



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **86585** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
C08K 3/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 06086	(72) Винахідник(и): Покришко Ганна Андріївна (UA), Дробот Ольга Савівна (UA), Підгайчук Світлана Ярославівна (UA), Яворська Наталія Михайлівна (UA), Сатринська Ліна Людвігівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.05.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.01.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2014, Бюл.№ 1	(73) Власник(и): ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016 (UA)

(54) КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

(57) Реферат:

Композиційний матеріал, армований вуглецевими волокнами з попередньо нанесеними композиційними електролітичними покриттями (КЕП) на основі нікелю з добавками нанорозмірних нітридів, причому на вуглецеве волокно у вигляді ниток наносять композиційні електролітичні покриття (КЕП0 на основі нікелю з добавкою нанодисперсних нітридів силіцію або суміші нанодисперсних нітридів титану, силіцію і ітрію, при наступному співвідношенні компонентів в електролітах для КЕП: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 250-300 г/л; $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - 50-60 г/л; H_3BO_3 - 30 г/л; бутиндіол - 0,5 г/л; фталімід - 0,08-1,2 г/л; сахарин - 1,2 г/л; нанодисперсна фаза - Si_3N_4 - 6 г/л або суміш нанопорошків $\text{TiN}+\text{Si}_3\text{N}_4+\text{Y}_2\text{O}_3$ - 6 г/л. Після чого нитки ріжуть на відрізки довжиною 1-2 мм, змішують з розчином зв'язуючого (суміш епоксидіанової смоли та пластифікатора (бензофенол ЕБФ)), при цьому наповнення складає 50-70 %, а одержаний препрег заправляють в прес-форму і під тиском в 0,2 МПа одержують зразки, які витримують при кімнатній температурі близько 12 годин, після чого подальше затвердіння полімерної матриці проводять в термостаті при температурі 160 °С без навантаження.

UA 86585 U

Корисна модель належить до композиційних матеріалів (КМ) на основі епоксидних смол та волокнистого наповнювача, які можуть знайти застосування в машинобудуванні як підшипники ковзання без використання мастильних речовин, а також втулок, вкладишів, ущільнювальних кілець і інших виробів, здатних працювати в важконавантажених вузлах в умовах сухого тертя, при підвищених температурах і в агресивних середовищах.

Відомим є полімеркомпозиційний матеріал антифрикційного призначення (патент України №60554 А С08К 3/00) наступного складу, мас. ч.:

епоксидна смола	100,
поліетиленполіамін	10-12,
вуглеволокно	1-3;
титан	3-10,
фторопласт	12-20,
лускатий графіт	6-10.

В даному КМ ультрадисперсний фторопласт і лускатий графіт забезпечують функцію твердого мастила, подрібнене механічним способом вуглеволокно виконує армуючу і мастильну функції, а порошок титану підвищує конструкційну міцність та теплофізичні характеристики системи. Коефіцієнт тертя 0,11-0,16 за умов: швидкість ковзання 0,3 м/с, навантаження 0,75 МПа, матеріал контртіла - Сталь 45, шлях тертя без мастила - 1000 м [1].

Відомим є високоміцний антифрикційний композиційний матеріал (патент України № 74605 С08L77/00), який отримується спільною конденсацією резольного фенолоформальдегідного і епоксидного олігомерів та застосування комбінованого наповнювача у виді суміші рубаних синтетичних волокон: поліоксадіазольного, поліамідобезімідазольного, аліфатичного поліаміду і вуглецевого волокна з наступним співвідношенням компонентів, мас. %:

фенолоформальдегідний олігомер	15-40
епоксидний олігомер	10-25
поліоксадіазольне волокно	3-40
поліамідобензимидазольне волокно	3-35
поліамідне волокно	5-15
вуглецеве волокно	6-23
графіт	2-10.

Коефіцієнт тертя КМ становить 0,14-0,15 при швидкості ковзання 2,5 м/с та навантаженню 2,5 МПа; термостійкість - 164-190 °С [2].

Для роботи в важко навантажених вузлах та при підвищених температурах КМ потрібні вищі антифрикційні та теплофізичні характеристики.

Найбільш близькою до заявленого технічного рішення є полімерна композиція на основі ароматичного поліаміду (фенілону) з вуглецевими волокнами, які мають вуглецеве покриття (Патент України № 77599 С08L 77/00 С08К 7/00 С08К 3/00 С08L 75/00, прототип) з наступним співвідношенням компонентів, мас. %:

фенілон	70-95
вуглецеві волокна з вуглецевим покриттям	5-30

[3].

Вуглецеве волокно з вуглецевим покриттям порівняно з чистим вуглецевим волокном має більш високу термоокислюючу стійкість (приблизно на порядок) та покращені фізико-механічні властивості (на 5-15 %). Твердість по Брінелю КМ становить 270-274 МПа, коефіцієнт тертя при швидкості ковзання 1 м/с та навантаженні 0,6 МПа - 0,20-0,48, при навантаженні 1 МПа - 0,09-0,20.

Однак, отримання вказаних композиційних матеріалів має технологічні складності, підготовка інгредієнтів композиційних матеріалів є досить енергоємними процесами. Також вказані КМ мають невисоку твердість.

Задачею корисної моделі є усунення вказаних недоліків.

Поставлена задача вирішується тим, що композиційний матеріал (КМ), що пропонується, на основі епоксидної смоли, армований вуглецевим волокном з попередньо нанесеними композиційними електролітичними покриттями (КЕП) на основі нікелю з добавками нанорозмірних нітридів, відрізняється тим, що на вуглецеве волокно, у вигляді ниток, наносять КЕП на основі нікелю з добавкою нанодисперсних нітридів силіцію; або суміші нанодисперсних нітридів титану, силіцію і ітрію. Співвідношення компонентів в електролітах для КЕП наступне: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 250-300 г/л; $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - 50-60 г/л; H_3BO_3 -30 г/л; бутиндіол - 0,5 г/л; фталімід -

0,08-1,2 г/л; сахарин - 1,2 г/л; нанодисперсна фаза - Si_3N_4 -6 г/л або суміш нанопорошків $\text{TiN}+\text{Si}_3\text{N}_4+\text{Y}_2\text{O}_3$ -6 г/л.

Склад композиційних матеріалів подано в табл. 1

Таблица 1

Номер зразка	Склад наповнювача	Відсотковий склад наповнювача: вуглецеве волокно/покриття, мас. %	Відсотковий склад КМ: наповнювач/зв'язуюче, мас. %
	Вуглецеве волокно з КЕП $\text{Ni}+\text{Si}_3\text{N}_4$	47/53	70/30
	Вуглецеве волокно з КЕП $\text{Ni}+\text{Si}_3\text{N}_4$	47/53	50/50
	Вуглецеве волокно з КЕП $\text{Ni}+\text{TiN}+\text{Si}_3\text{N}_4+\text{I}_2\text{O}_3$	45/55	68/32
	Вуглецеве волокно з КЕП $\text{Ni}+\text{TiN}+\text{Si}_3\text{N}_4+\text{I}_2\text{O}_3$	45/55	48/52
	Вуглецеве волокно з гальванічним Ni	50/50	50/50
	Вуглецеве волокно з гальванічним Ni	50/50	67/33

5

КМ отримують наступним способом.

На вуглецеве волокно, яке підготовлене у вигляді ниток, наносять електролітичні покриття на основі нікелю (для порівняння) та КЕП на основі нікелю з добавкою нанодисперсних нітридів. Після чого нитки ріжуть на відрізки довжиною 1-2 мм, змішують з розчином зв'язуючого (суміш епоксидіанової смоли та пластифікатора (бензофінол ЕБФ)). Наповнення складає 50-70 %.

10

Одержаний препрег заправляють в прес-форму і під тиском в 0,2 МПа одержують зразки.

Одержані зразки витримують при кімнатній температурі близько 12 годин. Подальше затвердіння полімерної матриці проводять в термостаті при температурі 160 °C без навантаження.

15

Результати випробувань КМ подані в таблиці 2.

Випробування на знос проводили на установці ЗНМ-25 при наступних вихідних даних і режимах [4, 5, 6]: зразки з композиційного матеріалу, армованого вуглецевими волокнами, з нанесеним покриттям, контртіло - куля із сталі ШХ15 діаметром 12,7 мм; схема контакту: сфера-площина; навантаження - 1 МПа; амплітуда переміщення - 2 мм; тривалість випробувань - 2 години; випробування проведені в режимі без мастила; загальний шлях тертя - 65 м.

20

Таблица 2

Склад наповнювача	Відсотковий склад КМ: наповнювач/зв'язуюче, мас. %	Твердість, МПа	Тепло-стійкість за Мартенсом, °C	Антифрикційні властивості	
				Зношування, U_w , мм [4, 5, 6]	Коефіцієнт тертя
Вуглецеве волокно + КЕП $\text{Ni}+\text{Si}_3\text{N}_4$	70/30	543	220	15,23	0,09
Вуглецеве волокно + КЕП $\text{Ni}+\text{Si}_3\text{N}_4$	50/50	404	210	17,5	0,10
Вуглецеве волокно + КЕП $\text{Ni}+\text{TiN}+\text{Si}_3\text{N}_4+\text{I}_2\text{O}_3$	68/32	595	230	13,5	0,08
Вуглецеве волокно + КЕП $\text{Ni}+\text{TiN}+\text{Si}_3\text{N}_4+\text{I}_2\text{O}_3$	48/52	450	214	15,23	0,09
Вуглецеве волокно + гальванічний Ni	50/50	200	200	23,7	0,14
Вуглецеве волокно + гальванічний Ni	67/33	220	205	20,3	0,12

Продовження таблиці 2

Прототип	5-30/95-70	270-274	-	-	0,20-0,48 при P=0,6 МПа; v=1 м/с; 0,09-0,20 при P=1 МПа; v=1 м/с;
----------	------------	---------	---	---	---

Запропонований матеріал має вищу твердість в 1,5-2 рази, ніж КМ прототипу та нижчий коефіцієнт тертя.

5 Розроблений композит має вищі термофізичні властивості, притаманні металевим матеріалам, підвищення яких в запропонованому КМ, на відміну від відомого полімеркомпозиційного матеріалу антифрикційного призначення (патент України №60554 А С08К 3/00) [1], досягається завдяки більшому вмісту вуглецевих волокон з попередньо нанесеними КЕП, а не введенням порошку титану.

10 Наявність нановключень сприяє зменшенню анізотропії трибологічних властивостей КМ, та підвищенню їх твердості порівняно з КМ на основі вуглецевого волокна з покриттям гальванічного нікелю (в 2 рази).

Джерела інформації:

15 1. Савчук Петро Петрович, Кашицький Віталій Павлович, Маткова Ада Василівна. Антифрикційний полімер композиційний матеріал UA 60554 С08К 3/00 С08К 3/04 (2007.01) F16C 33/16 (2007.01)

20 2. Струк Василій Александровіч (ВУ); Костюковіч Геннадій Александровіч (ВУ); Кравченко Віктор Івановіч (ВУ); Овчинников Євгеній Віталєвич (ВУ); Семеняко Михайл Михайлович (ВУ); Ларін Іван Юрьєвич (ВУ) Композиційний матеріал для триботехнічних покриттів №74605 С08L 77/00 С09D 177/00; С08К 3/04 (2007.01)

3. Баштаник Петро Іванович, Криволапов Дмитро Сергійович Композиційний матеріал на основі поліаміду UA 77599 С08L 77/00 С08К 7/00 С08К 3/00 С08L 75/00.

4. Жесткий контакт шара и плоскости с износом /Кузьменко А.Г., Сытник С.В. Кузьменко Г.А. / Проблемы трибологии, 1998, № 2. - С. 21-40

25 5. Количественная оценка фреттинг-коррозии радиального подшипника при пульсирующей нагрузке. Сообщение 2 / А.Г. Кузьменко, Б.С. Волынский, Л.В. Заболотная // Пробл. Трибології. - 1998. - № 3. - С. 44-59.

6. Методы испытаний на зное /А.Г. Кузьменко, С.В. Сытник // Пробл. Трибології. - 1999. - № 2 (12). - С. 38-109.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Композиційний матеріал, армований вуглецевими волокнами з попередньо нанесеними композиційними електролітичними покриттями (КЕП) на основі нікелю з добавками нанорозмірних нітридів, який **відрізняється** тим, що на вуглецеве волокно у вигляді ниток наносять КЕП на основі нікелю з добавкою нанодисперсних нітридів силіцію або суміші нанодисперсних нітридів титану, силіцію і ітрію, при наступному співвідношенні компонентів в електролітах для КЕП: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 250-300 г/л; $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - 50-60 г/л; H_3BO_3 - 30 г/л; бутиндіол - 0,5 г/л; фталімід - 0,08-1,2 г/л; сахарин - 1,2 г/л; нанодисперсна фаза - Si_3N_4 - 6 г/л або суміш нанопорошків $\text{TiN}+\text{Si}_3\text{N}_4+\text{Y}_2\text{O}_3$ - 6 г/л, після чого нитки ріжуть на відрізки довжиною 1-2 мм, змішують з розчином зв'язуючого (суміш епоксидіанової смоли та пластифікатора (бензофенон ЕБФ)), при цьому наповнення складає 50-70 %, а одержаний препрег заправляють в прес-форму і під тиском в 0,2 МПа одержують зразки, які витримують при кімнатній температурі близько 12 годин, після чого подальше затвердіння полімерної матриці проводять в термостаті при температурі 160 °С без навантаження.

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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