



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33272 (13) U
(51) МПК (2006)
C09D 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МОДИФІКОВАНЕ ЕПОКСИКОМПОЗИТНЕ ПОКРИТТЯ

1

2

(21) u200802619

(22) 28.02.2008

(46) 10.06.2008, Бюл.№ 11, 2008 р.

(72) БУКЕТОВ АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA, СТУХЛЯК ПЕТРО ДАНИЛОВИЧ, UA, ДОБРОТВОР ІГОР ГРИГОРОВИЧ, UA, ПАСТУХ ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ, UA, ЛЯШУК ОЛЕГ ЛЕОНТІЙОВИЧ, UA
(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ, UA

(57) Модифіковане епоксикомпозитне покриття, що містить адгезійний і поверхневий шари, виконані з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, отверджувач та дисперсний наповнювач, яке **відрізняється** тим, що оброблена електроіскровим полем композиція адгезійного шару як дисперсний наповнювач містить оксид титану, а оброблена

ультразвуковим полем композиція поверхневого шару як дисперсний наповнювач містить дисперсні частки коричневого шламу і аеросилу, з наступним співвідношенням інгредієнтів у шарах, мас. ч.:

Адгезійний шар:	
епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач:	
оксид титану, 10-20мкм	20-40
Поверхневий шар:	
епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач:	
коричневий шлам, 63мкм	60-80
аеросил, 1-3мкм	2-4.

Корисна модель відноситься до області отримання композитних покриттів для збільшення ресурсу роботи деталей машин та механізмів технологічного устаткування в машинобудуванні, радіотехнічній, хімічній і харчовій промисловості.

Відома полімерна композиція [пат. Японії №63183914, 29.07.88 "Епоксидна композиція для силових електричних пристроїв"] містить (мас. ч.): епоксидна смола на основі дифенілпропану - 30, фенольноноволачна смола - 4, прискорювач тверднення на основі імідазолу - 2 та наповнювач - Al₂O₃ - 60. Недоліком композиції є невисокі тискостропні властивості наповненої системи, що зумовлює погіршення фізико-механічних властивостей захисних покриттів.

Найбільш близькою за технічною суттю до покриття, яке заявляється, є полімеркомпозитне покриття [а.с. SU №1434762 А1, ДСК "Полімеркомпозитне покриття"], що містить адгезійний і поверхневий шари, виконані з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, отверджувач та дисперсний наповнювач.

Недоліком відомого покриття є невисокі теплофізичні властивості матеріалу, зокрема незначна теплостійкість і великий термічний коефіцієнт лінійного розширення.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення теплостійкості і зниження термічного

коефіцієнта лінійного розширення захисного покриття шляхом виконання модифікованого епоксикомпозитного покриття, що містить адгезійний і поверхневий шари, виконані з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, отверджувач та дисперсний наповнювач, причому оброблена електроіскровим полем композиція адгезійного шару як дисперсний наповнювач містить оксид титану, а оброблена ультразвуковим полем композиція поверхневого шару як дисперсний наповнювач містить дисперсні частки коричневого шламу і аеросилу, з наступним співвідношенням інгредієнтів у шарах, мас.ч.:

Адгезійний шар:	
епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач:	
оксид титану, 10-20мкм	20-40
Поверхневий шар:	
епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач:	
коричневий шлам, 63мкм	60-80
аеросил, 1-3мкм	2-4

Як зв'язувач для захисного покриття вибрано низькомолекулярну епоксидну діанову смолу марки ЕД-20 [ГОСТ 10687-76], яка у скловидному стані характеризується високими фізико-механічними

(13) U

(11) 33272

(19) UA

властивостями та адгезійною міцністю до чорних металів і сплавів. Для зшивання епоксидного зв'язувача використано отверджувач поліетиленполіамін (ПЕПА) [ТУ 6-02-594-73]. Отверджувач у зв'язувач вводили при стехіометричному співвідношенні компонентів.

Оксид титану вводили для підвищення когезійної міцності адгезійного шару, а також для збільшення адгезійної взаємодії на межі поділу фаз "захисне покриття - металева основа". Введення у адгезійний шар наповнювача оксиду міді до 20мас.ч. на 100мас.ч. смоли ЕД-20 призводить до зменшення об'єму полімеру у стані поверхневих шарів, при цьому адгезійна міцність покриття знижується. Введення оксиду міді понад 40мас.ч. на 100мас.ч. смоли ЕД-20 зумовлює підвищення залишкових напружень у покритті внаслідок значної кількості дефектів поверхневих шарів навколо дисперсних часток наповнювача. В такому випадку при експлуатації покриття швидко руйнується.

Введення у поверхневий шар як основного дисперсного наповнювача коричневого шламу та додаткового аеросилу при оптимальному вмісті забезпечує формування стійкого до седиментації шару покриття з високою когезійною міцністю. Збільшення вмісту коричневого шламу та оксиду хрому зумовлює виникнення напруженого стану та дефектів у поверхневих шарах, що призводить до зменшення когезійної міцності і, відповідно, до погіршення теплофізичних властивостей матеріалу.

Коричневий шлам вводили для збільшення адгезійної взаємодії на межі поділу фаз "наповнювач-зв'язувач", що дозволяє у подальшому підвищити когезійну міцність і теплостійкість захисного покриття. Крім того, коричневий шлам, як доступний та структурноактивний наповнювач, вводили з метою здешевлення вартості композиції та збільшення адсорбційної взаємодії на межі поділу фаз "полімер-наповнювач", внаслідок значної кінетичної, хімічної і магнітної активності дисперсних часток. Коричневий шлам складається із суміші оксидів (мас.ч.): оксид заліза - 46-48, оксид алюмінію - 7-9, оксид кремнію - 12-14, оксид кальцію - 18-21, оксид магнію - 1-2, оксид титану - 4-7, оксид ванадію - 1,5-2,5, оксид олова - 0,9-1,6, оксид барію - 0,7-1,0, інші оксиди - до 100. З метою вилучення інших домішок перед просіюванням проводили очищення коричневого шламу методом ультразвукової обробки у водному розчині з наступним просушуванням при температурі $T=443\pm 2K$ протягом 1,5-2,0 годин.

Оброблення епоксидної композиції з дисперсним наповнювачем для адгезійного шару електричним полем (до введення отверджувача) по-

ліпшує змочування часток наповнювача епоксидним олігомером за рахунок підвищення температури зв'язувача, а також забезпечує міжфазову взаємодію між радикалами макромолекул зв'язувача і частками наповнювача, що поліпшує когезійну міцність захисного покриття.

Оброблення епоксидної композиції з дисперсним наповнювачем для поверхневого шару ультразвуковим полем (до введення отверджувача) забезпечує утворення вільних активних радикалів у зв'язувачі і подальшу їх рекомбінацію та інтенсивну взаємодію з активними центрами на поверхні дисперсних часток, що поліпшує когезійну міцність і теплофізичні властивості покриття.

Нанесення на сталеву основу (Ст.3) методом пневматичного розпилення адгезійного шару з товщиною 0,1-0,3мм, який містить 20-40мас.ч. оксиду титану дозволяє суттєво підвищити адгезійну міцність розробленого покриття. Термообробка адгезійного шару при температурі $T=323\pm 2K$ протягом $\tau=1,5-2,0$ год забезпечує високий ступінь зшивання епоксидної смоли на межі поділу фаз "захисне покриття - металева основа". Виконання адгезійного шару з товщиною, яка менша 0,1мм і більша від 0,3мм, знижує показники адгезійної міцності покриття. Крім того, термообробка шару при температурі, яка вища оптимальних режимів та з тривалістю, більшою за $\tau=2,0$ год, зумовлює зменшення міжшарової взаємодії, що погіршує захисні властивості покриття. Полімеризація шару при температурно-часових режимах, які нижчі від оптимальних значень, погіршує технологічні умови формування покриття.

Поверхневий шар з товщиною 1,0-1,5мм наносять на адгезійний шар після його попередньої полімеризації методом пневматичного розпилення. При подальшому твердненні це зумовлює добру взаємодію між шарами покриття, що значно поліпшує його фізико-механічні властивості. Введення в епоксидну матрицю як основного наповнювача коричневого шламу та додаткового аеросилу і формування поверхневого шару при оптимальній товщині забезпечує значне підвищення теплостійкості і зниження термічного коефіцієнта лінійного розширення розробленого покриття порівняно з прототипом. Таким чином, у порівнянні з відомими технічними рішеннями заявлений об'єкт та спосіб його формування має суттєві відмінності, а отримання позитивного ефекту зумовлено усією сукупністю ознак.

В таблиці 1 наведено приклади конкретного виконання композиції: технічні рішення згідно з заявкою, контрольні приклади прототипу, а також їхні порівняльні властивості.

Таблиця 1

Модифіковане епоксикомпозитне покриття

№	Компоненти	Композиція згідно з винаходом			Контрольні приклади										прототип		
		I	II	III	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Адгезійний шар																
1	Епоксидна діанова смола	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	Отверджувач - поліетилен-поліамін (ПЕПА)	8	10	12	6	6	12	8	10	10	12	8	14	15	10	12	15
	Наповнювач																
3	Оксид титану, 10-20мкм	20	30	40	5	10	20	40	30	30	40	20	50	60	-	-	-
4	Склобій, 60мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	120	160
5	Аеросил	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	4
6	Обробка композиції електроіскровим полем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	"	-
	Поверхневий шар																
7	Епоксидна діанова смола	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8	Новолачна фенольна смола	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	40	50
9	Отверджувач - поліетилен-поліамін (ПЕПА)	8	10	12	6	6	12	8	10	10	12	8	14	15	10.0	10.0	10.0
	наповнювач																
10	Коричневий шлам, 63мкм	60	70	80	40	50	70	70	80	60	60	80	90	100	-	-	-
11	Аеросил, 1-3мкм	2	3	4	0,5	1	2	4	2	4	3	3	5	6	-	-	-
12	Тугоплавка комплексна сполука	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	140	180
13	Червоний шлам, 10-20мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	50	60
14	Оброблення композиції ультразвуковим полем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	Характеристики епоксикомпозитного покриття																
1	Теплостійкість, Т, К	112	110	112	104	105	110	111	114	108	108	107	103	102	46	46	48
2	Термічний коефіцієнт лінійного розширення, $\alpha \cdot 10^{-5}, K^{-1}$	3,1	3,3	3,1	3,5	3,6	3,0	3,2	3,5	3,5	3,0	3,1	3,7	3,6	7,4	7,0	7,2

Примітка: + оброблення композиції енергетичними полями; - оброблення композиції енергетичними полями не проводили.

Термічний коефіцієнт лінійного розширення досліджували у діапазоні температур $\Delta T=293-393K$

Теплостійкість (за Мартенсом) КМ визначали згідно з [ГОСТ 21341-75].

Термічний коефіцієнт лінійного розширення визначали за зміною довжини зразка при зміні температури в стаціонарних умовах [ГОСТ 15173-

70]. Зовнішні параметри зразків: $50 \times 10 \times 10$ мм. Кількість зразків для кожної партії вибирали не менше трьох. Абсолютне видовження визначали як різницю видовжень зразків і кварцових наконечників.