

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, 29.07.88 "Епоксидна композиція для силових електричних пристроїв"] містить (мас.ч.):

епоксидна смола на основі	
дифенілпропану	30
фенольноноволачна смола	4
прискорювач тверднення на основі	
імідазолу	2
наповнювач - Al ₂ O 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, 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 високочастотним магнітним полем епоксикомпозитного покриття, що містить адгезійний і поверхневий шари, виконані з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, отверджувач та дисперсний наповнювач, причому оброблена у високочастотному магнітному полі композиція адгезійного шару як неорганічний наповнювач містить карбід титану, а оброблена у високочастотному магнітному полі композиція поверхневого шару як неорганічний наповнювач містить дисперсні частки фериту та карбіду бору, з наступним співвідношенням інгредієнтів у шарах, мас.ч.:

адгезійний шар:

епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач: карбід титану, 40 мкм	40-60

поверхневий шар: епоксидна діанова

смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач: ферит, 63мкм	60-80
карбід бору, 40мкм	10-20

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.

Карбід титану вводили для збільшення адгезійної взаємодії на межі поділу фаз "захисне покриття - металева основа". Введення у адгезійний шар наповнювача оксиду хрому до 40мас.ч. на 100мас.ч. смоли ЕД-20 призводить до зменшення об'єму полімеру у стані поверхневих шарів, при цьому адгезійна міцність покриття знижується. Введення карбіду титану понад 60мас.ч. на 100мас.ч. смоли ЕД-20 зумовлює підвищення внутрішніх 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 фериту та додаткового карбіду бору при оптимальному вмісті забезпечує формування стійкого до седиментації шару покриття з високою когезійною міцністю. Збільшення вмісту фериту і карбіду бору зумовлює виникнення напруженого стану та дефектів у поверхневих шарах, що призводить до зменшення когезійної міцності і, відповідно, до погіршення фізико-механічних властивостей матеріалу.

Обробка епоксидних композицій з дисперсним наповнювачем у високочастотному магнітному полі (до введення отверджувача) поліпшує змочування часток наповнювача епоксидним олігомером за рахунок підвищення температури зв'язувача, а також забезпечує міжфазну взаємодію між диполями макромолекул зв'язувача і частками наповнювача, що поліпшує адгезійну і когезійну міцність захисного покриття.

Нанесення на сталюю основу (Ст.3) методом пневматичного розпилення адгезійного шару з товщиною 0.1-0.3мм, який містить 40-60мас.ч. карбіду титану дозволяє суттєво підвищити адгезійну міцність розробленого покриття. Термообробка адгезійного шару при температурі T=303±2K протягом τ=2.0-2.5год 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 0.3мм, знижує величину

адгезійної міцності захисного покриття. Крім того, термообробка шару при температурі, яка вища оптимальних режимів та з тривалістю, більшою за $\tau = 2.5$ 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 теплофізичні властивості. Введення в епоксидну матрицю як основного наповнювача фериту та додаткового карбїду бору 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 1 наведено приклади конкретного виконання композиції: технічні рішення згідно з заявкою, контрольні приклади прототипу, а також їхні порівняльні властивості.

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 наносять 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.

Таблиця 1

Модифіковане постійним магнітним і полем 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 (ПЕГА)	8	10	12	6	6	12	8	10	10	12	8	14	15	10	12	15
Наповнювач																	
3	Карбід титану, 40 мкм	40	50	60	20	30	40	60	40	60	50	50	70	80	-	-	-
4	Склобій, 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	8	10	12	6	6	12	8	10	10	12	8	14	15	10.0	10.0	10.0

	(ПЕПА)																
Наповнювач																	
10	Ферит, 63 мкм	60	70	80	40	50	70	70	70	70	60	80	90	100	-	-	-
11	Карбід бору, 40мкм	10	15	20	5	5	10	20	10	20	20	10	30	40	-	-	-
12	Тугоплавка комплексна сполука	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	140	180
13	Червоний шлам, 10-20мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	50	60
14	Обробка композиції у високочастотному магнітному полі	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Характеристики епоксикомпозитного покриття																	
1	Адгезійна міцність, МПа	54.8	55.3	53.8	47.0	48.3	53.7	52.1	54.2	55.5	54.2	52.4	44.7	44.1	38.8	36.6	32.4
2	Когезійна міцність, МПа	67.2	67.8	67.0	54.3	57.3	66.8	64.6	68.1	65.1	67.0	66.9	60.0	59.3	32.6	34.2	35.9

Примітка: + обробка композиції у високочастотному магнітному полі; - обробку композиції у високочастотному магнітному полі не проводили