



УКРАЇНА

(19) UA (11) 53999 (13) A

(51) 7 C09D5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНЕ ЗНОСОСТІЙКЕ ПОКРИТТЯ

1

2

(21) 2002043096

(22) 16 04 2002

(24) 17 02 2003

(46) 17 02 2003, Бюл. № 2, 2003 р.

(72) Букетов Андрій Вікторович, Стухляк Петро
Данилович, Микитишин Андрій Григорович, Митник
Микола Мирославович(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ(57) Полімеркомпозитне зносостійке покриття, що
містить адгезійний шар, який складається з епок-
сидної діанової смоли, отверджувача та
мінерального наповнювача, проміжний шар, який
складається з епоксидної діанової смоли, каучуку
та отверджувача і зносостійкий шар, який скла-
дається з епоксидної діанової смоли, аліфатичної
смоли, отверджувача та мінерального наповнюва-
ча, яке відрізняється тим, що адгезійний шар як
мінеральний наповнювач містить червоний шлам,
проміжний шар додатково містить пластифікатор у
вигляді аліфатичної смоли, а як отверджувач вінмістить поліетиленполіамін, а зносостійкий шар як
мінеральний наповнювач містить карбід кремнію
та оксид алюмінію, з наступним співвідношенням
інгредієнтів у шарах, мас. ч

Адгезійний шар	
Епоксидно-діанова смола	100
Отверджувач	8-10
Мінеральний наповнювач	
Червоний шлам, 2-10мкм	25-35
Проміжний шар	
Епоксидно-діанова смола	100
Аліфатична смола	40-60
Каучук	12-16
Поліетиленполіамін	12-14
Зносостійкий шар	
Епоксидно-діанова смола	100
Аліфатична смола	18-20
Отверджувач	10-12
Мінеральний наповнювач	
Карбід кремнію, 60-80мкм	70-90
Оксид алюмінію, 30-40мкм	15-25

Винахід відноситься до області отримання полімеркомпозитних покриттів для захисту деталей машин і механізмів від спрацювання у машинобудуванні, радіотехнічній, харчовій і хімічній промисловості

Для захисту технологічного устаткування від спрацювання та з метою зниження внутрішніх напружень і підвищення фізико-механічних характеристик деталей машин використовують полімеркомпозитні покриття, які містять в якості в'язучого епоксидні смоли і дисперсні наповнювачі. Усунути недоліки деталей, які сформовані методом лиття, і підвищити їхні експлуатаційні властивості можливо шляхом нанесення багатшарових полімеркомпозитних покриттів

Відома композиція для покриттів (а с № 1148855, опубл. в Б.И., 1985, № 13 "Композиція для покриттів"), що містить епоксидно-діанову смолу, кислий глифталевий дієфір в якості твердника і мінеральний наповнювач - карбід кремнію, кварцева мука або порошок андезиту. Недоліком

даної композиції є недостатні тиксотропні властивості наповненої системи, що зумовлює виникнення значних внутрішніх напружень на межі поділу фаз покриття - основа. Це призводить до швидкого старіння матеріалу та руйнування покриття у процесі роботи технологічного устаткування в умовах гідроабразивного впливу

Відоме полімерне покриття (а с SU № 1434762 А1, ДСК), що містить адгезійний шар, який складається з епоксидної діанової смоли, пластифікатора, твердника та мінерального наповнювача і поверхневий шар, який складається з епоксидної діанової смоли, пластифікатора, твердника та мінерального наповнювача - червоного шламу. Недоліком відомого покриття є недостатньо високі показники адгезійної міцності, стійкості до спрацювання та низькі технологічні характеристики при нанесенні композицій на деталі складного профілю

Найбільш близькою за технічною суттю до покриття, яке заявляється, є зносостійке покриття

(13) A

(11) 53999

(19) UA

(а с SU № 1793605 А1, ДСК), що містить адгезійний шар, який складається з епоксидної діанової смоли, твердника та мінерального наповнювача, проміжний шар, який складається з епоксидної діанової смоли, каучуку та твердника і зносостійкий шар, який складається з епоксидної діанової смоли, аліфатичної смоли, твердника та мінерального наповнювача

Недоліком відомого покриття є невисока адгезійна міцність до металевих поверхонь та стійкість до гідроабразивного спрацювання. Значна седиментація дисперсного наповнювача призводить до утворення залишкових градієнтних внутрішніх напружень на межі адгезив - субстрат і в об'ємі композиту, які у процесі експлуатації устаткування в умовах гідроабразивного і кавтаційного впливу зумовлюють локальне відшарування відомого покриття від металевої основи.

В основу винаходу поставлено задачу підвищення зносостійкості, адгезійної міцності захисних покриттів до металевої основи та зниження внутрішніх напружень у гетерогенних системах, що працюють в умовах гідроабразивного і кавтаційного впливу, шляхом виконання полімеркомпозитного зносостійкого покриття, що містить адгезійний шар, який складається з епоксидної діанової смоли, твердника та мінерального наповнювача, проміжний шар, який складається з епоксидної діанової смоли, каучуку та твердника і зносостійкий шар, який складається з епоксидної діанової смоли, аліфатичної смоли, твердника та мінерального наповнювача, причому адгезійний шар в якості мінерального наповнювача містить червоний шлам, проміжний шар додатково містить пластифікатор у вигляді аліфатичної смоли, а в якості твердника він містить поліетиленполіамін, а зносостійкий шар в якості мінерального наповнювача містить карбід кремнію та оксид алюмінію, з наступним співвідношенням інгредієнтів у шарах, мас ч

Адгезійний шар	
Епоксидно-діанова смола	100
Твердник	8 - 10
Мінеральний наповнювач	
Червоний шлам, 2 - 10мкм	25 - 35
Проміжний шар	
Епоксидно-діанова смола	100
Аліфатична смола	40 - 60
Каучук	12 - 16
Поліетиленполіамін	12 - 14
Зносостійкий шар	
Епоксидно-діанова смола	100
Аліфатична смола	18 - 20
Твердник	10 - 12
Мінеральний наповнювач	
Карбід кремнію, 60 - 80мкм	70 - 90
Оксид алюмінію, 30 - 40мкм	15 - 25

Як базовий компонент для полімерної матриці захисного покриття вибрано низькомолекулярну епоксидно-діанову смолу ЕД-16 (ГОСТ 10687-76), яка у скловидному стані характеризується високими фізико-механічними властивостями та адгезійною міцністю до чорних металів і сплавів. Виконання адгезійного шару товщиною 80 - 100мкм, який містить епоксидно-діанову смолу ЕД-16 та наповнювач червоний шлам (25 - 35 мас ч) до-

зволяє суттєво підвищити адгезійну міцність полімеркомпозитного покриття та знизити внутрішні напруження внаслідок формування навколо дисперсних частинок поверхневих прошарків високої густини та щільного впакування макромолекул полімеру. Уведення наповнювача до 25 мас ч на 100 мас ч ЕД-16 призводить до зменшення об'єму полімеру у стані поверхневих прошарків, що знижує адгезію композитного матеріалу до основи. Уведення червоного шламу понад 35 мас ч на 100 мас ч ЕД-16 зумовлює підвищення внутрішніх напружень у композиті внаслідок значної дефектності поверхневих прошарків навколо дисперсних частинок наповнювача. Для зшивання епоксидного в'язучого використовували твердник холодного стверджування - поліетиленполіамін (ПЕПА) (ТУ 6-02-594-73). Вміст твердника у матриці визначали на основі оптимального поєднання високих фізико-механічних властивостей з технологічністю виготовлення композиції. Уведення твердника понад 10 мас ч на 100 мас ч ЕД-16 зумовлює передчасне старіння матеріалу та зниження адгезії. Уведення твердника до 10 мас ч на 100 мас ч ЕД-16 призводить до неповного зшивання матриці.

Формування між адгезійним та зносостійким шаром проміжного шару товщиною 0,1 - 0,3мм, який містить епоксидну матрицю, пластифіковану аліфатичною смолою ДЕГ-1 (ТУ 6-05-1645-73) (50 мас ч) та нтрильним каучуком (СКН-26-1) (12 - 15 мас ч), дозволяє поліпшити міжфазну адгезію епоксикомпозиту та знизити залишкові напруження у процесі експлуатації покриття, внаслідок зменшення модуля пружності матеріалу.

Уведення, як пластифікатора, аліфатичної смоли ДЕГ-1 при концентрації до 50 мас ч призводить до зменшення інтенсивності дифузійних процесів у системі та міжшарової взаємодії, а збільшення концентрації пластифікатора понад 50 мас ч зумовлює зниження релаксаційних характеристик проміжного шару та збільшення тривалості тверднення покриття. Уведення нтрильного каучуку при концентраціях до 12 мас ч або більше 15 мас ч знижує міжмолекулярну взаємодію у полімерному компаунді, що погіршує фізико-механічні властивості проміжного шару.

Зносостійкий шар товщиною 1,5 - 2мм наносять на поверхню проміжного шару після його полімеризації протягом $\tau = 1,0 - 1,5$ год. Уведення пластифікатора - аліфатичної смоли при оптимальних концентраціях (18 - 20 мас ч на 100 мас ч ЕД-16) забезпечує поліпшення технологічних характеристик поверхневого шару та еластичних властивостей матеріалу при ударі потоку гідроабразивних частинок. Уведення в композицію, як основного наповнювача, карбиду кремнію (70 - 90 мас ч), забезпечує значне підвищення зносостійкості зносостійкого шару, а додаткового наповнювача - оксиду алюмінію (15 - 25 мас ч) - зумовлює підвищення седиментаційної стійкості та тиксотропних характеристик наповнених систем. Уведення даних наповнювачів при концентраціях за межами оптимальних значень не є доцільним через зниження зносостійкості захисного покриття. Таким чином, у порівнянні з відомими технічними рішеннями заявлений об'єкт має суттєві відмінності, а отримання позитивного ефекту зумовлено усією

сукупністю ознак

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

Композицію формують і наносять на поверхню за наступною технологією

Адгезійний шар

Дозування компонентів, змішування епоксидної смоли з наповнювачем та твердником Отриману композицію протягом 30 - 40 хвилин наносять на попередньо обезжирену поверхню методом

пневматичного розпилення, після чого полімеризують за режимом $T = 313 - 333K$, $\tau = 30 - 40xv$

Проміжний шар

Дозування компонентів, змішування епоксидної і аліфатичної смол з підгрівом їх на водяній ванні до температури $T = 323 - 333K$ і охолодження суміші до 293 - 303K, додають каучук, після перемішування композиції вводять твердник (ПЕПА) Полімеризацію проводять при температурі $T = 353 - 363K$ протягом $\tau = 1,0 - 1,5$ год

Таблиця

№	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 смола (ЕД-16)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	Твердник (ПЕПА)	8	9	10	7	5	9	10	8	8	8	10	13	14	10	11	12
Мінеральний наповнювач																	
3	Кварцевий пісок, 250-400мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	140	190
4	Фарфор, 40-60мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	60	80
5	Червоний шлам, 2-10мкм	25	30	35	20	10	35	25	25	35	30	30	40	45	-	-	-
Проміжний шар																	
6	Епоксидна смола (ЕД-16)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	8	10	12
7	Аліфатична смола (ДЕГ-1)	40	50	60	30	25	30	30	50	50	40	60	70	100	-	-	-
8	Каучук (СКН-26-1)	12	14	16	10	8	14	14	12	16	16	12	10	7	100	100	100
9	Уретаноліамін (ТВА)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3,5	4
10	Твердник (ПЕПА)	12	13	14	10	10	12	14	14	12	13	13	10	9	0,8	1,0	1,2
Зносостійкий шар																	
11	Епоксидна смола (ЕД-16)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12	Аліфатична смола (ДЕГ-1)	18	19	20	15	10	18	20	19	19	20	18	25	35	18	20	22
13	Твердник (ПЕПА)	10	11	12	9	7	11	11	10	12	10	12	14	16	10	11	12
Мінеральний наповнювач																	
14	Карбід кремнію, 60-80мкм	70	80	90	60	40	90	70	80	80	70	90	100	120	-	-	-
15	Оксид алюмінію, 30-40 мкм	15	20	25	10	5	25	15	25	25	15	30	40	-	-	-	-
16	Карбидоксидна керамика, 60-80м	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	160	240
17	Червоний шлам, 30-70мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	60	70
Характеристики композиційного матеріалу																	
1	Відносна зносостійкість*	1,2	1,5	1,4	0,8	0,6	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	1,2	1,3	0,9	0,6	0,9	0,5
2	Внутрішні напруження, МПа	1,98	1,92	2,03	2,47	2,61	2,12	2,08	2,34	2,46	2,28	2,34	2,67	2,74	4,11	3,87	3,74
3	Адгезійна міцність, МПа	68,1	71,3	69,4	54,3	52,1	68,4	67,2	67,1	69,2	67,1	66,8	65,7	53,2	55,3	56,4	53,8

* зносостійкість відносно сталі Ст 3

Зносостійкий шар

Технологія приготування зносостійкого шару аналогічна технології приготування адгезійного та проміжного шарів Тверднення покриття після нанесення зносостійкого шару методом пневматичного розпилення здійснюють при температурі $T = 443 - 463K$ протягом $\tau = 2,0 - 2,5$ год

Як видно з таблиці оптимальний вибір інгредієнтів дозволяє у порівнянні з прототипом підвищи-

ти зносостійкість та адгезійну міцність, а також знизити внутрішні напруження у захисних покриттях Крім того, невисока вартість та доступність компонентів і матеріалів розробленого покриття зумовлює широке його використання у промисловості для підвищення ресурсу роботи технологічного устаткування