



УКРАЇНА

(19) UA (11) 6884 (13) U

(51) 7 C09D163/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕПОКСИКОМПОЗИТНЕ ПОКРИТТЯ

1

2

(21) 20041210409

(22) 17 12 2004

(24) 16 05 2005

(46) 16 05 2005, Бюл №5, 2005р

(72) Буряк Микола Васильович, Букетов Андрій
Вікторович, Стухляк Петро Данилович, Тотосько
Олег Васильович, Чихіра Ігор Вікторович, Долгов
Микола Анатолійович

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКА АКАДЕМІЯ НАРОДНОГО
ГОСПОДАРСТВА

(57) Епоксикомпозитне покриття, що містить адге-
зійний шар, який складається з епоксидної діано-
вої смоли, отверджувача та неорганічного напов-
нювача, і поверхневий шар, виконаний з
композиції, що містить епоксидну діанову смолу,
пластифікатор, отверджувач і неорганічний напов-
нювач, яке відрізняється тим, що адгезійний шар

як неорганічний наповнювач містить газову сажу, а
поверхневий шар як пластифікатор містить аліфа-
тичну смолу, а як неорганічний наповнювач - фе-
рит та оксид хрому при наступному співвідношенні
інгредієнтів у шарах, мас ч

адгезійний шар	
епоксидна діанова смола	100
отверджувач	8-12
неорганічний наповнювач	
газова сажа, 20-40 мкм	20-30,
поверхневий шар	
епоксидна діанова смола	100
аліфатична смола	10-20
отверджувач	11-12,
неорганічний наповнювач	
ферит, 60-80 мкм	80-100
оксид хрому, 20-40 мкм	30-50.

Корисна модель відноситься до області отримання композитних покриттів для захисту деталей машин та механізмів технологічного устаткування в машинобудуванні, радіотехнічній, хімічній і харчовій промисловості від корозії

Полімеркомпозитні матеріали забезпечують необхідний комплекс фізико-механічних властивостей, корозійну та зносостійкість, а також високу ремонтоздатність за рахунок неоднократного відновлення поверхонь деталей композиціями, що використовуються в якості покриттів. В цьому напрямку цікавим є використання матеріалів на основі епоксидних смол, які крім вказаних властивостей мають значну адгезію до металевої основи, технологічність при формуванні у якості покриттів на довговимірних поверхнях складного профілю, розвинуту сировинну базу

Відома полімерна композиція [пат Японії №63183914, 29 07 88 "Епоксидна композиція для силових електричних пристроїв"], яка містить (мас ч) епоксидна смола на основі дифенілпропану - 30, фенольноноволачна смола - 4, прискорювач тверднення на основі імідазолу - 2 та наповнювач - Al_2O_3 - 60. Недоліком даної композиції є невисокі тиксотропні властивості наповненої системи, що зумовлює виникнення значних внутрішніх напружень на межі поділу фаз покриття - основа. Даний фактор сприяє проникненню агресивних

середовищ в об'єм покриттів забезпечуючи локальне руйнування і відшарування композиту від площини субстрату (аналог)

Відоме таке покриття [а с SU №1434762], що містить адгезійний шар, який складається з епоксидної діанової смоли, твердника та неорганічного наповнювача і поверхневий шар, виконаний з композиції, що містить епоксидну діанову смолу, пластифікатор, твердник і неорганічний наповнювач (прототип)

Недоліком відомого покриття є невисокі фізико-механічні властивості матеріалу. Значна седиментація дисперсного наповнювача призводить до утворення залишкових градієнтних внутрішніх напружень на межі полімер-наповнювач в об'ємі композиту, що в процесі експлуатації спричиняє появу мікротріщин у захисних покриттях. Дані недоліки зумовлюють локальне відшарування відомої композиції від основи, а також суттєво звужують діапазон експлуатації деталей і механізмів технологічного устаткування в різних галузях промисловості

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення епоксикомпозитного покриття, що дозволяє підвищити фізико-механічні властивості та знизити внутрішні напруження у захисних покриттях

UA (19) 6884 (11) U (13)

Поставлена задача вирішується тим, що в епоксикомпозитному покритті, що містить адгезійний шар, який складається з епоксидної діанової смоли, твердника та неорганічного наповнювача і поверхневий шар, виконаний з композиції, що містить епоксидну діанову смолу, пластифікатор, твердник і неорганічний наповнювач, згідно винаходу вводиться те, що адгезійний шар як неорганічний наповнювач містить газову сажу, а поверхневий шар як пластифікатор містить аліфатичну смолу, а як неорганічний наповнювач - ферит та оксид хрому, з наступним співвідношенням інгредієнтів у шарах, мас.ч.:

Адгезійний шар:	
епоксидна діанова смола	100
твердник	8-12
неорганічний наповнювач:	
газова сажа, 20-40 мкм	20-30
Поверхневий шар:	
епоксидна діанова смола	100
аліфатична смола	10-20
твердник	11-12
неорганічний наповнювач:	
ферит, 60-80 мкм	80-100
оксид хрому, 20-40 мкм	30-50

Як базовий компонент для полімерної матриці 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. При формуванні поверхневого шару з метою поліпшення фізико-механічних і технологічних властивостей епоксидну матрицю пластифікували аліфатичною смолою ДЕГ-1 (ТУ 6-05-1645-73), яка являє собою диіліцидиловий ефір діетиленгліколю. При уведенні пластифікатора у кількості до 10 мас.ч. на 100 мас.ч. ЕД-20 погіршуються реологічні властивості композиції, а збільшення концентрації ДЕГ-1 понад 20 мас.ч. на 100 мас.ч. ЕД-20 зумовлює зниження ступеня зшивання полімерної матриці, що погіршує експлуатаційні характеристики захисного покриття. Для зшивання епоксидного в'язучого використовували твердник холодного отверджування - поліетиленполіамін (ПЕПА) (ТУ 6-02-594-73). Вміст твердника у в'язучому визначали на основі оптимального поєднання високих фізико-механічних властивостей з технологічністю виготовлення композиції.

Газову сажу, як достатньо доступний та структурноактивний неорганічний наповнювач, вводили з метою забезпечення адсорбційної взаємодії на межі полімер-наповнювач. Уведення у адгезійний шар наповнювача газової до 20 мас.ч. на 100 мас.ч. ЕД-20 призводить до зменшення об'єму полімеру у стані граничних прошарків, при цьому руйнівне напруження при згинанні композитного матеріалу знижується. Уведення газової сажи понад 30 мас.ч. на 100 мас.ч. ЕД-20 зумовлює підвищення внутрішніх напружень у композиті внаслідок значної дефектності граничних прошарків навколо дисперсних частинок наповнювача.

Уведення у поверхневий шар, як основного неорганічного наповнювача фериту та додатково - оксиду хрому при оптимальній концентрації забезпечує формування стійкої до седиментації

тиксотропної системи з високими показниками фізико-механічних властивостей. Збільшення концентрації даних наповнювачів зумовлює виникнення напруженого стану та дефектів у поверхневих прошарках, що спричиняє суттєве підвищення внутрішніх напружень композитних матеріалів. Це зменшує довговічність захисних покриттів.

Нанесення на сталеву основу (Ст.3) методом газотермічного напилення адгезійного шару товщиною 0.1-0.3мм, який містить 20-30 мас.ч. газової сажи дозволяє суттєво підвищити адгезійну міцність полімеркомпозитного покриття. Поліпшення зазначених характеристик пов'язано із значним впливом дисперсних частинок на процеси структуроутворення в гетерогенних матеріалах та здатності макромолекул полімеру до адсорбції. Попередня полімеризація даного шару при температурі 313-333К протягом 20-30 хвилин забезпечує високий ступінь зшивання макромолекул в єдину сітку та зміну їхніх конформацій, що зумовлює підвищення адгезійної міцності та фізико-механічних властивостей покриттів. Виконання адгезійного шару товщиною, яка менша 0.1мм, погіршує протікання дифузійних процесів при полімеризації захисного покриття. Виконання адгезійного шару товщиною, яка більша 0.3мм, знижує величину адгезійної міцності гетерогенних матеріалів. Крім того, полімеризація шару при температурі, яка вища оптимальних режимів та тривалістю, більшою 30 хвилин, зумовлює зменшення міжшарової взаємодії, що погіршує захисні властивості полімеркомполімерів. Полімеризація шару при температурно-часових режимах, які нижчі від оптимальних значень, погіршує технологічні умови формування захисних покриттів.

Поверхневий шар товщиною 1.5-2.0мм наносять методом газотермічного напилення на поверхню адгезійного шару після його попередньої полімеризації. При подальшій полімеризації композиту така обробка зумовлює краще впакування макромолекул матриці у поверхневих прошарках навколо дисперсного наповнювача, що значно поліпшує захисні властивості гетерогенних матеріалів. Уведення в епоксидну матрицю як основного наповнювача фериту та додаткового - оксиду хрому і формування поверхневого шару при оптимальній товщині забезпечує значне підвищення фізико-механічних властивостей розробленого покриття порівняно з прототипом. Крім того, описаний температурно-часовий режим тверднення забезпечує формування проміжного шару внаслідок дифузійних фізико-хімічних процесів, які проходять у композиційній системі при полімеризації. Вибір даних наповнювачів зумовлений тим, що вони характеризуються високими показниками твердості, міцності, а матеріали, наповнені дисперсними частинками, відзначаються достатньо високими фізико-механічними властивостями та низькими внутрішніми напруженнями. 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.

Композицію формують і наносять на поверхню за наступною технологією.

Адгезійний шар.

Дозування компонентів, перемішування епоксидної смоли і наповнювача, після чого вводять твердник (ПЕПА). Отриману композицію протягом 30-40 хвилин наносять на попередньо обезжирену поверхню методом газотермічного напилення, після чого затверджують за режимом: $T=313-33K$, $\tau=20-30$ хв.

Поверхневий шар.

Дозування компонентів, змішування епоксидної смоли і пластифікатора, взятих у співвідношенні 100:(10-20), після чого добавляють напов-

нювач. Після перемішування композиції вводять твердник (ПЕПА). Отриману композицію протягом 30-40 хвилин наносять на попередньо обезжирену поверхню методом газотермічного напилення, після чого проводять термостатування покриття за режимом: $T=393-498K$, $\tau=2.0-2.1$ годин.

В таблиці наведено приклади конкретного виконання композиції: технічні рішення згідно із заявою, контрольні приклади прототипу, а також їхні порівняльні властивості.

Таблиця 1

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	Твердник - поліетиленполіамін (ПЕПА)	8	10	12	6	6	10	10	8	12	12	8	14	15	10	12	15
	Наповнювач																
3	Газова сажа, 20-40мкм	20	25	30	5	15	20	30	25	25	20	30	40	50	-	-	-
4	Склобій, 60 мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	120	160
5	Аеросил	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	4
	Поверхневий шар																
6	Епоксидна діанова смола	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7	Аліфатична смола (ДЕГ-1)	10	15	20	5	5	15	15	20	20	15	10	40	60	-	-	-
8	Новолачна фенольна смола	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	40	50
9	Твердник - поліетиленполіамін (ПЕПА)	11.0	11.5	12.0	8.0	10.0	11.0	12.0	11.5	11.5	11.0	12.0	14.0	16.0	10.0	10.0	10.0
	наповнювач																
10	Ферит, 60-80 мкм	80	90	100	40	60	90	90	80	100	80	100	120	140	-	-	-
11	Оксид хрому, 20-40 мкм	30	40	50	10	20	30	50	50	30	40	40	80	100	-	-	-
12	Тугоплавка комплексна сполука	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	140	180
13	Червоний шлам, 2-10 мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	50	60
Характеристики композитного покриття																	
1	Руйнівне напруження при згинанні, МПа	106.1	108.1	112.4	92.2	95.3	104.5	106.3	110.2	107.4	104.2	99.4	91.8	85.6	63.2	68.7	72.8
2	Ударна в'язкість, кДж/м ²	10.92	11.03	11.19	9.32	10.56	11.12	11.07	9.54	10.02	9.68	10.56	9.47	9.28	3.78	4.14	4.38
3	Внутрішні напруження, МПа	4.8	5.0	4.7	5.2	4.9	4.6	5.4	5.4	5.5	4.9	5.1	4.8	4.6	7.5	7.3	7.0

Руйнівне напруження композитів при згинанні визначали згідно ГОСТ 4648-71. Внутрішні напруження визначали консольним методом. Міцність покриття при ударі досліджували з допомогою маятнікового копра згідно ГОСТ 4765-73. Шкала вимірюваного приладу відградуєвана так, що нуль знаходиться внизу, а максимальне значення від-

повідає висоті підйому маятника після руйнування зразка. При відомому куті підйому шкала вимірювального приладу фіксує робочий кут проходження маятника після руйнування зразка, розміри якого становили 60x10x8мм. Для отримання середніх значень опору для кожного варіанту покриттів використовували не менше 5 зразків.