



УКРАЇНА

(19) UA (11) 35397 (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) u200806219

(22) 12.05.2008

(24) 10.09.2008

(46) 10.09.2008, Бюл.№ 17, 2008 р.

(72) ДОБРОТВОР ІГОР ГРИГОРОВИЧ, UA, СТУХЛЯК ПЕТРО ДАНИЛОВИЧ, UA, БУКЕТОВ АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA, ГОЛОТЕНКО СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, МОРОЗ КОСТЯНТИН МИХАЙЛОВИЧ, UA

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

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

металеву основу адгезійного шару з наступною його полімеризацією, після цього наносять поверхневий шар з наступним твердненням покриття, який відрізняється тим, що адгезійний шар попередньо обробляють у постійному магнітному полі і термообробляють при температурі  $T=323\pm 2$  К протягом  $\tau=1,5-2,0$  год., потім наносять попередньо модифікований електроіскровим обробленням поверхневий шар з наступним твердненням покриття при температурі  $T=293-298$  К протягом  $\tau=72-76$  год.

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

Відома корозійностійка композиція та спосіб її отримання (пат. №97020588, опубл. в "Промислова власність України", 1997, №5 "Корозійностійка композиція та спосіб її одержання"), що містить стирол, полістирол, перекис бензолу, диметиланілін та етилсилікат при способі формування захисного покриття, що ґрунтується на полімеризації стиролу в масі полістиролу, перекису бензолу і диметиланіліну, яка відбувається наступним чином: вихідну кількість стиролу і полістиролу ділять на дві частини у співвідношенні (45-55):(55-45), потім розчиняють першу і другу частини полістиролу відповідно у першій і другій частинах стиролу в окремих ємкостях, після чого при неперервному перемішуванні у першу частину суміші вводять диметиланілін і етилсилікат, далі отримані композиції зливають в ємкість і перемішують разом.

Недоліком відомого покриття та способу його отримання є трудомісткість формування покриття на деталях складного профілю та значні показники залишкових напружень, що зумовлюють низькі фізико-механічні властивості матеріалу у процесі експлуатації.

Найбільш близькою за технічною суттю до результату, який досягається і способу, що заявляється, є спосіб отримання корозійностійкого покриття (пат. США №4514445, опубл. в Р.Ж., 1986, №1 "Спосіб отримання корозійностійкого покриття"), що полягає у нанесенні на металеву основу адгезійного шару, з подальшою його полімеризацією, після цього наносять поверхневий шар, з наступним твердненням покриття.

Недоліком вказаного способу формування покриттів є низькі значення адгезійної і когезійної міцності матеріалу.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення адгезійної, когезійної міцності і, як наслідок, фізико-механічних властивостей захисних покриттів шляхом виконання способу отримання модифікованого епоксикомпозитного покриття, який полягає у нанесенні на металеву основу адгезійного шару, з подальшою його полімеризацією, після цього наносять поверхневий шар, з наступним твердненням покриття, причому адгезійний шар попередньо обробляють у постійному магнітному полі і термообробляють при температурі  $T=323\pm 2$  К протягом  $\tau=1,5-2,0$  год, потім наносять попередньо модифікований електроіскровим обробленням поверхневий шар з наступним твердненням покриття при температурі  $T=293-298$  К протягом  $\tau=72-76$  год.

(19) UA (11) 35397 (13) U

Композицію 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, перемішування епоксидної смоли і наповнювача, модифікування композиції електроіскровим обробленням, після чого вводять отверджувач (ПЕПА). Отриману композицію протягом  $\tau=10-15$ хв наносять на адгезійний шар методом пневматичного розпилення, після чого затверджують покриття при температурі  $T=293-298$ К протягом 72-76 год.

Як зв'язуюче 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'язуючого використовували отверджувач поліетиленполіамін (ПЕПА) (ТУ 6-02-594-73). Отверджувач у зв'язуюче вводили при стехіометричному співвідношенні компонентів.

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

Термообробка адгезійного шару при температурі  $T=323\pm 2$ К протягом  $\tau=1,5-2,0$ год забезпечує утворення фізичних і хімічних зв'язків між макромолекулами зв'язуючого 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 фізико-механічні властивості покриття. Термообробка

адгезійного шару при температурно-часових режимах, які нижчі від оптимальних значень, погіршує технологічні умови формування захисних покриттів.

Поверхневий шар з товщиною 1,0-1,5мм наносять методом пневматичного розпилення на поверхню адгезійного шару після його попередньої термообробки. Модифікування композиції поверхневого шару на основі епоксидного зв'язуючого і дисперсного наповнювача електроіскровим обробленням забезпечує утворення вільних активних радикалів, що у подальшому підвищує ступінь зшивання матриці у зовнішніх поверхневих шарах. Це приводить до поліпшення когезійної міцності захисних покриттів.

Тверднення покриття при температурі  $T=293-298$ К протягом  $\tau=72-76$ год. забезпечує утворення максимального ступеня гель-фракції у матриці при незначних залишкових напруженнях, що зумовлює поліпшення фізико-механічних властивостей 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.

Дослідження адгезійної та когезійної міцності при розтягу покриттів проводили на розривній машині FM-1000. При дослідженнях зразок навантажували ступінчасте з кроком збільшення зовнішнього навантаження на 250 Н.

Для випробувань використано стандартний плоский зразок (ГОСТ 3248-81) зі сталі Ст.3, на який до половини довжини робочої частини з обох сторін основи симетрично наносили покриття. Перед проведенням досліджень на одну зі сторін зразка наклеювали тензодатчики для визначення деформацій основи і покриття, а на другу наносили мітки для визначення деформації оптичним методом після руйнування тензодатчиків. На основі отриманих результатів досліджень шляхом зіставлення механічних характеристик будували криві залежності напружень від відносних деформацій у покритті, після чого розраховували адгезійну та когезійну міцність покриття.

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 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	Модифікування композиції поверхнього шару електроіскровим оброб-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Характеристики модифікованого епоксикомпозитного покриття																	
1	Адгезійна міцність, МПа	48,5	47,4	48,9	44,6	45,0	48,1	47,6	44,6	45,5	46,3	49,0	45,6	44,3	38,8	36,6	32,4
2	Когезійна міцність, МПа	56,8	55,0	57,1	49,8	48,0	53,4	56,1	57,3	58,4	55,8	56,2	50,6	49,8	32,6	34,2	35,9

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