



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **39201** (13) **U**
(51) **МПК (2009)**
C08K 3/00
C09D 163/00
C23C 14/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ БАГАТОШАРОВОГО ЕПОКСИДНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ

1

2

(21) u200811525

(22) 25.09.2008

(24) 10.02.2009

(46) 10.02.2009, Бюл.№ 3, 2009 р.

(72) САВЧУК ПЕТРО ПЕТРОВИЧ, UA, КОСТОРНОВ АНАТОЛІЙ ГРИГОРОВИЧ, UA, КАШИЦЬКИЙ ВІТАЛІЙ ПАВЛОВИЧ, UA, БУКЕТОВ АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA, ТУНІК ІГОР ГОРДІЙОВИЧ, UA

(73) ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Спосіб одержання багатошарового епоксидно-

го композиційного покриття на основі епоксидної смоли, твердника, модифікатора та комплексу наповнювачів шляхом нанесення цього покриття на поверхню та його термічної обробки, який **відрізняється** тим, що створюють щонайменше тришарове покриття з адгезійним, проміжним та поверхневим шарами, термообробку здійснюють шляхом багатоступеневого нагріву з додатковою комплексною ультрафіолетовою і ультразвуковою обробкою композицій при формуванні.

Корисна модель належить до способів одержання композицій на основі епоксидних смол, модифікаторів та наповнювачів для захисту деталей машин та механізмів, а також технологічного устаткування в машинобудуванні, ракетокосмічній, хімічній, радіотехнічній та харчовій промисловості від зношування і корозії.

Епоксидні композити здатні забезпечити максимальний комплекс фізико-механічних, теплофізичних та експлуатаційних характеристик покриттів завдяки значно вищій адгезійній міцності епоксидної компоненти, в порівнянні з іншими полімерними композитами. Матеріали на основі епоксидних смол також є технологічними при формуванні покриттів на двовимірних поверхнях, мають розвинуту вітчизняну сировинну базу.

Відомий спосіб одержання корозійностійкого покриття, що полягає у нанесенні на металеву основу адгезійного шару, з наступним його просушуванням, після чого наносять поверхневий шар, що твердне при кімнатній температурі за механізмом окислювальної полімеризації [див. патент США №4514445, C08K 3/00, 1986]. Недоліком вказаного способу є невисокі зносо- та корозійна стійкість отриманих захисних покриттів у процесі експлуатації технологічного устаткування в умовах впливу корозійно-активних середовищ та навантаження тертям, а також значна тривалість процесу формування такого покриття.

Відомий також спосіб отримання корозійностійкої композиції для покриття, що базується на полімеризації стиролу в масі полістиролу, переки-

су бензолу і диметиланіліну, яка відбувається таким чином: вихідну кількість стиролу і полістиролу ділять на дві частини у співвідношенні (45-55):(55-45), надалі розчиняють першу і другу частини полістиролу відповідно у першій і другій частинах стиролу в окремих ємностях, після чого при неперервному перемішуванні у першу частину суміші вводять диметиланілін і етилсилікат, отримані композиції зливають в ємність і перемішують разом, надалі наносять на матеріал основи [див. патент України №17819 А, C08L 25/00, 1997]. Недоліком цього способу є значна трудомісткість процесу формування такого покриття та недостатні показники міцності й зносостійкості одержаних матеріалів.

За технічною суттю найбільш близьким до способу, що заявляється, є спосіб одержання епоксидкомпонитного покриття, що полягає у нанесенні на металеву основу адгезійного шару, з наступним його просушуванням, нанесенні поверхневого шару, що твердне за механізмом окиснювальної полімеризації, причому адгезійний шар товщиною 0,1-0,3мм наносять методом газотермічного наплення і полімеризують при температурі 313-333К протягом 20-30 хвилин, після чого наносять поверхневий шар товщиною 1,5-2,0мм з наступним твердненням покриття при температурі 393-398К протягом 2,0-2,1 годин, а введення наповнювача у поверхневий шар здійснюють після обробки епоксидного олігомеру електрогідролічним розрядом [див. патент України №6883, C09D163/00, 2005].

Суттєвим недоліком вказаного способу є не-

(19) **UA** (11) **39201** (13) **U**

висока міцність й зносостійкість покриття.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення способу одержання багат шарового епоксидного композиційного матеріалу шляхом зміни технологічних операцій та їх параметрів.

Поставлене завдання вирішується таким чином.

Спосіб одержання багат шарового епоксидного композиційного покриття на основі епоксидної смоли, твердника, модифікатора та комплексу наповнювачів шляхом нанесення цього покриття на поверхню та його термічної обробки згідно з корисною моделлю, що заявляється, створюють щонайменше тришарове покриття з адгезійним, проміжним та поверхневим шарами, термообробку здійснюють шляхом багатоступеневого нагріву з додатковою комплексною ультрафіолетовою і ультразвуковою обробкою композицій при формуванні.

Оптимальна частота коливань при обробці ультразвуком становить 22-25кГц, амплітуда коливань - 10...60мкм, тривалість - 5-8 хвилин. Оптимальна тривалість обробки ультрафіолетовим випромінюванням складає 20-30хв.

Композицію формують за такою технологією (кількісний вміст компонентів у відповідності з функціональним призначенням та режимами експлуатації покриттів): підготовка і дозування компонентів; формування адгезійного шару (введення в епоксидний олігомер твердника і модифікатора; перемішування композиції для досягнення однорідної консистенції; введення наповнювачів з наступним перемішуванням; вакуумування композиції протягом 40-60хв; нанесення композиції на попередньо знежирену поверхню матеріалу основи; контроль товщини сформованої композиції; термічна обробка; контроль якості та товщини отриманого шару); формування проміжного функціонального шару (введення в епоксидний олігомер твердника і модифікатора; перемішування композиції для досягнення однорідної консистенції; введення наповнювачів з наступним перемішуванням; вакуумування композиції протягом 40-60хв; нанесення композиції; контроль якості та товщини отриманого шару); формування поверхневого шару (введення в епоксидний олігомер твердника і модифікатора; перемішування композиції для досягнення однорідної консистенції; введення наповнювачів з наступним перемішуванням; вакуумування композиції протягом 40-60хв; нанесення композиції; контроль товщини сформованої композиції; полімеризація за ступінчастим температурним режимом: 1-3год при температурі $293^{\circ}\text{K} \pm 10^{\circ}\text{K} + 1\text{-}3\text{год}$ при $333^{\circ}\text{K} \pm 10^{\circ}\text{K} + 0,5\text{-}3\text{год}$ при $393^{\circ}\text{K} \pm 10^{\circ}\text{K} + 0,5\text{-}3\text{год}$ при $483^{\circ}\text{K} \pm 10^{\circ}\text{K}$ з наступним охолодженням на спокійному повітрі); контроль якості отриманого покриття.

На етапі перемішування здійснюється додаткова комплексна ультразвукова та ультрафіолетова обробка системи. Технологія отримання покриттів реалізується методом пневматичного

розпилення або лиття під тиском у відповідності із в'язкістю композиції.

Застосування статистичної обробки експериментальних даних дозволило встановити, що найвищі міцнісні та експлуатаційні характеристики притаманні полімерній композиції при даному способі її отримання.

Як базовий компонент для полімерної матриці модифікованого епоксидного композиційного покриття вибрано низькомолекулярну епоксиднодіанову смолу марки ЕД-20 (ГОСТ 10687-76), яка характеризується високими фізико-механічними властивостями та адгезійною міцністю до металів і сплавів. Для поліпшення фізико-механічних і технологічних властивостей епоксидну смолу модифікували кремнійорганічними сполуками. Для зшивання епоксидного в'язучого використовували твердник - поліетиленполіамін (ТУ 6-02-594-73).

Застосування ступінчастих режимів полімеризації шарів сприяє стабілізації процесу при появі первинних вузлів зшивання, ефективному проходженню конформаційних перетворень на основній стадії та максимально швидкому завершенню структуроутворюючих процесів на кінцевому етапі, а також реалізує здатність макромолекул полімеру до адсорбції.

Полімеризація шарів при температурах, які вищі відносно оптимальних режимів та тривалістю більше 8 годин, а також надто швидкий нагрів композиції ініціюють ріст внутрішніх напруг в системі, погіршуючи функціональні властивості епоксидних композитів. Полімеризація шарів при температурно-часових режимах, які нижчі від оптимальних значень, ускладнює технологію формування покриттів та знижують їх фізико-механічні та експлуатаційні характеристики.

Комплексна модифікація композицій фізичними полями сприяє стабілізації фізико-хімічних перетворень, забезпечує однорідність та низьку дефектність отриманих структур.

Досягнуте поліпшення властивостей при даному способі одержання епоксидних композиційних покриттів дозволяє збільшити міжремонтний ресурс відповідних технічних об'єктів та розширити межі експлуатації матеріалів.

Епоксидні композиційні покриття з оптимальними властивостями отримуються в повному діапазоні режимів формування, що подані у таблиці. В таблиці наведені також приклади конкретного виконання композицій.

Для визначення властивостей одержаних покриттів використовували стандартні методики.

Виходячи з порівняльних результатів (прототип - патент України №6883), наведених в таблиці, видно, що реалізація даного способу сприяє підвищенню фізико-механічних та експлуатаційних характеристик епоксидних композицій представленого складу за рахунок покращення їх реологічних властивостей, оптимального структурування системи при поєднанні термічної та фізичної модифікації на стадії її формування.

Таблиця

№ п/п	Параметри	Способи формування згідно корисної моделі			Контрольні приклади					Прототип		
		I	II	III	I	II	III	IV	V	I	II	III
1	Тривалість тверднення адгезійного шару, хв.	20	30	40	10	15	25	35	50	20	25	30
2	Температура тверднення адгезійного шару, К	363	383	393	353	363	383	393	403	313	323	333
3	Тривалість тверднення проміжного шару, хв.	60	120	240	270	210	150	90	30	-	-	-
4	Температура тверднення проміжного шару, К	363	383	393	353	363	383	393	403	-	-	-
5	Температура термообробки епоксидної композиції, К	493	483	473	463	473	483	493	503	398	398	398
6	Тривалість термообробки епоксидної композиції, год	3,0	8,0	12,0	2,0	6,0	10,0	12,0	14,0	2,0	2,0	2,0
7	Товщина адгезійного шару, мм	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,3
8	Товщина поверхневого шару, мм	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1,8	2,0
9	Комплексна ультрафіолетова і ультразвукова обробка епоксидної композиції	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-
10	Обробка епоксидного олігомеру електрогідролічним розрядом	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Характеристики покриттів												
1	Ударна міцність, кДж	8,1	10,9	9,4	8,8	9,4	10,4	8,7	6,9	6,2	6,9	6,8
2	Руйнівне напруження при згинанні, МПа	95,9	100,3	98,2	96,9	98,8	99,7	98,0	87,7	84,3	85,1	86,6
3	Відносна зносостійкість*	71,6	85,9	83,1	77,9	81,5	84,9	83,0	72,9	66,4	68,2	69,7

* Зносостійкість відносно сталі Ст.3