

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 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 високі показники залишкових напружень на межі поділу фаз "захисне покриття - металева основа" і низькі значення руйнівного напруження при згинанні матеріалу.

В основу корисної моделі поставлено задачу зниження показників залишкових напружень на межі поділу фаз "захисне покриття - металева основа" і підвищення руйнівного напруження при згинанні матеріалу шляхом виконання способу отримання модифікованого епоксиднополімерного 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 $T=323\pm 2\text{K}$ протягом $\tau=1,5-2,0\text{год}$, потім наносять попередньо оброблений постійним магнітним полем, а після цього - ультрафіолетовим опроміненням поверхневий шар з наступним твердненням покриття при температурі $T=293-298\text{K}$ протягом $\tau=72-76\text{год}$.

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 $\tau=10-15\text{хв}$. наносять на попередньо обезжирену поверхню методом пневматичного розпилення, після чого термообробляють за режимом: $T=323\pm 2\text{K}$, $\tau=1,5-2,0\text{год}$.

При формуванні поверхневого шару проводять дозування компонентів, перемішування епоксидної смоли і наповнювача, оброблення композиції спочатку постійним магнітним полем, а потім ультрафіолетовим опроміненням, після чого вводять отверджувач (ПЕПА). Отриману композицію протягом $\tau=10-15\text{хв}$. наносять на адгезійний шар методом пневматичного розпилення, після чого затверджують покриття при температурі $T=293-298\text{K}$ протягом $72-76\text{год}$.

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 0,1-0,3мм 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 олигомером за рахунок підвищення температури зв'язувача, а також забезпечує міжфазову взаємодію між доменами макромолекул зв'язувача і частками наповнювача, що поліпшує адгезійну, когезійну міцність захисного покриття, а також зумовлює зменшення залишкових напружень на межі поділу фаз "захисне покриття - металева основа".

Термообробка адгезійного шару при температурі $T=323\pm 2\text{K}$ протягом $\tau=1,5-2,0\text{год}$ 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 $\tau=2,0\text{год}$, зумовлює зменшення міжшарової взаємодії, що погіршує фізико-механічні властивості покриття. Термообробка адгезійного шару при температурно-часових режимах, які нижчі від оптимальних значень, забезпечує збільшення залишкових напружень у матеріалі покриття.

Поверхневий шар з товщиною 1,0-1,5мм наносять методом пневматичного розпилення на поверхню адгезійного шару після його попередньої термообробки. Оброблення композиції поверхневого шару на основі епоксидного зв'язувача і дисперсного наповнювача постійним магнітним полем забезпечує орієнтацію доменів макромолекул і активних радикалів у напрямку напруженості постійного магнітного поля, що сприяє кращому їх впакуванню біля поверхні наповнювача і інтенсивній взаємодії з активними центрами твердої фази. Це приводить до поліпшення когезійної міцності захисних покриттів. На наступному етапі оброблення композиції поверхневого шару на основі епоксидного зв'язувача і дисперсного наповнювача ультрафіолетовим опроміненням забезпечує утворення вільних активних радикалів, що у подальшому підвищує ступінь зшивання матриці у зовнішніх поверхневих шарах.

Тверднення покриття при температурі $T=293-298\text{K}$ протягом $\tau=72-76\text{год}$. 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 композицій: технічні рішення згідно з заявою, 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 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	Оброблення композиції поверхневого шару постійним магнітним полем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
7	Оброблення композиції поверхневого шару ультрафіолетовим опроміненням	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Характеристики модифікованого епоксикомпозитного покриття																	
1	Залишкові напруження, МПа	4,3	4,5	4,3	4,9	4,8	4,4	4,6	4,7	4,6	4,5	4,2	4,8	4,7	7,6	7,8	7,8
2	Руйнівне напруження при згинанні, МПа	72,4	75,3	73,2	68,7	69,3	70,0	72,8	78,4	77,4	73,9	76,2	70,1	68,3	36,1	36,4	35,8

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

Для визначення залишкових напружень у полімеркомпозитних покриттях використовували консольний метод. Величину $\sigma_{вн}$ визначали за формулою:

$$\sigma_{вн} = \frac{N \delta^3}{3L^2(\delta + \delta^*)\delta^*},$$

де:

N - відхилення пластинки-підкладки від початкового положення, м;

E - модуль пружності пластинки-підкладки ($E=2 \cdot 10^5$ МПа);

L - довжина пластинки-підкладки з покриттям, м;

δ - товщина пластинки-підкладки, м;

δ^* - товщина покриття, м.

Залишкові напруження в покритті визначали залежно від природи та вмісту наповнювачів. Покриття формували на сталій основі з товщиною 0,3мм.

Руйнівне напруження при згинанні композитів визначали згідно з ГОСТ 4648-71.