



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33123 (13) U  
(51) МПК (2006)  
C09D 4/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ЕПОКСИДНОГО КОМПОЗИТНОГО ПОКРИТТЯ З ПІДВИЩЕНОЮ ЗНОСОСТІЙКІСТЮ

1

2

(21) u200801632

(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, МИТНИК МИКОЛА МИРОСЛАВОВИЧ, UA

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

(57) Спосіб отримання епоксидного композитного покриття з підвищеною зносостійкістю, що полягає у нанесенні на металеву основу адгезійного шару, з подальшою його полімеризацією, після цього

наносять поверхневий шар, з наступним твердненням покриття, який **відрізняється** тим, що адгезійний шар попередньо опромінують ультрафіолетом, а на поверхню адгезійного шару наносять поверхневий шар шляхом укладання обробленої ультразвуком у водному середовищі скляної тканини, після чого протягом 10-20хв. наносять на поверхню тканини методом пневматичного розпилення сформовану епоксидну композицію з двокомпонентним полідисперсним наповнювачем і з подальшим термостатуванням покриття при температурі  $T = 363-383\text{ K}$  протягом 1,5-2,0год.

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

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 композитів є невисокі показники зносостійкості захисних покриттів.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення зносостійкості захисних покриттів шляхом виконання способу отримання епоксидного композитного покриття з підвищеною зносостійкістю, що 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 опромінують ультрафіолетом, а на поверхню адгезійного шару наносять поверхневий шар шляхом укладання обробленої ультразвуком у водному середовищі скляної тканини, після чого протягом 10-20хв. наносять на

поверхню тканини методом пневматичного розпилення сформовану епоксидну композицію з двокомпонентним полідисперсним наповнювачем і з подальшим термостатуванням покриття при температурі  $T = 363-383\text{ K}$  протягом 1,5-2,0год.

Як базовий компонент для полімерної матриці захисного покриття вибрано низькомолекулярну епоксидно-діанову смолу марки ЕД-20 [ГОСТ 10687-76], яка у скловидному стані характеризується високими фізико-механічними властивостями та когезійною міцністю. Для зшивання епоксидного зв'язувача використовували отверджувач холодного отверджування - поліетиленполіамін (ПЕПА) [ТУ 6-02-594-73]. Вміст твердника у зв'язувачі визначали на основі оптимального поєднання високих фізико-механічних властивостей і зносостійкості з технологічністю виготовлення покриття.

Опромінення ультрафіолетом адгезійного шару забезпечує утворення вільних активних радикалів у олігомерному зв'язувачі, що вже на початкових етапах зшивання забезпечує активну фізичну взаємодію з центрами на поверхні дисперсних часток наповнювача. На наступному етапі опромінення ультрафіолетом зумовлює збільшення швидкості полімеризації і збільшення ступеня зшивання матриці у зовнішніх поверхневих шарах, що суттєво підвищує когезійні характеристики, а, отже, і зносостійкість гетерогенних покриттів.

(19) UA (11) 33123 (13) U

Введення у поверхневий шар скляної тканини, що містить волокна діаметром 9-12мкм, забезпечує підвищення когезійної міцності і зносостійкості захисних покриттів. Також використання вказаного наповнювача забезпечує суттєве зменшення термічного коефіцієнта лінійного розширення, що у свою чергу, підвищує експлуатаційні характеристики захисних покриттів.

Оброблення ультразвуком у водному середовищі волокнистого наповнювача у вигляді тканини забезпечує мікроруйнування поверхні волокон, і, відповідно, їх активацію до взаємодії з макромолекулами епоксидної смоли. Внаслідок цього збільшується когезійна міцність і зносостійкість захисного покриття.

Введення у поверхневий шар полідисперсного наповнювача забезпечує формування стійкої до седиментації тиксотропної системи з високими показниками фізико-механічних властивостей. Це також збільшує зносостійкість захисних покриттів.

Нанесення на сталеву основу (Ст.3) методом пневматичного розпилення адгезійного шару з товщиною 0,1-0,3мм, дозволяє суттєво підвищити зносостійкість і адгезійну міцність полімеркомпозитного покриття. Попередня полімеризація даного шару при температурі 313-333К протягом 20-30хв. забезпечує високий ступінь зшивання макромолекул в єдину сітку та зміну їхніх конформацій, що зумовлює підвищення зносостійкості і фізико-механічних властивостей покриттів. Виконання адгезійного шару товщиною, яка менша 0,1мм, погіршує протікання дифузійних процесів при полімеризації захисного покриття. Виконання адгезійного шару товщиною, яка більша 0,3мм, знижує величину адгезійної міцності гетерогенних матеріалів. Крім того, полімеризація шару при температурі, яка вища оптимальних режимів та тривалістю, більшою 30хв., зумовлює зменшення міжшарової взаємодії, що погіршує захисні властивості полімеркомпозитів. Полімеризація шару при температурно-часових режимах, які нижчі від оптимальних значень, погіршує технологічні умови формування захисних покриттів.

Поверхневий шар з товщиною 1,5-2,0мм наносять укладанням скляної тканини на адгезійний шар після його попередньої полімеризації. При цьому попередньо обробляють ультразвуком у

водному середовищі, а у подальшому просушують у термостаті скляні волокна у вигляді тканин. У подальшому методом пневматичного розпилення епоксидну композицію наносять на поверхню тканини. При подальшій полімеризації композиту це зумовлює краще впакування макромолекул матриці у поверхневих шарах навколо полідисперсного наповнювача, що значно поліпшує захисні властивості гетерогенних матеріалів 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.

Спосіб нанесення епоксикомпозитного покриття з підвищеною зносостійкістю полягає у наступному.

Формування адгезійного шару.

Дозування компонентів, перемішування компонентів, опромінення ультрафіолетом, після чого вводять отверджувач (ПЕПА). Отриману композицію протягом 30-40хв. наносять на попередньо обезжирену поверхню методом пневматичного розпилення, після чого затверджують за режимом:  $T = 313-333K, \tau = 20-30xv.$

Формування поверхневого шару.

Дозування компонентів, змішування епоксидної смоли і наповнювача.

Після перемішування композиції вводять отверджувач (ПЕПА). Обробляють ультразвуком у водному середовищі тканину і просушують її у термостаті при температурі  $T = 353 \pm 5K$  протягом часу  $\tau = 0,5-0,6год.$  На поверхню адгезійного шару укладають тканину, після чого протягом 30-40хв. наносять на поверхню тканини методом пневматичного розпилення сформовану епоксидну композицію з двокомпонентним полідисперсним наповнювачем. Після формування тришарового поверхневого шару на основі скляної тканини і епоксидної композиції проводять термостатування покриття за режимом:  $T = 363-383K, \tau = 1,5-2,0год.$

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

Таблиця

Спосіб отримання епоксидного композитного покриття з підвищеною зносостійкістю

№	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, хв.	20	25	30	10	15	25	25	20	30	20	30	50	60	20	30	40
2	Температура тверднення адгезійного шару, К	313	323	333	293	303	323	323	313	333	313	333	343	353	313	333	343
3	Товщина адгезійного шару, мм	0,10	0,20	0,30	0,04	0,08	0,20	0,20	0,10	0,30	0,10	0,30	0,40	0,50	0,10	0,30	0,40
4	Опромінення адгезійного шару ультрафіолетом *	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4-	+	+	-	-	-

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
5	Товщина поверхнього шару, мм	1,5	1,7	2,0	0,5	1,0	1,7	1,7	1,5	2,0	1,5	2,0	2,5	3,5	0,5	1,0	1,5
6	Нанесення обробленої ультразвуком скляної тканини, 9-12мкм (кількість шарів)**	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-
7	Температура термообробки покриття, К	363	373	383	343	353	383	363	363	383	373	373	403	413	-	-	-
8	Тривалість термообробки покриття, год	1,5	1,7	2,0	1,0	1,2	1,5	2,0	1,7	1,7	1,5	2,0	2,3	2,5	-	-	-
Характеристики покриття																	
1	Відносна стійкість до спрацювання, $\varepsilon$ (при куті атаки гідроабразивної суміші 75°)	0,84	0,78	0,79	0,56	0,73	0,70	0,77	0,79	0,88	0,86	0,74	0,70	0,68	0,36	0,38	0,40

\*+ Опромінення адгезійного шару ультрафіолетом;

- Опромінення адгезійного шару ультрафіолетом не проводили.

\*\*Враховуючи те, що оброблену ультразвуком скляну тканину укладають на адгезійний шар з подальшим нанесенням епоксидної композиції поверхнього шару у таблиці подано в аріанти кількості шарів тканини.

\*\*\*Значення опору визначали після витримки покриттів у агресивному середовищі протягом 140 діб

Відносну стійкість до гідроабразивного спрацювання матеріалів визначали за методикою випробування матеріалів і покриттів на газоабразивне спрацювання з використанням відцентрового прискорювача [ГОСТ 23 201-78]. Методика дозволяє моделювати реальні процеси спрацювання деталей механізмів під дією гідроабразиву. Швидкість обертання ротора відцентрового прискорювача становила 3000об/хв. Як гідроабразивну суспензію використано суміш технічної води і абразивних часток (5:1 у об'ємі). Випробування зразків з розміром 20×10×4мм проводили при зміні кута атаки гідроабразивної суміші в межах від 30 до 90°. Для порівняння отриманих результатів

експериментальних досліджень як еталон використано зразок зі сталі Ст.3.

Відносну стійкість до спрацювання визначали за формулою:

$$\varepsilon = \frac{\delta_e}{\delta_3}$$

де:

$\delta_e$  - втрата маси сталюого зразка, кг;

$\delta_3$  - втрата маси досліджуваного зразка, кг.

Зважування зразків перед дослідженнями і після випробувань проводили на аналітичних вагах ВЛР-200 з точністю до  $\pm 0,001$ г.