



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33127 (13) U
(51) МПК (2006)
C09D 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МОДИФІКОВАНЕ ЕПОКСИКОМПОЗИТНЕ ПОКРИТТЯ

1

2

(21) u200801642

(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, ЗОЛОТИЙ РОМАН ЗАХАРІЙОВИЧ, UA

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

(57) Модифіковане епоксикомпозитне покриття, що містить оброблений постійним магнітним полем адгезійний шар і поверхневий шар, який оброблений постійним магнітним полем з наступним ультрафіолетовим опроміненням, виконані з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, отверджувач та дисперсний наповнювач, яке **відрізняється** тим, що композиція адгезійного шару

як дисперсний наповнювач містить коричневий шлам, а композиція поверхневого шару як дисперсний наповнювач містить дисперсні частки оксиду міді та карбіду бору, з наступним співвідношенням інгредієнтів у шарах, мас.ч.:

Адгезійний шар:	
епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач:	
коричневий шлам, 10-20мкм	40-60
Поверхневий шар:	
епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач:	
оксид міді, 63мкм	60-100
карбід бору, 40мкм	20-40.

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.

Відоме 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 невисокі показники циклічної міцності захисних покриттів. Вказаний недолік зумовлює швидке старіння покриття, що сприяє погіршенню його фізико-механічних властивостей.

Найбільш близькою за технічною суттю до покриття, яке заявляється, є модифіковане епоксикомпозитне покриття [див. заявка №U200800067 від 02.01.2008р.], що містить оброблений постійним магнітним полем адгезійний шар і поверхневий шар, який оброблений постійним магнітним полем з наступним ультрафіолетовим опроміненням, виконані з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, отверджувач та дисперсний наповнювач.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення циклічної міцності захисного покриття шляхом виконання модифікованого епоксикомпозитного покриття, що містить оброблений постійним магнітним полем адгезійний шар і поверхневий шар, який оброблений постійним магнітним полем з наступним ультрафіолетовим опроміненням, виконані з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, отверджувач та дисперсний наповнювач, причому композиція адгезійного шару як дисперсний наповнювач містить коричневий шлам, а композиція поверхневого шару як дисперсний наповнювач містить дисперсні частки оксиду міді та карбіду бору, з наступним співвідношенням інгредієнтів у шарах, мас.ч.:

Адгезійний шар:	
епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач:	
коричневий шлам, 10-20мкм	40-60
Поверхневий шар:	
епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
дисперсний наповнювач:	
оксид міді, 63мкм	60-100
карбід бору, 40мкм	20-40

UA (19) 33127 (13) U

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 незначними показниками залишкових напружень. Для зшивання епоксидного зв'язувача використано отверджувач поліетиленполіамін (ПЕПА) [ТУ 6-02-594-73]. Отверджувач у зв'язувач вводили при стехіометричному співвідношенні компонентів.

Коричневий шлам вводили для збільшення адгезійної взаємодії на межі поділу фаз "захисне покриття - металева основа", що дозволяє у подальшому підвищити циклічну міцність захисного покриття. Крім того, коричневий шлам, як доступний та структурноактивний наповнювач, вводили з метою здешевлення вартості композиції та збільшення адсорбційної взаємодії на межі поділу фаз "полімер-наповнювач", внаслідок значної кінетичної, хімічної і магнітної активності дисперсних частинок. Коричневий шлам складається із суміші оксидів (мас.ч.): оксид заліза - 46-48, оксид алюмінію - 7-9, оксид кремнію - 12-14, оксид кальцію - 18-21, оксид магнію - 1-2, оксид титану - 4-7, оксид ванадію 1,5-2,5, оксид олова - 0,9-1,6, оксид барію - 0,7-1,0, інші оксиди - до 100. З метою вилучення інших домішок перед просіюванням проводили очищення коричневого шламу методом ультразвукової обробки у водному розчині з наступним просушуванням при температурі $T=443\pm 2K$ протягом 1,5-2,0 годин.

Введення у адгезійний шар наповнювача коричневого шламу до 40мас.ч. на 100мас.ч. смоли ЕД-20 призводить до зменшення об'єму полімеру у стані поверхневих шарів, при цьому адгезійна і когезійна міцність покриття знижується. Введення коричневого шламу понад 60мас.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 циклічна міцність матеріалу є не достатньо високою і покриття швидко руйнується.

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

Оброблення епоксидної композиції з дисперсним наповнювачем для адгезійного шару у постійному магнітному полі (до введення отверджувача) поліпшує змочування часток наповнювача епокси-

дним олігомером за рахунок підвищення температури зв'язувача, а також забезпечує міжфазову взаємодію між доменами макромолекул зв'язувача і частками наповнювача, що поліпшує адгезійну та когезійну міцність і, як наслідок, циклічну міцність захисного покриття.

Оброблення епоксидної смоли ультрафіолетовим опроміненням забезпечує утворення вільних активних радикалів у зв'язувачі. Подальше введення у опромінену ультрафіолетом епоксидну смолу дисперсних часток оксиду міді і карбїду бору забезпечує інтенсивну взаємодію утворених вільних радикалів з активними центрами на поверхні наповнювачів. На наступному етапі обробка композиції постійним магнітним полем забезпечує фізичну взаємодію доменів макромолекул між собою з утворенням надмолекулярних структур у зовнішніх поверхневих шарах навколо дисперсних часток наповнювача. Це дозволяє суттєво підвищити когезійну і циклічну міцність системи "захисне покриття - металева основа".

Нанесення на сталеву основу (Ст.3) методом пневматичного розпилення адгезійного шару з товщиною 0,1-0,3мм, який містить 40-60мас.ч. коричневого шламу дозволяє суттєво підвищити адгезійну міцність 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, підвищує показники залишкових напружень у захисному покритті. 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 фізико-механічні властивості покриття.

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 карбїду бору і формування поверхневого шару при оптимальній товщині забезпечує значне поліпшення циклічної міцності покриття. 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.

Модифіковане епоксикомпозитне покриття

№	Компоненти	Композиція згідно з корисною моделлю			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 - поліетиленполіамін (ПЕПА)	8	10	12	6	6	12	8	10	10	12	8	14	15	10	12	15
	Наповнювач																
3	Коричневий шлам, 10-20мкм	40	50	60	20	30	40	50	60	40	50	60	70	80	-	-	-
4	Склобій, 60мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	120	160
5	Аеросил	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	4
6	Обробка композиції у постійному магнітному полі	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Повірхневий 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	зо	40	50
9	Отверджувач - поліетиленполіамін (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	80	100	20	40	80	80	60	100	60	100	120	140	-	-	-
11	Карбід бору, 40мкм	20	30	40	5	15	20	40	40	20	30	зо	50	60	-	-	-
12	Тугоплавка комплексна сполука	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	140	180
13	Червоний шлам, 10-20мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	50	60
14	Обробка композиції ультрафіолетовим опроміненням і у подальшому постійним магнітним полем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Характеристики епоксикомпозитного покриття																	
1	Циклічна міцність, σ_{-1} МПа (при $N=10^7$ циклів навантаження)	132	136	134	120	125	134	136	130	129	126	135	122	120	76	78	74

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

Дослідження зразків на циклічну міцність проводили на магнітострикційній високочастотній установці, яка забезпечує дослідження матеріалів з покриттями на циклічну міцність з допомогою прискорених порівняльних досліджень при високих частотах навантаження (до 10кГц).

Методика експерименту полягає в забезпеченні руйнування від втоми зразка з наперед заданим перерізом, геометрією і способом закріплення.

У дослідженнях використовували призматичні консольні зразки, які виготовляли з листового матеріалу сталі Ст.3. Довжину зразка вибирали, виходячи з припущення, що зразок є балкою, яка закріплена шарнірно з одного боку, а інший бік є вільним. Після нанесення покриттів з товщиною $h=0,20-0,25$ мм зразки підлягали циклічному навантаженню за визначеними формами поперечних коливань.