



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **81624** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**C10M 107/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2012 14211</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>13.12.2012</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.07.2013</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.07.2013, Бюл.№ 13</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Свідерський Владислав Петрович (UA), Кириченко Людмила Мефодіївна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016 (UA)</b></p>
--	---

**(54) АНТИФРИКЦІЙНА КОМПОЗИЦІЯ "ФЛУБОН-15ППМ"**

**(57) Реферат:**

Антифрикційна композиція, яка містить політетрафторетилен і волокнистий вуглецевий наповнювач, при змінних граничних навантаженнях в вологих, сухих і агресивних середовищах як волокнистий вуглецевий наповнювач вона містить вуглецеве волокно елементного складу. Композиція містить вуглецеве волокно у складі, мас. %: вуглець - 49-90,0, водень - 0,1-3,5, кисень - 0,1-9,5, бор - 0,08-4,8, фосфор - 0,1-4,7, зола - 4,5-25,3, з нанесенням на його поверхню покриття складу, мас. ч.: фторопласт 4МБ - 100,0, нітрид бору - 0,3-0,5, графіт С - 1-5-10,0, ламінарна сполука графіту, яка інтеркальована FeCl<sub>3</sub> 1-5, оксид хрому 1-1,5, дифенілсиландіол 0,05-0,5, товщиною 70-80 мкм, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

політетрафторетилен	55-95
волокнистий вуглецевий наповнювач	45-5.

UA 81624 U



Корисна модель належить до антифрикційних матеріалів на основі полімерів і може бути використаний в компресоробудуванні, автомобілебудуванні та загальному машинобудуванні як матеріал для ущільнюючих елементів, підшипників ковзання і інших елементів вузлів тертя.

Відома [1] антифрикційна композиція флубон-15, яка містить політетрафторетилен або поліетилен низького тиску і волокнистий вуглецевий наповнювач при змінних граничних навантаженнях в вологих, сухих і агресивних середовищах, як волокнистий вуглецевий наповнювач вона містить вуглецеве волокно у складі, мас. %: вуглець 49-90,0, водень - 0,3-3,5, кисень 0,1-9,5, бор - 0,08-4,8; фосфор - 0,1-4,7; зола 4,5-25,3, при наступному співвідношенні компонентів, в мас. %: політетрафторетилен або поліетилен низького тиску 55-95, волокнистий вуглецевий наповнювач 45-5.

Відома [2] антифрикційна композиція "флубон - 15ПП" містить політетрафторетилен або поліетилен низького тиску і волокнистий вуглецевий наповнювач при змінних граничних навантаженнях, сухих і агресивних середовищах, як волокнистий вуглецевий наповнювач вона містить вуглецеве волокно у складі, мас. %: вуглець - 49-90,0; водень - 0,3 3,5; кисень 0,1-9,5; бор - 0,08-4,8; фосфор 0,1 4,7, зола 4,5-25 з нанесенням на його поверхню покриття з поліетилену низького тиску або фторопласта 4МП товщиною 30-40 мкм при наступному співвідношенні компонентів, мас. %: політетрафторетилен або поліетилен низького тиску 55-95, волокнистий вуглецевий наповнювач 45-5.

Ці композиції мають такі недоліки: при навантаженні в вузлі більше 10 МПа різко зменшується зносостійкість і спостерігається пластичне деформування матеріалу, недостатньо висока міцність граничних шарів між політетрафторетиленом і вуглецевим волокном, що не дозволяє наповнювачу в повній мірі реалізувати свої армуючі характеристики.

Для збільшення адгезійної взаємодії на границі розділу "матриця-наповнювач" запропоновано на поверхню вуглецевого волокна шляхом електростатичного напилення нанести спеціальне фторопластове покриття [3]. В порошковій композиції покриття оптимізовано процентним складом модифікуючих добавок. Також для забезпечення високого рівня експлуатаційних властивостей покриття разом із зміною складу і співвідношенням між компонентами розроблені оптимальні технологічні параметри: гранулометричний склад, температура оплавлення, час термообробки. Розмір частинок порошкової композиції в значній мірі впливає на процес отримання композицій і їх якість. Дослідження показали, що в складі порошкової композиції оптимальний розмір частинок складає 40-80 мкм [4]. Підвищення адгезійних властивостей покриття до вуглецевого волокна досягається за рахунок введення до його складу графіту С-1 [5] і ламінарної сполуки графіту, що інтеркальована  $FeCl_3$  [6]. Чим більша температура оплавлення тим кращі адгезійні характеристики і якість покриття. Суттєвою перевагою даного покриття є те, що немодифікований порошковий фторопласт 4МБ починає розкладатись при 360 °С, а запропонована композиція може бути нагріта до 370 °С на протязі однієї години, і при цьому суттєвої деструкції не відбувається. Термостійкість покриття зростає за рахунок введення до складу оптимальних кількостей оксиду хрому (1,0-1,5 м.ч.) і дифенілсиландіолу (0,05-0,5 м.ч.).

Приклад виконання: Вуглецева тканина перед нанесенням покриття промивається і висушується. 100 г фторопласта 4МБ, 0,4 г нітриду бору, 75 г графіту С-1, 3 г ламінарної сполуки графіту, яка інтеркальована  $FeCl_3$ , 1,25 г оксиду хрому і 0,25 дифенілсиландіолу перемішували в млинку МРП-1 протягом 6 хвилин. Після цього виконували фракціонування порошку з метою отримання фракції 40-80 мкм композиції. Перед нанесенням композицію піддавали термообробці протягом однієї години при 150 °С. Нанесення покриття на поверхню вуглецевої тканини здійснювали способом електростатичного розпилення порошку першого шару при напруженості електричного поля 50 кВ, а для наступних шарів при напруженості 60-70 кВ.

Після цього вуглецеву тканину з нанесеним покриттям поміщали в нагрівальну піч для оплавлення, де витримували при температурі 360-370 °С протягом двох годин. Після цього вуглецеву тканину охолоджували до кімнатної температури з швидкістю 30-40 °С за годину [3].

Отримане покриття має робочу товщину 60-70 мкм; адгезійну міцність 300 Н/м<sup>2</sup>, термостійкість (втрата маси складає 0,1 мг) при 360 °С.

Композицію отримують таким чином: порошок політетрафторетилену замішують в лопатовому змішувачі при температурі нижче 10 °С на протязі 10 хвилин з подрібненим до 5-500 мкм вуглецевим волокном складу, мас. %: вуглець 49,5-90,0 водень - 0,1-3,5, кисень 0,1-9,5, бор 0,08-4,8, фосфор 0,1-4,7, зола 4,5-25,5 з нанесеним електростатичним напиленням спеціальним фторопластовим покриттям [3]. Отриману композицію додатково подрібнюють в дисмембраторі з продуктивністю 10 кг/год., 5-20000 об/хв. Після цього композицію переробляють в вироби методом порошкової металургії.

Вуглецеве волокно отримують за такою технологією: гідратцелюлозну тканину обезжирюють 5-10 % водним розчином тринатрійфосфату, промивають 30 хв в гарячій воді при температурі 70-90 °С і після цього обробляють 1-15 % розчином суміші каталізаторів карбонізації тетраборнокислого натру і діамонійфосфату, взятих в співвідношенні від 3:7 до 7: 3. Після сушіння при температурі 100-120 °С вихідний матеріал термообробляють при 450 °С в трубчатій печі опору типу Таммана в середовищі  $\text{CH}_4$  (кількість сушінь і просякнень дорівнює 1-5). Після цього температуру підвищують до 600-1880 °С з швидкістю 10-50 град/хв., виконуючи на кінцевих ступенях температур 600, 850, 1200, 1350, 1500, 1650, 1800 статичну термообробку. При необхідності після ступеня нагріву виконують відмивання водою, 2-10 % розчином сірчаної кислоти або їдкого натру. Склад отриманого волокна представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Елементний склад волокна, мас. %	Позначення отриманого волокна				
	1	1*	1**	11	A
Вуглець	59,5	59,5	59,5	94,0	60,0
Водень	3,0	3,0	3,0	0,2	2,5
Кисень	8,5	8,5	8,5	0,1	8,5
Бор	3,8	3,8	3,8	0,1	3,5
Фосфор	3,7	3,7	3,7	0,1	3,5
Зола	21,5	21,5	21,5	5,5	21,0

1\* - вуглецеве волокно складу 1 з нанесеним покриттям фторопласта 4МП [2].

1\*\* - вуглецеве волокно складу 1 з нанесеним спеціальним фторопластовим покриттям [3].

Приклади конкретного виконання і інтенсивності зносу отриманого матеріалу приведені в табл. 2.

15 Приклади конкретного виконання і механічні характеристики отриманого матеріалу приведені в табл. 3, 4.

20 Знос матеріалів визначали при змінному граничному питомому навантаженні, нормальному навантаженні 100 Н, швидкості ковзання 0,3 м/с, температура 323 К по сталі 30 × 14 (твердість  $\text{HV}=4,2$  ГПа, вихідна шорсткість  $R_{a0}=0,22\pm 0,02$  мкм) на ділянці шляху тертя 2-18 км (граничні питомі навантаження) після припрацювання (2 км), зразок діаметром 10 мм з кінцевою сферою діаметром 12,7 мм.

Механічні характеристики: міцність і модуль пружності при розтягу визначали згідно з ГОСТ 1126280/3/, міцність і модуль пружності при стискуванні згідно з ГОСТ 4681-82/41, а міцність і модуль пружності при згинанні з ГОСТ 4648-71/5.

25 В табл. 5 і 6 приведені склади композицій і порівняльні дані по зносостійкості і механічних характеристиках матеріалів на основі композиції на винахід і прототипу.

30 Розроблені антифрикційні матеріали " Флубон - 15ППМ " пройшли успішну виробничу апробацію на Хмельницькому заводі ТЕМП, ДП "Оболонь" "Красилівське" Хмельницької обл., Сумський науково-технічний центр м. Суми, НВП "КРІОН" м. Дніпропетровськ.

Таблиця 2

Концентрац. волокна в композиції, мас. %	Інтенсивність зносу антифрикційного матеріалу на основі ПТФЕ, що містить вуглецеве волокно складу ( $\times 10^{-7}$ мм <sup>3</sup> /Н·м)				
	1	1*	1**	A	11
0	11330	11330	11330	11330	11330
2	2,9	1,5	1,0	3,9	5,2
25	2,4	1,3	0,65	2,5	5,3
30	2,9	1,0	0,5	1,6	10,2
35	-	-	-	-	-
40	6,5	5,3	2,65	10,5	22,7
45	10,4	7,0	3,5	16	33,2
50	39,5	18,0	9,4	21,5	75,6

Таблиця 3

Концентрац. вуглецевого волокна в ПТФЕ, мас. %	Міцність антифрикційного матеріалу на основі ПТФЕ, що містить вуглецеве волокно, МПа, при									
	Розтягу					Стискуванні				
	1	1*	1**	A	11	1	1*	1**	A	11
0	14-35	14-35	14-35	14-35	14-35	12	12	12	12	12
5	15	21	26	15,5	14,5	13	20	25	13,2	13,0
15	16-24	27	33	16	15	14	28	35	14	14
20	17-26	30-35	37-43	18-25	16-20	15-30	35-45	43-53	15-16	15-24
25	16-24	28-33	35-41	17-23	14-18	14-28	33-38	41-46	14-27	13-22
45	18-22	26-30	31-37	16-22	15-21	13-24	30-36	37-43	13-25	13-20

Таблиця 4

Концентрац. вуглецевого волокна в ПТФЕ, мас. %	Модуль пружності антифрикційного матеріалу на основі ПТФЕ, що містить вуглецеве волокно, МПа, при									
	розтягу					стискуванні				
	1	1*	1**	A	11	1	1*	1**	A	11
0	410	410	410	410	410	700	700	700	700	700
5	485	520	540	515	512	710	715	720	712	710
15	650	900	1080	660	620	750	780	810	750	740
20	750-1200	1300-1500	1500-1650	750-1100	700-900	650-850	900-1200	1100-1350	700-800	700-750
25	740-1100	1250-1300	1350-1400	720-1000	680-850	700-830	850-1150	1000-1200	700-780	700-730
45	850	1100	1250	840	800	750	800	830	740	730

Таблиця 5

Приклад	Політетрафторетилен, мас. %	Наповнювач, мас%	S <sub>2</sub> =2-18 км.		
			Питоме навантаження на початку тертя, МПа	Інтенсивність зносу (×10 <sup>7</sup> ) мм <sup>3</sup> /Н·м	Питоме навантаження в кінці тертя, МПа
1* Прототип	80	20 вуглец. в-но	10,0	1,5	9,2
2*	80	20 вуглец. в-но за корисною моделлю	10,5	0,75	9,0

Таблиця 6

Приклад	Політетрафторетилен, мас%	Наповнювач мас%.	Міцність, МПа, при		Модуль пружності МПа, при	
			розтягу	стискуванні	розтягу	стискуванні
1 Прототип	80	20 вуглец. в-но	30-35	35-45	1300-1500	900-1200
2*	80	20 вуглец. волокно за корисною моделлю	37-43	43-53	1500-1650	1100-1350

5

- Джерела інформації:
1. Авторське свідоцтво СРСР № 1244933
  2. Деклараційний патент на винахід № 63818, Україна, МПК С 1 ОМІ07/18, МПК С 10М 107/28, Антифрикційна композиція "Флубон - ГТП" /Свідерський В.П., Кириченко Л.М., Кириченко

В.І., Заявник і патентоутримувач Хмельницький національний університет, № 63818, заяв. 16.07.2003; опубл. 15.01.2004. Бюл. № 1.

3. Деклараційний патент на винахід № 72451 Україна, МПК С 09 Д127/18, МПК С09Р5/03, Антиадгезійне зносостійке покриття /Свідерський В.П., Кириченко Л.М. Заявник Хмельницький національний університет, заявл. 01.12.2011, опубл. 27.08.2012. Бюл. № 16.

4. Охлопкова А.А. Модификация полимеров ультрадисперсными соединениями. /А.А. Охлопкова, О.А. Андрианова, С.Н. Попов. - Якутск: Я.СОРАН.-2003.-247 с.

5. Защитные покрытия из порошков фторполимеров./ [Мулин Ю.А., Колисниченко В.В., Ермакова Л.П. и др.]. Л.: ЛДНТП., 1985.-24 с. - (Серия - Пластмассы и их применение в промышленности).

6. Использование ламинарных соединений графита с хлористым железом в качестве наполнителя полимерных систем. /В.В. Коршак, М.Э. Волькин, И.А. Грибова и др. // Пластические массы.-1973. - № 1 - с. 20-23

15

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Антифрикційна композиція, яка містить політетрафторетилен і волокнистий вуглецевий наповнювач, при змінних граничних навантаженнях в вологих, сухих і агресивних середовищах як волокнистий вуглецевий наповнювач вона містить вуглецеве волокно елементного складу, яка **відрізняється** тим, що композиція містить вуглецеве волокно у складі, мас. %: вуглець - 49-90,0, водень - 0,1-3,5, кисень - 0,1-9,5, бор - 0,08-4,8, фосфор - 0,1-4,7, зола - 4,5-25,3, з нанесенням на його поверхню покриття складу, мас. ч.: фторопласт 4МБ - 100,0, нітрид бору - 0,3-0,5, графіт С - 1-5-10,0, ламінарна сполука графіту, яка інтеркальована  $FeCl_3$  1-5, оксид хрому 1-1,5, дифенілсиландіол 0,05-0,5, товщиною 70-80 мкм, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

політетрафторетилен	55-95
волокнистий вуглецевий наповнювач	45-5.

---

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

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