



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33135 (13) U  
(51) МПК (2006)  
C09D 163/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ МОДИФІКОВАНОГО ЕПОКСИКОМПОЗИТНОГО ПОКРИТТЯ

1

2

(21) u200801674

(22) 08.02.2008

(46) 10.06.2008, Бюл.№ 11, 2008 р.

(72) БУКЕТОВ АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA, СТУХЛЯК ПЕТРО ДАНИЛОВИЧ, UA, ДОБРОТВОР ІГОР ГРИГОРОВИЧ, UA, ЧИРНА МИХАЙЛО ІВАНОВИЧ, UA, ЛЯШУК ОЛЕГ ЛЕОНТІЙОВИЧ, UA, МАРЧЕНКО КАТЕРИНА ЄВГЕНІВНА, UA

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ, UA

(57) Спосіб отримання модифікованого епоксикомпозитного покриття, що полягає у нанесенні на

металеву основу адгезійного шару, який попередньо обробляють у постійному магнітному полі і термообробляють при температурі  $T=323\pm 2$  К протягом  $\tau=1,5-2,0$  годин, після цього наносять поверхневий шар з наступним твердненням покриття при температурі  $T=293-298$  К протягом  $\tau=72-76$  годин, який **відрізняється** тим, що епоксидну смолу опромінують ультрафіолетом, вводять наповнювач, обробляють композицію у постійному магнітному полі, вводять отверджувач і наносять композицію для поверхневого шару.

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.

Відомий спосіб отримання корозійностійкого покриття [пат. США №4514445, опубл. в Р.Ж., 1986, №1 "Спосіб отримання корозійностійкого покриття"], що полягає у нанесенні на металеву основу композиції для адгезійного шару, з подальшою її полімеризацією, після цього наносять композицію для поверхневого шару, з наступним твердненням покриття.

Недоліком вказаного способу формування покриттів є невисокі показники циклічної міцності системи "захисне покриття - металева основа".

Найбільш близькою за технічною суттю до результату, який досягається і способу, що заявляється, є спосіб отримання модифікованого епоксикомпозитного покриття [див. заявка № U200800094 від 02.01.2008р.], що полягає у нанесенні на металеву основу адгезійного шару, який попередньо обробляють у постійному магнітному полі і термообробляють при температурі  $T=323\pm 2$  К протягом  $\tau=1,5-2,0$  год, після цього наносять поверхневий шар з наступним твердненням покриття при температурі  $T=293-298$  К протягом  $\tau=72-76$  год.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення показників циклічної міцності системи "захисне покриття - металева основа" шляхом виконання способу отримання модифікованого епок-

сикомпозитного покриття, що полягає у нанесенні на металеву основу адгезійного шару, який попередньо обробляють у постійному магнітному полі і термообробляють при температурі  $T=323\pm 2$  К протягом  $\tau=1,5-2,0$  год, після цього наносять поверхневий шар з наступним твердненням покриття при температурі  $T=293-298$  К протягом  $\tau=72-76$  год., причому епоксидну смолу опромінують ультрафіолетом, вводять наповнювач, обробляють композицію у постійному магнітному полі, вводять отверджувач і наносять композицію для поверхневого шару.

Покриття формують і наносять на поверхню за такою технологією. При формуванні адгезійного шару проводять дозування компонентів, перемішування епоксидної смоли і наповнювача, оброблення композиції постійним магнітним полем, після чого вводять отверджувач (ПЕПА). Отриману композицію протягом  $\tau=10-15$  хв. наносять на попередньо обезжирену поверхню методом пневматичного розпилення, після чого термообробляють за режимом:  $T=323\pm 2$  К,  $\tau=1,5-2,0$  год.

При формуванні поверхневого шару проводять дозування компонентів, опромінення ультрафіолетом епоксидної смоли, перемішування епоксидної смоли і наповнювача, оброблення композиції постійним магнітним полем, після чого вводять отверджувач (ПЕПА). Отриману композицію протягом  $\tau=10-15$  хв. наносять на адгезійний шар методом пневматичного розпилення, після

(19) UA (11) 33135 (13) U

чого стверджують покриття при температурі  $T=293-298\text{K}$  протягом 72-76 год.

Як зв'язувач для захисного покриття вибрано низькомолекулярну епоксидно-діанову смолу марки ЕД-20 (ГОСТ 10687-76), яка у скловидному стані характеризується високими фізико-механічними властивостями та адгезійною міцністю до чорних металів і сплавів. Для зшивання епоксидного зв'язувача використовували отверджувач поліетиленполіамін (ПЕПА) (ТУ 6-02-594-73). Отверджувач у зв'язувач вводили при стехіометричному співвідношенні компонентів.

Нанесення на металеву основу методом пневматичного розпилення адгезійного шару товщиною 0,1-0,3 мм дозволяє підвищити адгезійну міцність захисного покриття. Оброблення композиції адгезійного шару на основі епоксидного зв'язувача і дисперсного наповнювача у постійному магнітному полі поліпшує змочування часток наповнювача епоксидним олігомером за рахунок підвищення температури зв'язувача, а також забезпечує міжфазову взаємодію між доменами макромолекул зв'язувача і частками наповнювача, що поліпшує адгезійну і циклічну міцність захисного покриття.

Термообробка адгезійного шару при температурі  $T=323\pm 2\text{K}$  протягом  $\tau=1,5-2,0$  год забезпечує утворення фізичних і хімічних зв'язків між макромолекулами зв'язувача і активними центрами на поверхні дисперсних часток, що зумовлює підвищення адгезійної міцності покриттів. Термообробка адгезійного шару при температурі, яка вища оптимальних режимів та тривалістю, більшою за  $\tau=2,0$  год, зумовлює зменшення міжшарової взаємодії, що погіршує циклічну міцність системи "захисне покриття - металева основа". Термообробка адгезійного шару при температурно-часових режимах, які нижчі від оптимальних значень, забез-

печує збільшення залишкових напружень у матеріалі покриття.

Поверхневий шар з товщиною 1,0-1,5 мм наносять методом пневматичного розпилення на поверхню адгезійного шару після його попередньої термообробки. Оброблення епоксидної смоли ультрафіолетовим опроміненням забезпечує утворення вільних активних радикалів у зв'язувачі. Подальше введення у опромінену ультрафіолетом епоксидну смолу дисперсних часток забезпечує інтенсивну взаємодію утворених вільних радикалів з активними центрами на поверхні наповнювача. На наступному етапі обробка композиції постійним магнітним полем забезпечує фізичну взаємодію доменів макромолекул між собою з утворенням надмолекулярних структур у зовнішніх поверхневих шарах навколо дисперсних часток наповнювача. Це дозволяє суттєво підвищити когезійну і циклічну міцність системи "захисне покриття - металева основа".

Тверднення покриття при температурі  $T=293-298\text{K}$  протягом  $\tau=72-76$  год. забезпечує утворення максимального ступеня гель-фракції у матриці при незначних залишкових напруженнях, що зумовлює поліпшення циклічної міцності 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 при різних температурно-часових режимах формування і після оброблення композицій адгезійного і поверхневого шарів енергетичними полями.

Таблиця 1

Спосіб отримання модифікованого епоксикомпозитного покриття

№	Параметри покриття	Режими формування 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
1	Тривалість тверднення адгезійного шару, год.	1,5	1,7	2,0	0,5	1,0	1,5	1,7	2,0	1,5	1,7	2,0	2,5	3,0	0,2	0,3	0,5
2	Температура термообробки адгезійного шару, К	323	323	323	303	313	323	323	323	323	323	323	333	343	313	323	333
3	Оброблення композиції для адгезійного шару постійним магнітним полем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Температура термообробки покриття, К	293	295	298	288	293	298	293	295	295	293	298	323	295	295	295	295
5	Тривалість термообробки покриття, год	72	74	76	40	60	72	76	72	76	76	72	85	100	60	72	80
6	Опромінення епоксидної смоли ультрафіолетом	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
7	Оброблення композиції у постійному магнітному полі	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-

№	Параметри покриття	Режими формування 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
Характеристики модифікованого епоксикомпозитного покриття																				
1	Циклічна міцність, $\sigma_1$ , МПа (при $N=10^7$ циклів навантаження)	132	136	134	120	125	134	136	130	129	126	135	122	120	76	78				74

Примітка: + оброблення композицій для адгезійного і поверхневого шарів енергетичними полями; - оброблення композицій енергетичними полями не проводили.

Дослідження зразків на циклічну міцність проводили на магнітострикційній високочастотній установці, яка забезпечує дослідження матеріалів з покриттями на циклічну міцність з допомогою прискорених порівняльних досліджень при високих частотах навантаження (до 10кГц).

Методика експерименту полягає в забезпеченні руйнування від втоми зразка з наперед заданим перерізом, геометрією і способом закріплення.

У дослідженнях використовували призматичні консольні зразки, які виготовляли з листового матеріалу сталі Ст.3. Довжину зразка вибирали, виходячи з припущення, що зразок є балкою, яка закріплена шарнірно з одного боку, а інший бік є вільним. Після нанесення покриттів з товщиною  $h=0,20-0,25$ мм зразки підлягали циклічному навантаженню за визначеними формами поперечних коливань.