



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81354 (13) C2

(51) МПК (2006)

C07F 1/00

C08L 77/00

C10M 139/00

C10M 141/00

C10M 125/02 (2006.01)

C08K 13/02 (2006.01)

C08K 5/00

C09D 7/12

C09D 177/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) КОМПЛЕКСНА СПОЛУКА МІДІ (II) НА ОСНОВІ N-АРИЛ- АБО N-АЛКІЛАМІДУ БЕНЗІМІДАЗОЛ-2-ТІОКАРБОНОВОЇ КИСЛОТИ ТА СКЛАД ДЛЯ АНТИФРИКЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ

1

2

(21) а200603012

(22) 21.03.2006

(24) 25.12.2007

(72) СИТАР ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, UA,
РАНСЬКИЙ АНАТОЛІЙ ПЕТРОВИЧ, UA,
СЛОВПНИК ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA,
ПАНАСЮК ОЛЕКСАНДР ГРИГОРОВИЧ, UA

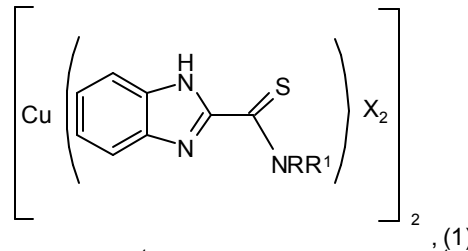
(73) УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56) Ранский А.П., Панасюк А.Г. Химия тиаамидов. Сообщение VIII. Смешаннолигандные комплексы меди (II) ариламидов бензимидазол-2-тиокарбоновой и галогеносодержащих кислот как присадки к смазочным маслам // Вопр. химии и хим. технологии. - 2005. - №5. - С.42-45. Панасюк А.Г., Ранский А.П. Химия тиаамидов. Сообщение VII. Взаимодействие трихлорацетата меди (II) с ариламидами бензимидазол-2-тиокарбоновой кислоты // Вопр. химии и хим. технологии. - 2005. - №4. - С.200-201. Панасюк О.Г., Ранський А.П., Шибітченко Л.Н., Заведено Є.А. Комплексні сполуки Cu(HL)X₂ на основі солей міді (II) та ариламідів бензимидазол-2-тиокарбонОВОЇ кислоти // Вопр. химии и хим. технологии. - 1999. - №4. - С.14-19.

SU 1553544 A1, 30.03.1990
US 3781381 A, 25.12.1973

BY 4726 C1, 30.09.2002

(57) 1. Комплексна сполука міді (II) на основі N-арил- або N-алкіламіду бензимидазол-2-тиокарбонОВОЇ кислоти загальної формули:



де R=H, R¹=CH₃, X=ClO₄; R=H, R¹=4-CIC₆H₄, X=ClO₄; R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X∈ I; R=H, R¹=4-CH₃C₆H₄, X∈ I; R=H, R¹=4-CIC₆H₄, X=Cl; R=H, R¹=CH₃, X=Br; R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X=Br; R=H, R¹=4-CH₃C₆H₄, X=Br; R=H, R¹=4-BrC₆H₄, X=Br; R=H, R¹=4-CIC₆H₄, X=Br; R=H, R¹=CH₃, X=F; R+R¹=(CH₂CH₂)₂O, X=F; R=H, R¹=CH₃, X=BF₄; R=H, R¹=C₆H₅, X=BF₄; R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X=BF₄; R=H, R¹=4-CH₃C₆H₄, X=BF₄; R=H, R¹=4-CIC₆H₄, X=BF₄; R=H, R¹=CH₃, X=F₃COO; R+R¹=(CH₂CH₂)₂O, X=F₃COO; R=H, R¹=C₆H₅, X=CF₃COO; R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X=F₃COO; R=H, R¹=4-CH₃C₆H₄, X=F₃COO; R=H, R¹=4-BrC₆H₄, X=CF₃COO; R=H, R¹=4-CIC₆H₄, X=CF₃COO; R=H, R¹=CH₃, X∈ ICH₂COO; R+R¹=(CH₂CH₂)₂O, X=CICH₂COO; R=H, R¹=CH₃, X∈ I₃COO; R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X∈ I₃COO; R=H, R¹=4-CIC₆H₄, X=CCl₃COO; R=H, R¹=CH₃, X=1/2 SiF₆; R=H, R¹=4-CH₃C₆H₄, X=1/2 SiF₆; R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X=1/2 SiF₆; R=H, R¹=4-BrC₆H₄, X=1/2 SiF₆; R=H, R¹=4-CIC₆H₄, X=1/2 SiF₆,

як модифікуюча домішка до ароматичних поліамідів.

2. Склад для антифрикційного покриття на основі ароматичного поліаміду, що містить графіт та модифікуючу домішку, який відрізняється тим,

(19) UA (11) 81354 (13) C2

що як модифікуючу домішку він містить комплексну сполуку міді (II) на основі N-арил- або N-алкіламід бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти загальної формули (1) при наступному співвідношенні компонентів мас. %:

графіт
комплексна сполука міді (II) на основі N-арил- або N-алкіламід бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти загальної формули (1)
ароматичний поліамід

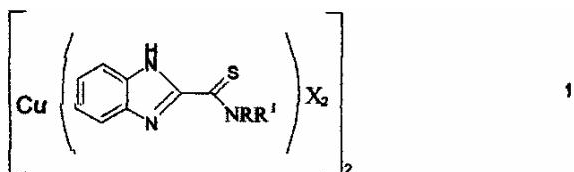
5,00-20

0,75-1,5

решта.

Комплексні сполуки міді (II) на основі N-арил-, N-алкіламідів бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти в якості модифікуючої домішки до ароматичних поліамідів, та склад для антифрикційного покриття

Винахід стосується області координаційної хімії, зокрема комплексних сполук міді (II) на основі N-арил-, N-алкіламідів бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти загальної формули



де R=H, R¹=CH₃, X=ClO₄; R=H, R¹=4-ClC₆H₄, X=ClO₄, R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X=Cl; R=H, R¹=4-CH₃C₆H₄, X=Cl; R=H, R¹=4-ClC₆H₄, X=Cl; R=H, R¹=CH₃, X=Br; R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X=Br; R=H, R¹=4-CH₃C₆H₄, X=Br; R=H, R¹=4-BrC₆H₄, X=Br; R=H, R¹=4-ClC₆H₄, X=Br; R=H, R¹=CH₃, X=F; R+R¹=(CH₂CH₂)₂O, X=F; R=H, R¹=CH₃, X=BF₄; R=H, R¹=C₆H₅, X=BF₄; R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X=BF₄; R=H, R¹=4-CH₃C₆H₄, X=BF₄; R=H, R¹=4-ClC₆H₄, X=BF₄; R=H, R¹=CH₃, X=CF₃COO; R+R¹=(CH₂CH₂)₂O, X=CF₃COO; R=H, R¹=C₆H₅, X=CF₃COO; R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X=CF₃COO; R=H, R¹=4-CH₃C₆H₄, X=CF₃COO; R=H, R¹=4-BrC₆H₄, X=CF₃COO; R=H, R¹=4-ClC₆H₄, X=CF₃COO; R=H, R¹=CH₃, X=CICH₂COO; R+R¹=(CH₂CH₂)₂O, X=CICH₂COO; R=H, R¹=CH₃, X=CCl₃COO; R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X=CCl₃COO; R=H, R¹=4-ClC₆H₄, X=CCl₃COO; R=H, R¹=CH₃, X=1/2SiF₆; R=H, R¹=4-CH₃C₆H₄, X=1/2SiF₆; R=H, R¹=4-CH₃OC₆H₄, X=1/2SiF₆; R=H, R¹=BrC₆H₄, X=1/2SiF₆; R=H, R¹=4-ClC₆H₄, X=1/2SiF₆.

в якості модифікуючої домішки до ароматичних поліамідів, та складу для антифрикційного покриття. Покриття, що заявляється, використовується у вузлах тертя і забезпечує достатню робочу здатність при відносно високих температурах і питомих навантаженнях при терті зі змащенням.

Відома комплексна сполука міді (II) - ди(тетрафторборато)бензімідазол-2-(N-феніл)карботіоамід]міді (II), [Панасюк А.Г., Ранский А.П. Химия тиоамидов. Сообщение VIII. Смешаннолигандные комплексы меди (II) ариламидов бензимидазол-2-тиокарбонной и галогенсодержащих кислот как присадки к смазочным маслам // Вопросы химии и хим. технологии. - 2005. - №5. - С.42-45], яка запропонована як антифрикційна та протизносна присадка до індустріальної оливи 1-40.

Найбільш близьким за технічною суттю і результатом, що досягається, до винаходу є модифікуюча домішка до поліамідів, в якості якої використовують полівініловий спирт. [Патент США №3781381, Антифрикционное покрытие / Заявл.1973, НКИ 260 - 45.75]. (прототип)

До недоліків цієї композиції, в складі якої використовується домішка -прототип, є високий коефіцієнт тертя.

Відома антифрикційна композиція на основі поліаміду і фторвмістного полімеру. В якості фторвмістного полімеру до складу композиції вводять фторопласт-40 в кількості до 10%. Дана композиція може використовуватися як антифрикційне покриття [Родин Ю.А. Безызносность деталей машин при трении. Л.: Машиностроение, 1989. С.59].

Недоліком цієї антифрикційної композиції є низька стійкість до стирання при високих навантаженнях і високий коефіцієнт тертя.

Відома полімерна композиція, яка включає поліаміди і модифікуючу домішку, в якості якої використовують N,N' - бісїмід ненасичених дікарбонових кислот в кількості 0,5-2,0мас.% [А.С. СССР №611443 МКИ⁴ С08L77/00. Полимерная композиция / АИ. Воложин, А.П. Солнцев, Л.Л. Миронович, О.Р. Юркевич, Н.М. Климашевич; Заявл. 10.06.75, опубл. 30.06.75, Б.И. №24].

Недоліком відомої полімерної композиції на основі поліаміда є низька зносостійкість та високий коефіцієнт тертя.

Відома антифрикційна полімерна композиція, яка містить дрібнодисперсний поліамід, поліетилен, антифрикційну домішку та пентапласт [А.С. СССР №539923 МКИ³ С08L77/00. Антифрикционная полимерная композиция / Л.И. Белогуб, А.Н. Истерин, Л.Л. Миронович, О.Р. Юркевич; Заявл. 08.08.75, опубл. 25.12.76. БИ. №47].

Недоліком цієї полімерної композиції є високий коефіцієнт тертя.

Найбільш близьким за технічною суттю і результатом, що досягається, до винаходу, є антифрикційне покриття, яке містить, мас. %:

поліамід	69,50-94,49
поліетилен	5,00-20,00
модифікуючу домішку (полівініловий спирт)	0,01-0,50
антифрикційну домішку	0,50-5,00

[Патент ВУ 4726, МКИ⁶ С08L77/00. Состав для антифрикционного покрытия / О.Р. Юткевич, Л.В. Заборская, В.А. Пашинская, И.Л. Конаев (Бел.); №а19980012; Заявл. 01.06.1998, опубл. 30.09.2002]. (прототип).

До недоліків прототипу відноситься те, що дане антифрикційне покриття має високий

коефіцієнт тертя, низьку мікротвердість та зносоустійкість.

В основу винаходу поставлене завдання отримання антифрикційного покриття з низьким коефіцієнтом тертя, високим значенням зносоустійкості та мікротвердості шляхом введення нової модифікуючої домішки, яка реалізує в вузлах тертя ефект вибіркового переносу.

Поставлене завдання досягається використанням як модифікуючої домішки до ароматичних поліамідів комплексних сполук міді (II) на основі N-арил-, N-алкіламідів бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти загальної формули (1).

Синтез вихідних ариламідів бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти описаний в [Панасюк А.Г., Ранский А.П. Синтез N-алкіл- и N-арилбензімідазол-2-карботіоамидов // Вопросы химии и хим.технологии. - 1999. - №3. - С.21-22.].

Наводимо методики отримання даних речовин.

Синтез дихлор[бензімідазол-2-N-(4-хлорфеніл)карботіоамід]міді (II).

До розчину 1,0г бензімідазол-2-N-(4-хлорфеніл)карботіоаміду в 30мл 2-пропанолу, підкисленого 36% HCl, додали розчин 0,6г $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ в 10мл метанолу. Суміш перемішували протягом 5хв. Осад через 5хв відфільтрували, промивали 2-пропанолом, висушили при $t \leq 100^\circ C$. Вихід 1,4г (95,5%). Синтез дитрихлорацетато [бензімідазол-2-N-(4-метоксифеніл)карботіоамід]міді (II).

До розчину 1,0г $Cu(ClCH_2COO)_2 \cdot 2H_2O$ в 10мл 98% CH_3OH , додали при інтенсивному перемішуванні розчин 1,0г n-анізидиду бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти в 80мл 98% CH_3OH , підкисленого Cl_3CCOOH . Суміш витримали протягом 2год. Осад, що випав, відфільтрували, промили ретельно спиртом, висушили. Вихід 1,3г (55%).

Синтез дибром[бензімідазол-2-N-(4-метоксифеніл)карботіоамід]міді (II)

До розчину 1,2г $CuBr_2$ в 10мл гарячого етанолу додали при перемішуванні розчин 1,4г бензімідазол-2-N-(4-метоксифеніл)карботіоаміду в 50мл того ж розчинника, підкисленого 40% HBr. Суміш витримали ще 10-15хв, після чого осад відфільтрували, промили спиртом, висушували на повітрі при $t=80-100^\circ C$ до постійної маси. Вихід 2,23г (90%).

Синтез дитетрафторборато[бензімідазол-2-N-(4-метоксифеніл)карботіоамід]міді (II).

До розчину 1,0г n-анізидиду бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти в 30мл гарячого 2-пропанолу додавали кілька крапель конц. HBF_4 , після чого додали розчин 1,0г $Cu(BF_4)_2 \cdot 2H_2O$ в 20мл 2-пропанолу. Розчин витримали ще 15-20хв, після чого осад відфільтрували, промивали спиртом, висушували в сушарній шафі. Вихід 1,55г (84%).

Синтез дитрифторацетато[бензімідазол-2-N-(4-метоксифеніл)карботіоамід]міді (II).

До розчину 1,4г 4-метоксифеніламіду бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти в 80мл гарячого 2-пропанолу додавали кілька крапель CF_3COOH . До утвореного розчину додали при перемішуванні розчин 1,6г $Cu(CF_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ в

20мл 2-пропанолу, підкислений CF_3COOH . Реакційну масу витримали кілька годин до закінчення утворення осаду, відфільтрували промивали ретельно спиртом, висушували при $t=90^\circ C$. Вихід 1,9г (67%).

Синтез диперхлорато[бензімідазол-2-(N-метил)карботіоамід]міді (II).

До розчину 1,0г 95%-го монометиламіду бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти в 30мл 2-пропанолу додавали 0,2мл 69% $HClO_4$. Потім до розчину додали по краплям розчин 2,0г $Cu(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$ в 10мл 2-пропанолу. Реакційну масу охолоджували до $0-5^\circ C$. Осад, що утворився, відфільтрували, промили спиртом, висушили на повітрі. Вихід 1,2г (54%).

Решту комплексних сполук отримали аналогічним чином. Фізико-хімічні властивості їх наведені в таблиці 1.

Склад отриманих комплексних сполук доводили елементним аналізом, результати якого наведені в табл. 1.

Фізико-хімічні властивості деяких синтезованих комплексних сполук формули (1)

R	R'	X	Комп. комплекс	Тпл (розп.), °C	Візуальна формула	Знайдено			Вихід %
						Обчисл.	Знайдено	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	4-CH ₃ C ₆ H ₄	Cl	Зелено-жовтий	220-222	C ₁₆ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ S ₂ O ₂	18,11	8,35	15,52	80
H	4-CI-C ₆ H ₄	Cl	Зелений	> 210	C ₁₆ H ₁₀ Cl ₄ N ₂ S ₂ O ₂	18,11	2,10	15,31	94,5
H	4-CH ₃ C ₆ H ₄	Cl	Коричневий	224-230 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O ₂ S ₂	18,28	7,99	15,05	92
H	4-CH ₃ C ₆ H ₄	Br	Коричневий	218-221 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ Br ₂ N ₂ O ₂ S ₂	8,68	14,11	15,21	88
H	4-Br-C ₆ H ₄	Br	Коричнево-жовтий	243-245	C ₁₆ H ₁₀ Br ₄ N ₂ O ₂ S ₂	7,88	2,42	14,86	86
H	(CH ₃) ₂ CHO	F	Зелений	> 220 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ F ₂ N ₂ O ₂ S ₂	18,31	9,66	13,82	80
H	4-CH ₃ C ₆ H ₄	BF ₄	Коричневий	219-222 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ F ₂ N ₂ O ₂ S ₂	8,22	6,48	14,01	84
H	4-CH ₃ C ₆ H ₄	BF ₄	Коричнево-жовтий	> 230 розп.	C ₁₆ H ₁₂ F ₂ N ₂ O ₂ S ₂	8,07	6,16	13,73	80
H	CH ₃	ClO ₄	Сіро-жовтий	≥ 268 мб.	C ₁₆ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O ₂ S ₂	8,61	6,28	14,41	70
H	CH ₃	ClO ₄	Сіро-жовтий	≥ 268 мб.	C ₁₆ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O ₂ S ₂	8,22	6,48	14,01	84
H	CH ₃	CCl ₃ COO	Зелений	252-255 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O ₂ S ₂	7,28	7,07	14,01	81
H	4-CH ₃ C ₆ H ₄	CCl ₃ COO	Коричнево-жовтий	> 260 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O ₂ S ₂	6,14	5,45	14,01	75
H	4-CH ₃ C ₆ H ₄	CF ₃ COO	Зелений	> 260 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ F ₂ N ₂ O ₂ S ₂	7,88	2,07	10,61	67
H	CH ₃	ClCH ₂ COO	Зелений	202-205 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O ₂ S ₂	7,33	5,60	11,99	70
H	CH ₃	I/2SF ₆	Зелений	240-280 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ I ₂ N ₂ O ₂ S ₂	18,03	2,61	14,52	70
H	4-CH ₃ C ₆ H ₄	I/2SF ₆	Коричневий	160-200 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ I ₂ N ₂ O ₂ S ₂	18,04	8,31	14,60	75
H	CH ₃	CF ₃ COO	Зелений	245-250 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ F ₂ N ₂ O ₂ S ₂	8,59	6,56	11,00	60
H	CH ₃	CF ₃ COO	Зелений	245-250 (t розп.)	C ₁₆ H ₁₂ F ₂ N ₂ O ₂ S ₂	8,24	6,67	13,22	70

Будову отриманих комплексів міді (II) доводили методом ІЧ-спектроскопії. ІЧ - спектри отриманих комплексних сполук наведені в таблиці 2.

ІЧ - спектри деяких з отриманих комплексних сполук загальної формули (1)

R	R'	X	v (NH), см ⁻¹		Змішані коливання -C(=S)N= групи, см ⁻¹			v (C=N) гетероцикл. фрагм., см ⁻¹	Інші коливання, см ⁻¹
			Тіоамідної групи	Гетероцикл. фрагм.	Смуга "В"	Смуга "D"	Смуга "E"		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	4-CH ₃ O-C ₆ H ₄	Cl	3350 ср 3250 - 3220 пл, ср.	3100ср	1608ср 1560ср 1514ср 1480ср	1320ср 1305ср 1220ср 1175ср	960ср 765ср 750ср	1635ср	1256ср v(C-O-Ar) 1080ср v(C-O-Ar)
H	4-Br-C ₆ H ₄	Br	3425ср 3253ср	3060ср	1610ср 1550ср 1485ср 1385ср	1325ср 1287ср 1200ср 1076ср	968ср 832ср 750ср	1625ср	1452ср v(C-Br)
H	4-CH ₃ O-C ₆ H ₄	CCl ₃ COO	3310ср 3230ср	3080ср	1607ср 1515ср 1440ср 1370ср	1325ср 1300ср 1180ср 1167ср	950ср 745ср	1635ср	1665ср v(COO) 840ср v(CCl ₃)
H	CH ₃	ClO ₄	3285ср 3230ср	3140ср 3045ср	1608ср 1580ср 1475ср 1385ср	1325ср 1240ср 1147ср	948ср 755ср	1660ср	1140- 1060пл,с v(ClO ₄)
H	CH ₃	H ₂ C(Cl)COO	3250ср 3220ср	3070ср 3000ср	1590ср 1560ср 1465ср 1375ср	1330ср 1245ср 1145ср 1100ср	945ср 750ср	1635ср	1655ср v(COO) 785ср v(C-Cl)

В спектрах речовин ідентифіковані сильно- та середньоінтенсивні смуги поглинання v (NH) тіоамідної групи в діапазоні 3425-3220см⁻² та v (NH) бензімідазольного фрагменту в області 3140-3000см⁻¹. Коливання тіоамідної групи -C(=S)N=

нами інтерпретовані аналогічно даним роботи [Jensen K.A., Nielsen P.H. Infrared spectra of thioamides and selenoamides / Acta Chem.Scand. - 1966. - V.20. - P.597-629].

Зокрема, нами ідентифіковані сильно інтенсивні смуги в області $1610-370\text{cm}^{-1}$ (смуга «В»), середньоінтенсивні або інтенсивні коливання в області $1330-1100\text{cm}^{-1}$ (смуга «D»), середньоінтенсивні коливання в області $970-745\text{cm}^{-1}$ (смуга «Е»). В спектрах сполук є також середньоінтенсивні коливання $\nu(\text{C}=\text{N})$ бензімідазольного фрагменту в області $1660-1605\text{cm}^{-1}$.

В спектрах комплексів на основі *n*-анізидиду бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти є інтенсивні валентні коливання ν_{as} (1255cm^{-1}) та ν_{as} (1080cm^{-1}) групи $\text{Ar}-\text{O}-\text{CH}_3$.

В спектрах хлорнокислих комплексів присутні сильноінтенсивні смуги поглинань в діапазоні $1140-1060\text{cm}^{-1}$, які відповідають ClO_4^- аніону.

В спектрах тригалогенацетатних комплексів є інтенсивна смуга поглинань $\nu(\text{COO}^-)$ в області $1665-1655\text{cm}^{-1}$. Окрім того, в спектрах трихлорацетатних комплексів присутня смуга $\nu(\text{CCl}_3)$ (840cm^{-1}), а в спектрі мотхлорацетатного комплексу - $\nu(\text{CCl})$, яка дорівнює 785cm^{-1} .

Використання сполук формули (1) в якості модифікуючих домішок невідомо.

Також поставлене завдання вирішується тим, що в відомому складі для антифрикційного покриття на основі ароматичного поліаміду, який містить графіт та модифікуючу домішку, згідно винаходу, в якості модифікуючої домішки він вміщує комплексні сполуки міді (II) на основі *N*-арил-, *N*-алкіламідів бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти загальної формули (1), при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

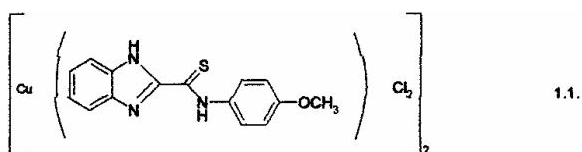
Графіт	5,00-20,00
Модифікуюча домішка	0,75-1,50
Ароматичний поліамід	решта

Мідь, що входить до складу комплексних сполук міді (II) на основі *N*-арил-, *N*-алкіламідів бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти формули (1), у процесі роботи в режимі зі змащенням переходить в мастило і створює на поверхні контртіла сервовитну плівку, що реалізує, в свою чергу, ефект вибіркового переносу.

Наводимо приклади конкретного виконання винаходу.

Приклад №1. Антифрикційне покриття готують наступним чином: у високополярний розчинник, наприклад, диметилформамід, вводять послідовно ароматичний поліамід фенілон у кількості 1,335г (89,00%мас.), антифрикційну домішку - 0,150г (10,00%мас.), модифікуючу домішку - 0,015г (1,00%мас.), (дослід № 3, табл. 1).

В якості модифікуючої домішки застосовують комплексну сполуку міді (II), формули (1.1):

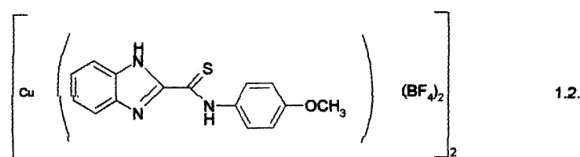


Отриманий склад наносять на попередню підготовлену металеву підкладку методом занурення чи безпосереднім нанесенням. Далі нанесений розчин висушують у печі при температурі 377...383К.

Антифрикційні властивості покриття вимірюють за схемою «диск-колодка» на машині тертя СМТ - 2010, на швидкості ковзання 0,6м/с.

Приклад №2. Антифрикційне покриття готують наступним чином: у високополярний розчинник, наприклад, диметилформамід, вводять послідовно ароматичний поліамід фенілон у кількості 1,335г (89,00%мас.), антифрикційну домішку - 0,150г (10,00%мас.), модифікуючу домішку - 0,015г (1,00%мас.), (дослід №6, табл.1).

В якості модифікуючої домішки застосовують комплексну сполуку міді (II), формули (1.2):

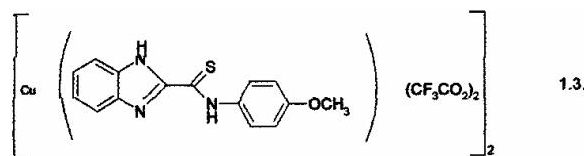


Отриманий склад наносять на попередню підготовлену металеву підкладку методом занурення чи безпосереднім нанесенням. Далі нанесений розчин висушують у печі при температурі 377...383К.

Антифрикційні властивості покриття вимірюють за схемою «диск-колодка» на машині тертя СМТ - 2010, на швидкості ковзання 0,6м/с.

Приклад №3. Антифрикційне покриття готують наступним чином: у високополярний розчинник, наприклад, диметилформамід, вводять послідовно ароматичний поліамід фенілон у кількості 1,335г (89,00%мас.), антифрикційну домішку - 0,150г (10,00%мас.), модифікуючу домішку - 0,015г (1,00%мас.), (дослід №8, табл.1).

В якості модифікуючої домішки застосовують комплексну сполуку міді (II), формули (1.3):

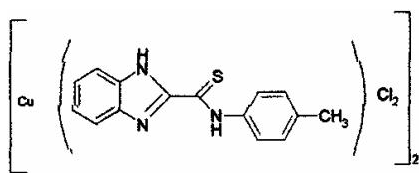


Отриманий склад наносять на попередню підготовлену металеву підкладку методом занурення чи безпосереднім нанесенням. Далі нанесений розчин висушують у печі при температурі 377...383К.

Антифрикційні властивості покриття вимірюють за схемою «диск-колодка» на машині тертя СМТ - 2010, на швидкості ковзання 0,6м/с.

Приклад №4. Антифрикційне покриття готують наступним чином: у високополярний розчинник, наприклад, диметилформамід, вводять послідовно ароматичний поліамід фенілон у кількості 1,335г (89,00%мас.), антифрикційну домішку - 0,150г (10,00%мас.), модифікуючу домішку - 0,015г (1,00%мас.), (дослід №10, табл.1).

В якості модифікуючої домішки застосовують комплексну сполуку міді (II), формули (1.4):



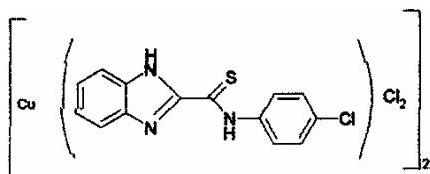
1.4.

Отриманий склад наносять на попередню підготовлену металеву підкладку методом занурення чи безпосереднім нанесенням. Далі нанесений розчин висушують у печі при температурі 377...383К.

Антифрикційні властивості покриття вимірюють за схемою «диск-колодка» на машині тертя СМТ - 2010, на швидкості ковзання 0,6м/с

Приклад №5. Антифрикційне покриття готують наступним чином: у високополярний розчинник, наприклад, диметилформамід, вводять послідовно ароматичний поліамід фенілон у кількості 1,335г (89,00%мас.), антифрикційну домішку - 0,150г (10,00%мас.), модифікуючу домішку - 0,015г (1,00%мас.), (дослід №12, табл.1).

В якості модифікуючої домішки застосовують комплексну сполуку міді (II), формули (1.5):



1.5.

Отриманий склад наносять на попередню підготовлену металеву підкладку методом занурення чи безпосереднім нанесенням. Далі нанесений розчин висушують у печі при температурі 377...383К.

Антифрикційні властивості покриття вимірюють за схемою «диск-колодка» на машині тертя СМТ - 2010, на швидкості ковзання 0,6м/с.

Приклад №6. У високополярний розчинник, наприклад диметилформамід, вводять послідовно ароматичний поліамід фенілон у кількості 1,475г (88,50%мас.), антифрикційну добавку - 0,167г (10,00%мас.), модифікуючу домішку (форм. 1.1.) - 0,025г (1,50%мас.) (дослід №4, табл.1). Подальше формування покриття проводять за методикою, вказаною в прикладі №1.

При введенні до складу модифікуючої домішки в кількості вище оптимального (дослід 4, табл.1) підвищується крихкість антифрикційного покриття.

В таблиці 4 наведені значення коефіцієнта тертя отриманих покриттів.

В таблиці 5 наведені дані про зносостійкість та мікротвердість окремих антифрикційних покриттів в порівнянні з покриттям - 100% фенілоном.

Склад для антифрикційного покриття

№ досліду	Компоненти антифрикційного покриття		
	ПВС	Модифікуюча домішка	Домішки
1.	ПВС	0,5	0,5

2.	Домішка форм.1.1	0,75	
3.	Домішка форм.1.1	1,00	
4.	Домішка форм.1.1	1,50	
5.	Домішка форм.1.2	0,75	
6.	Домішка форм.1.2	1,00	
7.	Домішка форм.1.3	0,75	
8.	Домішка форм.1.3	1,00	
9.	Домішка форм.1.4	0,75	
10.	Домішка форм.1.4	1,00	
11.	Домішка форм.1.5	0,75	
12.	Домішка форм.1.5	1,00	

Коефіцієнт тертя антифрикційних покриттів, отриманих у випробуваннях

№ досліду	1	2	3	4	5	6	7
Коефіцієнт тертя	0,056	0,080	0,048	0,056	0,054	0,041	0,05

Значення зносостійкості та мікротвердості окремих антифрикційних покриттів

№ досліду	1	3	6
Зносостійкість, г/км	0,0100	0,0052	0,0040
Мікротвердість, Мпа	130	220	220

Аналіз наведених в таблиці даних показує наступне. Оптимальними властивостями (коефіцієнт тертя на 26% менше, ніж у прототипу), має антифрикційне покриття, отримане в досліді №6. При введенні до складу модифікуючої домішки в кількості вище за оптимальне значення (дослід №4), виникає підвищення крихкості і зменшення зносостійкості покриття завдяки: зменшенню внутрішньої міцності зв'язків між структурними складовими покриття на основі графіту та фенілоном.

У випадку, коли концентрація модифікуючої домішки вище за 1% коефіцієнт тертя суттєво збільшується і стає більше цього показника для прототипу. Причиною цього є утворення відмінного від прототипу об'ємного направлення шару покриття.

Високий рівень антифрикційних властивостей покриття зберігається при відсутності антифрикційної домішки, але менше, ніж у прототипу.

Таким чином, наведені дані показують про наступні переваги заявляемих комплексних сполук міді (II) на основі амідів бензімідазол-2-тіокарбонної кислоти в складі антифрикційного покриття перед прототипом:

1. Коефіцієнт тертя запропонованого покриття на 26% менше, ніж у покриття - прототипу.

2. Запропонована композиція відрізняється також підвищеною зносостійкістю і твердістю. Значення зносостійкості підвищується в 2,5 рази, а твердість підвищується в 1,7 рази.

Технологія отримання запропонованого антифрикційного покриття традиційна для використання вентильного обладнання і потребує суттєвих змін технологічного процесу.

Запропонована композиція рекомендується до використання у вузлах тертя для забезпечення достатньої робочої здатності при відносно високих температурах і питомих навантаженнях при терті зі змащенням.