



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114996** (13) **C2**

(51) МПК (2017.01)

C08K 3/38 (2006.01)

C08L 77/00

C08L 63/00

C01B 35/08 (2006.01)

C08J 5/16 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2016 07991**

(22) Дата подання заявки: **19.07.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **28.08.2017**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **25.01.2017, Бюл.№ 2**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **28.08.2017, Бюл.№ 16**

(72) Винахідник(и):
**Шелудько Євгеній Валентинович (UA),
Богомолів Юрій Іванович (UA),
Шелудько Володимир Євгенійович (UA),
Сушко Ніна Миколаївна (UA),
Паустовський Олександр Васильович
(UA),
Тельніков Євгеній Якович (UA),
Рудь Борис Михайлович (UA)**

(73) Власник(и):
**ІНСТИТУТ БІООРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ ТА
НАФТОХІМІЇ НАН УКРАЇНИ,
вул. Мурманська, 1, м. Київ-94, 02660 (UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:
Курдюмов А.В., Зелявский В.Б., Островская
Н.Ф. и др. Особенности реальной структуры
графитоподобного BN и его превращения в
вюрцитную модификацию при ударном
сжатии //Порошковая металлургия. - 1994. -
№ 9-10. - С. 62-66, 5 стор.
Щербакова Т.С., Макушкин А.П., Шебеко
М.П. и др. Оптимизация состава
антифрикционных материалов на основе
полиимидов //Пластические массы. - 1976. -
№ 6. - С. 40-42, 4 стор.
Маличенко Б.Ф., Цыпина О.Н. Полиамиды
на основе фторалкоксифенилендиаминов и
ароматических дикарбоновых кислот
//Высокомол. соединения. Сер. Б. - 1979. -
21, № 5. - С. 361-364, 5 стор.
RU2230759, C2, 20.06.2004, 4 стор.
Шелудько Е. В. Антифрикционные покрытия
на основе фторсодержащих компонентов/
Е. В. Шелудько// Наука та інновації. – 2007.
– том. 3.- с. 21, 1 стор.
UA31214, U, 25.03.2008, 3 стор.
SU1717602, A1, 07.03.1992, 2 стор.
RU2239645, C1, 10.11.2004, 4 стор.
US4898905, A, 06.02.1990, 5 стор.
GB869559, A, 31.05.1961, 3 стор.

**(54) КОМПОЗИЦІЯ ТВЕРДОГО ЗМАЩУВАЛЬНОГО ПОКРИТТЯ З БІНАРНИМ АНТИФРИКЦІЙНИМ
НАПОВНЮВАЧЕМ**

UA 114996 C2

(57) Реферат:

Даний винахід належить до композиції на основі фторованого ароматичного поліаміду, епоксидного олігомеру ЕД-20, антиоксидантів фенозан, N-феніл- β -нафтиламін та бінарної системи BN+фторопласт 4A як антифрикційний наповнювач.

Використання даної зшитої полімерної матриці та бінарної системи BN+фторопласт 4A як антифрикційного наповнювача призводить до позитивного ефекту, який полягає у суттєвому зменшенні коефіцієнта сухого тертя твердих змащувальних покриттів при високих навантаженнях ($\mu=0,07-0,06$ при $P=20\text{МПа}$, $v=0,86$ м/с).

Композиція твердого змащувального покриття з бінарним антифрикційним наповнювачем.

Актуальною проблемою сучасної промисловості є боротьба із зносом деталей машин та механізмів. Це обумовлює необхідність проведення інтенсивних досліджень і пошуку нових компонентів змащувальних матеріалів, добавок, які покращують їх експлуатаційні властивості.

Однак, деякі екстремальні умови експлуатації виключають можливість використання у трибоспрямленнях газоподібних, рідких або пластичних змащувальних матеріалів. Тому останнім часом значне розповсюдження здобуло створення твердих змащувальних покриттів (ТЗП) - композитів на основі термостійких полімерних матеріалів і твердих порошкоподібних високодисперсних наповнювачів.

Даний винахід належить до композиції на основі фторованого ароматичного поліаміду, епоксидного олігомеру, антиоксидантів та бінарної системи: гексагональний нітрид бору (α BN)+фторопласт 4А як антифрикційний наповнювач.

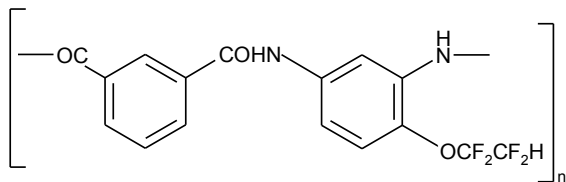
Вибір такої системи наповнювачів обумовлений тим, що гексагональний нітрид бору (α BN) має кристалічну структуру подібну до структури графіту, високу температуру плавлення (3000°C), тому він застосовується як високотемпературне тверде мастило [1, 2]. Прекрасні антифрикційні властивості фторопласту обумовлюють його застосування в якості підшипників без мастила [3]. Але ненаповнений фторопласт має низьку твердість, повзучість, та недостатню зносостійкість.

Описано застосування нітриду бору у композиціях з поліпропіленом [4], поліформальдегідом [5], поліімідної, [6]. Значення коефіцієнта тертя в цих композиціях становить 0,12-0,20.

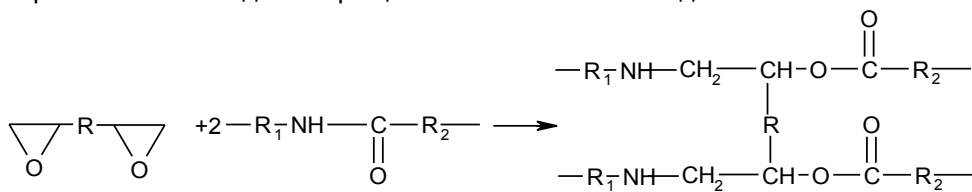
З літератури відомо, що ароматичні поліаміди, зокрема "фенілон" (полі-м-феніленізофталамід) мають доволі високий коефіцієнт сухого тертя 0,4-0,5 [7]. Це призводить до саморозігріву пар тертя, що визиває їх інтенсивний знос. Тому до складу композицій додають антифрикційні наповнювачі. Наприклад, додавання до фенілону BN від 10 до 50 мас. % призводить до незначного зниження коефіцієнта тертя до 0,30-0,38.

Як відомо [8], фторовані полімери мають високу хімічну стійкість, термостійкість, низьку поверхневу енергію. Останнє має велике значення для утворення поверхонь з низьким коефіцієнтом тертя. Тому нами у запропонованій композиції був використаний фторований термостійкий поліамід – полі-1-тетрафторетокси-2,4-феніленізофталамід, розроблений раніше [9].

Нижче наведена структурна формула поліаміду:



Шляхом взаємодії такого лінійного полімеру з епоксидним олігомером (ЕН-6 або ЕД-20) була одержана зшита матриця, теплостійкість якої була вища ~ на 100 К порівняно із лінійним полімером. Нижче наведена спрощена схема такої взаємодії:



Система "поліамід-епоксидний олігомер" була застосована нами як зв'язуюче матриці при створенні ТЗП. Крім зв'язуючої матриці, до складу композиції входять наступні компоненти: антифрикційні наповнювачі (фторопласт 4А, гексагональний BN), антиоксиданти (фенозан і N-феніл- β -нафтиламін), система розчинників - ацетон: диметилформамід (ДМФА) 7:3 (об.)

Як прототип нами була вибрана композиція на основі нефторованого ароматичного поліаміду фенілон і BN [7].

Задачею даного винаходу є одержання твердого змащувального покриття для роботи в умовах сухого тертя при високих навантаженнях.

Поставлена задача вирішується створенням композиції на основі полімерної теплостійкої матриці та бінарної системи нітрид бору+фторопласт 4А як антифрикційний наповнювач. Полімерна матриця являє собою фторований ароматичний поліамід - полі-1-тетрафторетокси-2,4-феніленізофталамід з добавкою 20 мас. % епоксидного олігомеру ЕД-20. Антифрикційний наповнювач - це суміш порошоків BN та фторопласту 4А.

У практичному відношенні запропонована композиція може знайти застосування у підшипниках сухого тертя в авіації (механізм керування крилами), а також як внутрішнє покриття пневмоциліндрів робототехнічних пристроїв.

Нижче наведено склад композиції.

5

Компонент	Маса, г	Мас. %
Ароматичний поліамід	0,8	16,06
ЕД-20	0,16	3,21
BN	0,4	8,03
Фторопласт 4А	0,19	3,82
Фенозан	0,04	0,80
N-феніл-β-нафтиламін	0,04	0,80
Розчинник: ацетон:ДМФА 7:3 (об.)	3,35	67,30

Ця суспензія наноситься на кільцеву поверхню (сталь Ст. 3). Твердіння покриття відбувається при 180-190 °С протягом 2 годин. Товщина покриття становить 0,15-0,25 мм.

10 Трибологічні дослідження проводять за схемою "кільце-кільце" на трибометрі ТРИБОТЕСТ при навантаженні 20 МПа та швидкості ковзання 0,86 м/с в умовах сухого тертя.

В таблиці наведені значення коефіцієнта тертя розробленої композиції у порівнянні з ароматичним поліамідом "Фенілон" з добавкою BN (10-50 мас. %).

Зразок	Коефіцієнт тертя (μ)
Фенілон	0,4-0,5
Фенілон+BN	0,30-0,38
Запропонована композиція	0,07-0,08

15 Таким чином, використання розробленої композиції на основі фторованого поліаміду, епоксидного олігомеру ЕД-20 та бінарної системи "BN+фторопласт 4А" як антифрикційного наповнювача приводить до позитивного ефекту, який полягає у зменшенні коефіцієнта сухого тертя майже у 4,3-4,7 разу у твердих змащувальних покриттях при високих навантаженнях.

Джерела інформації:

- 20 1. Самсонов Г.В. Неметаллические нитриды. - М.: Металлургия, 1969. – 265 с.
2. Курдюмов А.В., Зелявский В.Б., Островская Н.Ф. и др. Особенности реальной структуры графитоподобного BN и его превращения в вюрцитную модификацию при ударном сжатии //Порошковая металлургия. - 1994. - № 9-10. - С. 62-66
3. Паншин Ю.А., Малкевич С.Г., Дунаевская Ц.С. Фторопласты. Л.: Химия, 1978. – 232 с.
- 25 4. Полимерная композиция. Патент RU 2230759, опубл. 20.06.2004.
5. Полимерная антифрикционная композиция. Патент SU 1670911, опубл. 10.01.1996
6. Щербакова Т.С., Макушкин А.П., Шебеко М.П. и др. Оптимизация состава антифрикционных материалов на основе полиимидов //Пластические массы. - 1976. - № 6. - С. 40-42.
- 30 7. Соколов Л.Б., Герасимов В.Д., Савинов В.М. и др. Термостойкие ароматические полиамиды. - М.: Химия, 1975. – 256 с.
8. Уолл Л. Фторполимеры. - М.: Мир, 1975. – 448 с.
9. Маличенко Б.Ф., Цыпина О.Н. Полиамиды на основе фторалкоксифенилендиаминов и ароматических дикарбоновых кислот //Высокомолекулярные соединения. Сер. Б. - 1979. - 21, № 5. - С. 361-364.
- 35

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

40 Тверде змащувальне покриття на основі фторованого ароматичного поліаміду полі-1-тетрафторетокси-2,4-феніленізофталаміду, епоксидного олігомеру ЕД-20, антиоксидантів фенозан та N-феніл-β-нафтиламін та бінарної системи BN+фторопласт 4А як антифрикційний наповнювач для роботи в умовах сухого тертя при високих навантаженнях.

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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