



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37237 (13) U
(51) МПК (2006)
C09D 163/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕПОКСИДНЕ КОМПОЗИТНЕ ПОКРИТТЯ З МОДИФІКОВАНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

1

2

(21) u200806181

(22) 12.05.2008

(24) 25.11.2008

(46) 25.11.2008, Бюл.№ 22, 2008 р.

(72) ДОБРОТВОР ІГОР ГРИГОРОВИЧ, UA, БУКЕТОВ АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Епоксидне композитне покриття з модифікованим наповнювачем, виконане з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, пластифікатор, поліетиленполіамін і попередньо модифікований епоксидною смолою і у подальшому термооброблений дисперсний наповнювач, яке **відрізняється**

тим, що опромінена ультрафіолетом композиція як пластифікатор містить полієфір і полієфіролігодієфіракрилат, а як дисперсний наповнювач - карбід кремнію і газову сажу при наступному співвідношенні компонентів, мас.ч.:

епоксидна діанова смола	100
пластифікатор:	
полієфір	18-20
полієфіролігодієфіракрилат	18-20
поліетиленполіамін	14-16
дисперсний наповнювач:	
карбід кремнію, 63мкм	60-80
газова сажа, 10-20мкм	15-20.

Корисна модель відноситься до області машинобудування, може використовуватися для підвищення експлуатаційних характеристик деталей технологічного устаткування в різних галузях промисловості.

З метою поліпшення фізико-механічних і теплофізичних властивостей технологічного устаткування використовують полімеркомпозитні матеріали, які містять в якості зв'язуючого епоксидні смоли та додатково дисперсні наповнювачі. При формуванні композитів з високими експлуатаційними характеристиками вводять дисперсні наповнювачі з достатньо великою твердістю, міцністю, теплостійкістю та корозійною тривкістю.

Відоме захисне покриття [пат. Японії №63202624, 22.08.88 "Епоксидний матеріал для формування"] містить (мас.%): розчин епоксидної смоли з твердником (новолачна фенольна смола) в присутності прискорювача тверднення - 0,05-1, що складається з трифенілфосфіну - 90 та імідазолу - 90-10. Відомий матеріал має недолік в технологічному формуванні захисного покриття на деталі складного профілю через недостатні реологічні властивості.

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, кварцова мука або порошок андезиту. Недоліком відомої композиції є недостатня когезійна міцність

на межі поділу фаз і не досить високі теплофізичні властивості, що прискорює втому і руйнування покриття.

Відома антикорозійна композиція [пат. Японії №152574, 10.08.85 "Протикорозійна фарба"] містить (мас.%): епоксидна смола - 100, стиролбутадієнова смола - 100, мінерал на основі гідратованого силікату Mg, гідратованої магnezії і силікату А1 (100-0,1мкм) - 0,5-50. Недоліком відомої композиції є недостатня седиментаційна стійкість наповнювача у матеріалі, що позначається на фізико-механічних властивостях покриття.

За технічною суттю найбільш близькою до епоксидного композитного покриття, яке заявляється, є композитне покриття [патент України №22475, кл. C09D163/00, опубл. 25.04.2007, бюл. №5 "Епоксидкомпозитне покриття з модифікованим наповнювачем"], що містить: епоксидну діанову смолу, пластифікатор, поліетиленполіамін і попередньо модифікований епоксидною смолою і у подальшому термооброблений дисперсний наповнювач.

Відоме покриття характеризується недостатньо високими показниками фізико-механічних властивостей.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення когезійної міцності композитних матеріалів шляхом виконання епоксидного композитного покриття з модифікованим наповнювачем, виконане з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, пластифікатор, поліетиленполіамін і попе-

UA (19) 37237 (13) U

редньо модифікований епоксидною смолою і у подальшому термооброблений дисперсний наповнювач, причому опромінена ультрафіолетом композиція в якості пластифікатора містить поліефір і поліефіролігодіефіракрилат, а в якості дисперсного наповнювача - карбід кремнію і газову сажу при наступному співвідношенні компонентів, мас.ч.:

епоксидна діанова смола	100
пластифікатор:	
поліефір	18-20
поліефіролігодіефіракрилат	18-20
поліетиленполіамін	14-16
дисперсний наповнювач:	
карбід кремнію, 63мкм	60-80
газова сажа, 10-20мкм	15-20

Як основний компонент для полімерної матриці епоксидного композитного покриття з модифікованим наповнювачем вибрано низькомолекулярну епоксидну діанову смолу ЕД-20, яка у скловидному стані характеризується високими фізико-механічними та теплофізичними властивостями. Для зшивання епоксидного зв'язуючого використано отверджувач холодного тверднення - поліетиленполіамін (ПЕПА). Вміст отверджувача у матриці визначали на основі оптимального поєднання високих показників фізико-механічних властивостей з технологічністю виготовлення композиції. Введення отверджувача понад 16мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює передчасну втому матеріалу і погіршення властивостей покриття. Введення отверджувача у кількості до 14мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 призводить до неповного зшивання матриці, що суттєво зменшує когезійну міцність епоксидних композитів.

Формування компаунду на основі епоксидної діанової смоли ЕД-20 та пластифікатора, що містить поліефір (18-20мас.ч.) та поліефіролігодіефіракрилат (18-20мас.ч. на 100мас.ч. епоксидного олігомера) дозволяє поліпшити реологічні властивості епоксидної композиції, а також збільшити ступінь зшивання і знизити залишкові напруження у процесі експлуатації покриття.

Введення поліефіру понад 20мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює підвищення залишкових напружень та зниження тиксотропних характеристик матеріалів внаслідок недостатнього зшивання компаунду. Введення поліефіру при вмісті до 18мас.ч. знижує міжмолекулярну взаємодію у полімерному компаунді, що погіршує його фізико-механічні властивості.

Введення поліефіролігодіефіракрилату при вмісті до 18мас.ч. призводить до зменшення фізичної та хімічної взаємодії компаунду з металевою основою, а збільшення вмісту ефіру диетиленгліколю понад 20мас.ч. зумовлює зниження когезійної міцності матеріалу, збільшення пористості

композитів, що погіршує їхні теплофізичні і фізико-механічні властивості.

З метою поліпшення когезійних властивостей епоксидного композитного покриття з модифікованим наповнювачем в якості основного дисперсного наповнювача використано частки карбиду кремнію (60-80мас.ч.) з дисперсністю 63мкм. Введення у матеріал наповнювача до 60мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 не приводить до суттєвого поліпшення когезійних властивостей матеріалу, а відповідно не забезпечує поліпшення фізико-механічних властивостей епоксидного композитного покриття. Введення карбиду титану понад 80мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює зменшення змочування часток макромолекулами олігомера, що підвищує пористість композита і, як наслідок, зменшує його експлуатаційні характеристики.

З метою поліпшення фізико-механічних властивостей епоксидного композита в якості додаткового дисперсного наповнювача використано частки газової сажі (15-20мас.ч.) з дисперсністю 10-20мкм. Введення у матеріал наповнювача до 15мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 призводить до зменшення об'єму полімера у стані зовнішніх поверхневих шарів, при цьому когезійна міцність композита знижується. Введення газової сажі понад 20мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює підвищення залишкових напружень у композиті внаслідок значної дефектності зовнішніх поверхневих шарів навколо дисперсних часток наповнювача.

Опромінення ультрафіолетом композиції, яка містить епоксидний олігомер, пластифікатор і модифікований дисперсний наповнювач (до введення отверджувача) забезпечує активацію макромолекул епоксидної смоли і пластифікатора, внаслідок чого утворюються вільні радикали. Такі радикали мають більшу активність і рухливість, порівняно з вихідними (неопроміненими) макромолекулами. Це сприяє їх більш активній взаємодії з активними центрами на поверхні дисперсних часток, що забезпечує збільшення когезійної міцності і, як наслідок, підвищення експлуатаційних характеристик епоксидного композита.

Таким чином, порівняно з відомими технічними рішеннями заявлений об'єкт має суттєві відмінності, а отримання позитивного ефекту зумовлено усією сукупністю властивостей компонентів.

Композицію формують і наносять на поверхню за такою технологією:

Дозування компонентів, гідродинамічне суміщення пластифікатора та епоксидної діанової смоли з підігрівом їх на водяній ванні до температури $T=323-333\text{K}$ і охолодження суміші до $T=293-303\text{K}$, змочування епоксидною смолою основного і додаткового дисперсного наповнювача та термообробка його при температурі $T=323-333\text{K}$ протягом $\tau=1,8-2,0\text{год.}$, охолодження наповнювача до кімнатної температури, введення наповнювача у композицію, перемішування композиції, ультрафіолетове опромінення композиції, введення поліетиленполіаміну, перемішування композиції. Отриману композицію протягом 60-80хв. наносять на попередньо обезжирену поверхню методом пневматичного розпилення. Полімеризацію покриття проводять при температурі 393-398K протя-

гом $\tau=2,0$ год. З метою зниження залишкових напружень у композитних матеріалах полімеризовані покриття витримують протягом $\tau=24$ годин при температурі 293+3К.

В таблиці 1 наведено приклади конкретного використання композиції: технічні рішення згідно з заявкою, контрольні приклади прототипу, а також їхні порівняльні властивості.

Таблиця 1

Епоксидне композитне покриття з модифікованим наповнювачем

№	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
1	Епоксидна діанова смола	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Пластифікатор:																
2	Полефір		19	20	14	16	19	19	18	20	18	20	22	24	8	10	12
3	Полефіролігодіефіракрилат	18	19	20	20	16	18	20	20	18	19	19	22	24	18	20	22
4	Поліетиленполіамін	12	13	14	8	10	14	12	12	14	13	13	16	18	12	13	14
	Дисперсний наповнювач:																
5	Карбід кремнію (модифікований), 63мкм	60	70	80	40	50	60	80	70	70	60	80	90	100	-	-	-
6	Оксид хрому (модифікований), 10-20мкм	15	18	20	10	12	20	15	15	20	18	18	22	25	-	-	-
7	Карбід титану, 63мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	90	100
Характеристики епоксидного композитного покриття:																	
1	Когезійна міцність, МПа	56,7	56,3	55,4	50,1	51,7	56,4	57,1	55,8	55,9	56,8	56,1	53,4	52,0	40,2	40,5	41,2

Дослідження когезійної міцності при розтягванні покриттів проводили на розривній машині FM-1000. При дослідженні зразок навантажували ступінчасте 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 дослідження 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 когезійну міцність покриття.