявляється, має підвищені протизношувальні властивості на 20-35% і поліпшені антифрикційні характеристики на 15-26% Збільшення концентрації алмазних часток більш 5% у мастильній основі (дослідна композиція 15) не дає додаткового технічного ефекту, однак підвищує вартість мастильної композиції, що недоцільно

#### Приклад 16

До консистентного мастила «Літол-24» додають 3%, 5%, 6% ультрадисперсного вуглецевого алмазистого порошку з вмістом 25% позитивно заряджених часток і 75% негативно заряджених часток (дослідні композиції 13, 14, 15)

Випробування проводять на випробувальному стенді ВНДДНП-543 відповідно до ДСТ 520-89 (перевірка 90%-го ресурсу) і ДСТ 7242-81 (динамічна вантажопід'ємність) для підшипників кулькових радіальних однорядних 2-ї розмірної групи з діаметром отворів від 15 до 30мм

#### Режим випробування

динамічна вантажопід'ємність, Н	28100
радіальне навантаження, Н	7061
частота обертання внутрішнього кільця, про/хв	3000
базова довговічність	62,997 млн про, 350 годин
коефіцієнт корекції розрахункова (скоректована) довговічність	A23 = 0,55
встановлений безвідмовний наробіток	193 години
	40,5 години

Результати випробування наведені в таблиці 5

Таблиця 5

До моторної оливи М-8В додають 0,03% ультрадисперсного вуглецевого алмазистого порошку, що містить 20% позитивно заряджених часток і 80% негативно заряджених часток (дослідна композиція 16), після чого отриману мастильну композицію заливають як моторну оливу в автомобіль Москвич, двигун М-412 ІЕ

Проводять виміри за витратою палива і технічним станом двигуна внутрішнього згоряння Випробування по витраті палива проводять на мірній

ділянці дороги 25км при швидкості 80км/годину з використанням мірного бачка з ціною поділу 50 див3 (0,05л) На кожному етапі випробувань прово-

дять два заїзди (туди і назад) , результати вимірів витрати палива усереднюють Результати наведені в табл 6

Таблиця 6

№ п/п	Мастильна композиція	Витрати палива, л				Зниження витрат палива, %
		туди	назад	середнє	на 100км	
1	Моторне масло М-8В	1,85	1,9	1,875	7,50	-
2	Дослідна композиція 16, пробіг 1940км	1,80	1,87	1,835	7,34	2,1
3	Дослідна композиція 16, пробіг 10000км	1,78	1,84	1,810	7,24	3,5

Мастильна композиція має поліпшені антифрикційні властивості, що підтверджується зниженням витрати палива на 2,1-3,5% у порівнянні з базовим моторним мастилом

Випробування за технічним станом двигуна внутрішнього згоряння проводять шляхом виміру

компресії (ступеня стиску) у циліндрах двигуна при його роботі на штатній моторній мастилі М-8В, а також на дослідній композиції 16 при пробігу 1,4, 3,0, 4,0 і 10 тис км Результати вимірів компресії наведені в табл 7

Таблиця 7

№ п/п	Мастильна композиція, пробіг, км	Компресія, кгс/см2, циліндри					Збільшення середньої компресії, %
		1	2	3	4	середнє значення	
1	Моторне масло М-8В 0	9,5	9,2	9,0	8,5	9,05	-
2	Дослідна композиція 16 1395	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	4,9
3	Дослідна композиція 16 2950	10,4	10,0	10,6	10,3	10,3	13,8
4	Дослідна композиція 16 4040	10,6	11,0	10,4	11,0	10,75	18,8
5	Дослідна композиція 16 10000	10,5	10,9	10,4	10,9	10,68	18,0

Таким чином, мастильні композиції, що складаються з мастильної основи і вуглецевої присадки, що містить ультрадисперсні частки алмазу і різними знаками заряду поверхні, узятими в співвідношенні, що заявляється, 10-40% позитивно і 60-90% негативно заряджених частинок, забезпечують поліпшені експлуатаційні характеристики індустріальних, моторних масел і мастил, завдяки підвищеним антифрикційним і протизношувальним властивостям

На підставі вищевикладеного, просимо прийняти до розгляду наступну формулу винаходу

Мастильна композиція, що складається з мастильної основи і вуглецевої присадки, що містить ультрадисперсні частки алмазу, яка відрізняється тим, що 10-40% часток мають позитивний заряд поверхні, а 60-90% часток - негативний заряд поверхні, причому сумарна концентрація алмазних часток у мастильній основі складає 0,01-5%

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71