

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 полімерна композиція [пат. Японії №63183914, Кл. 29.07.88 "Епоксидна композиція для силових електричних пристроїв"] містить (мас.ч.): епоксидна смола на основі дифенілпропану - 30, фенольноволачна смола - 4, прискорювач тверднення на основі імідазолу - 2 та наповнювач -  $Al_2O_3$  - 60. Недоліком композиції є невисокі тиксотропні властивості наповненої системи, що зумовлює погіршення фізико-механічних властивостей захисних покриттів.

Найбільш близькою за технічною суттю до покриття, яке заявляється, є полімеркомпозитне покриття [а.с. SU №1434762 А1, Кл. ДСК "Полімеркомпозитне покриття"], що містить адгезійний і поверхневий шари, виконані з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, отверджувач та дисперсний наповнювач.

Недоліком відомого покриття є низька адгезійна і когезійна міцність. Вказані недоліки зумовлюють швидке старіння покриття, що сприяє погіршенню його фізико-механічних властивостей і відшарування від основи.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення адгезійної і когезійної міцності захисного покриття шляхом виконання модифікованого епоксидкомпозитного покриття, що містить адгезійний і поверхневий шари, виконані з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, отверджувач та дисперсний наповнювач, причому оброблена високочастотним магнітним полем композиція адгезійного шару як дисперсний наповнювач містить оксид хрому, а оброблена ультрафіолетовим опроміненням і постійним магнітним полем композиція поверхневого шару як дисперсний наповнювач містить дисперсні частки оксиду міді та фериту, з наступним співвідношенням інгредієнтів у шарах, мас.ч.:

Адгезійний шар: епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач: оксид хрому, 10-20мкм	20-40
Поверхневий шар: епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач: оксид міді, 63мкм	60-80
ферит, 40мкм	30-50

Як зв'язувач для захисного покриття вибрано низькомолекулярну епоксидну 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 використано отверджувач поліетилен-поліамін (ПЕПА) (ТУ 6-02-594-73). Отверджувач у зв'язувач вводили при стехіометричному співвідношенні компонентів.

Оксид хрому вводили для збільшення адгезійної взаємодії на межі поділу фаз "захисне покриття - металева основа". Введення у адгезійний шар наповнювача оксиду хрому до 20мас.ч. на 100мас.ч. смоли ЕД-20 призводить до зменшення об'єму полімеру у стані поверхневих шарів, при цьому адгезійна міцність покриття знижується. Введення оксиду хрому понад 40мас.ч. на 100мас.ч. смоли ЕД-20 зумовлює підвищення залишкових напружень у покритті внаслідок значної кількості дефектів поверхневих шарів навколо дисперсних часток наповнювача. В такому випадку при експлуатації покриття швидко руйнується.

Введення у поверхневий шар як основного дисперсного наповнювача оксиду міді та додаткового фериту при оптимальному вмісті забезпечує формування стійкого до седиментації шару покриття з високою когезійною міцністю. Збільшення вмісту оксиду міді та фериту зумовлює виникнення напруженого стану та дефектів у поверхневих шарах, що призводить до зменшення когезійної міцності і, відповідно, до погіршення фізико-механічних властивостей матеріалу.

Обробка епоксидної композиції з дисперсним наповнювачем для адгезійного шару у високочастотному магнітному полі (до введення отверджувача) 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 міцність захисного покриття.

Обробка епоксидної композиції з дисперсним наповнювачем для поверхневого шару ультрафіолетовим опроміненням і постійним магнітним полем (до введення отверджувача) забезпечує утворення вільних активних радикалів у зв'язувачі і подальшу їх рекомбінацію та інтенсивну взаємодію з активними центрами на поверхні дисперсних часток, що поліпшує когезійну міцність захисного покриття.

Нанесення на сталюю основу (Ст.3) методом пневматичного розпилення адгезійного шару з товщиною 0,1-0,3мм, який містить 20-40мас.ч. оксиду хрому дозволяє суттєво підвищити адгезійну міцність розробленого покриття. Термообробка адгезійного шару при температурі  $T=323\pm 2K$  протягом  $\tau=1,5-2,0$  год. забезпечує високий ступінь зшивання епоксидної смоли на межі поділу фаз "захисне покриття - металева основа". Виконання адгезійного шару з товщиною, яка менша 0,1мм і більша від 0,3мм, знижує показники адгезійної міцності захисного покриття. Крім того, термообробка шару при температурі, яка вища оптимальних режимів та з тривалістю, більшою за  $\tau=2,0$  год., зумовлює зменшення міжшарової взаємодії, що погіршує захисні властивості покриття. Полімеризація 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 на адгезійний шар після його попередньої полімеризації методом пневматичного розпилення. При подальшому твердненні це зумовлює добру взаємодію між шарами покриття, що значно поліпшує його фізико-механічні властивості. Введення в епоксидну матрицю як основного наповнювача оксиду міді та додаткового фериту і формування поверхневого шару при оптимальній товщині

забезпечує значне поліпшення когезійної 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 наведено приклади конкретного виконання композиції: технічні рішення згідно з заявкою, контрольні приклади прототипу, а також їхні порівняльні властивості.

Таблиця

Модифіковане епоксикомпозитне покриття

№	Компоненти	Композиція 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
	Адгезійний шар																
1	Епоксидна діанова смола	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	Отверджувач - поліетилен-поліамін (ПЕПА)	8	10	12	6	6	12	8	10	10	12	8	14	15	10	12	15
	Наповнювач																
3	Оксид хрому, 10-20мкм	20	30	40	5	10	20	40	30	30	40	20	50	60	-	-	-
4	Скlobій, 60мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	120	160
5	Аеросил	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	4
6	Обробка композиції у високочастотному магнітному полі	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	Поверхневий шар																
7	Епоксидна діанова смола	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8	Новолачна фенольна смола	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	40	50
9	Отверджувач - поліетилен-поліамін (ПЕПА)	8	10	12	6	6	12	8	10	10	12	8	14	15	10.0	10.0	10.0
	Наповнювач																
10	Оксид міді, 63мкм	60	70	80	40	50	70	70	80	60	60	80	90	100	-	-	-
11	Ферит, 40мкм	30	40	50	10	20	30	50	30	50	40	40	60	70	-	-	-
12	Тугоплавка комплексна сполука	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	140	180
13	Червоний шлам, 10-20мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	50	60
14	Обробка композиції ультрафіолетовим опроміненням і у постійному магнітному полі	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	Характеристики епоксикомпозитного покриття																
1	Адгезійна міцність, МПа	53,4	55,2	63,8	56,0	57,9	54,8	56,4	55,3	56,4	55,4	60,3	53,2	51,8	38,8	36,6	32,4
2	Когезійна міцність, МПа	54,4	55,7	67,2	68,0	69,7	66,3	67,5	68,0	64,3	68,9	67,3	60,2	57,7	32,6	34,2	35,9

Примітка: + обробка композиції енергетичними полями; - обробку композиції енергетичними полями не проводили

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

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 і когезійну міцність покриття.