



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28366 (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) ЕПОКСИКОМПОЗИТ З МОДИФІКОВАНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ**

1

2

(21) u200707352

(22) 02.07.2007

(24) 10.12.2007

(72) БУКЕТОВ АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA,  
СТУХЛЯК ПЕТРО ДАНИЛОВИЧ, UA, ДОБРОТВОР  
ІГОР ГРИГОРОВИЧ, UA, ПАСТУХ ОЛЕГ  
АНАТОЛІЙОВИЧ, UA, ШОВКУН ОЛЕКСАНДР  
ПАВЛОВИЧ, UA, ЯРЕМА ІГОР ТЕОДОРОВИЧ, UA,  
(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ,  
UA

(56)

(57) Епоксикомпозит з модифікованим  
наповнювачем, виконаний з композиції, яка  
містить епоксидну діанову смолу, пластифікатор,

поліетиленполіамін і попередньо модифікований  
епоксидною смолою і у подальшому  
термооброблений дисперсний наповнювач, який  
**відрізняється** тим, що опромінена  
ультрафіолетом композиція як пластифікатор  
містить аліфатичну смолу, а як дисперсний  
наповнювач - оксид міді і технічний графіт при  
наступному співвідношенні компонентів, мас. ч.:

епоксидна діанова смола	100
пластифікатор:	
аліфатична смола	28-32
поліетиленполіамін	12-14
дисперсний наповнювач:	
оксид міді, 63 мкм	40-60
технічний графіт, 10-20 мкм	10-20.

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

З метою поліпшення фізико-механічних  
властивостей технологічного устаткування  
використовують полімеркомполітні матеріали, які  
містять в якості зв'язувача 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 діефір в якості  
твердника і мінеральний наповнювач - карбід  
кремнію, кварцова мука або порошок андезиту.  
Недоліком відомої композиції є не досить високі  
фізико-механічні властивості, що зменшує  
мікрремонтний ресурс роботи технологічного  
устаткування.

Відома антикорозійна композиція [пат. Японії  
№ 152574, 10.08.85 "Протикорозійна фарба"]  
містить (мас. %): епоксидна смола - 100,  
стиролбугадієнова смола - 100, мінерал на основі  
гідратованого силікату Mg, гідратованої магnezії і  
силікату Al (100-0,1мкм) - 0,5-50. Недоліком  
відомої композиції є недостатньо висока когезійна  
міцність матеріалу, що погіршує фізико-механічні  
властивості композита.

За технічною суттю найбільш близькою до  
епоксидного композиту, який заявляється, є  
комполітне покриття [патент України №22475, кл.  
C09D 163/00, опубл. 25.04.2007, бюл. №5  
"Епоксикомполітне покриття з модифікованим  
наповнювачем"], що містить: епоксидну діанову  
смолу, пластифікатор, поліетиленполіамін і  
попередньо модифікований епоксидною смолою і  
у подальшому термооброблений дисперсний  
наповнювач.

Відома композиція характеризується  
недостатньо високими показниками ударної  
в'язкості і значною повзучістю матеріалу.

UA (13)

(11) 28366

(19) UA

В основу корисної моделі поставлено задачу поліпшення фізико-механічних властивостей композитних матеріалів шляхом виконання епоксикомпозита з модифікованим наповнювачем, виконаного з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, пластифікатор, поліетиленполіамін і попередньо модифікований епоксидною смолою і у подальшому термооброблений дисперсний наповнювач, причому опромінена ультрафіолетом композиція в якості пластифікатора містить аліфатичну смолу, а в якості дисперсного наповнювача - оксид міді і технічний графіт при наступному співвідношенні компонентів, мас. ч.:

епоксидна діанова смола	100
пластифікатор:	
аліфатична смола	28-32
поліетиленполіамін	12-14
дисперсний наповнювач:	
оксид міді, 63 мкм	40-60
технічний графіт, 10-20 мкм	10-20

Як основний компонент для полімерної матриці епоксикомпозита вибрано низькомолекулярну епоксидну діанову смолу ЕД-20, яка у скловидному стані характеризується високими фізико-механічними властивостями. Для зшивання епоксидного зв'язувача використано отверджувач холодного тверднення - поліетиленполіамін (ПЕПА). Вміст отверджувача у матриці визначали на основі оптимального поєднання високих показників експлуатаційних характеристик з технологічністю виготовлення композиції. Введення отверджувача понад 14мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює передчасну втому матеріалу і зниження його ударної в'язкості. Введення стверджувача у кількості до 12мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 призводить до неповного зшивання матриці, що суттєво збільшує швидкість повзучості епоксикомпозитів.

Формування компаунду на основі епоксидної діанової смоли ЕД-20 та пластифікатора, що містить аліфатичну смолу (28-32мас.ч.) дозволяє поліпшити реологічні властивості епоксидних композицій, а також знизити залишкові напруження у процесі експлуатації покриття.

Введення аліфатичної смоли понад 32мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює зменшення фізичної і хімічної взаємодії на межі поділу фаз та зниження тиксотропних характеристик матеріалів внаслідок недостатнього зшивання компаунду. Введення поліефіру при концентраціях до 28мас.ч. знижує ступінь зшивання матриці, що погіршує його фізико-механічні властивості.

З метою поліпшення фізико-механічних властивостей епоксидного композита в якості дисперсного наповнювача використано частки оксиду міді (40-60мас.ч.) з дисперсністю 63мкм. Введення у матеріал наповнювача до 40мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 призводить до зменшення об'єму полімеру у стані зовнішніх поверхневих шарів, при цьому когезійна міцність композита знижується. Введення коричневого шламу понад 60мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює зменшення змочуваності наповнювача, внаслідок чого підвищуються залишкові напруження у композиті.

З метою поліпшення когезійних властивостей епоксидного композита в якості додаткового

дисперсного наповнювача використано частки технічного графіту (10-20мас.ч.) з дисперсністю 10-20мкм. Введення у матеріал наповнювача до 10мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 не приводить до суттєвого поліпшення фізико-механічних властивостей матеріалу. Введення технічного графіту понад 20мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює зменшення змочування часток макромолекулами олігомера, що підвищує пористість композита і, як наслідок, зменшує його експлуатаційні характеристики.

Ультрафіолетове опромінення композиції, яка містить епоксидний олігомери, 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 (неопроміненними) 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  $T=323-333^{\circ}\text{K}$  і охолодження суміші до  $T=293-303^{\circ}\text{K}$ , змочування епоксидною смолою основного і додаткового дисперсного наповнювача та термообробка його при температурі  $T=323-333^{\circ}\text{K}$  протягом  $\tau=1,8-2,0$  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  $393-398^{\circ}\text{K}$  протягом  $\tau=2,0$  год. З метою зниження залишкових напружень у епоксикомпозитах, після формування їх витримують протягом  $\tau=24$  годин при температурі  $293\pm 3^{\circ}\text{K}$ .

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

Епоксикомпозит з модифікованим наповнювачем

№	Компоненти	Композиція згідно з корисною моделлю.	Контроль

	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	Поліефір	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	10	12
3	Поліефіролігодіефіракрилат	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	20	22
4	Аліфатична смола	28	30	32	22	24	28	32	30	30	28	32	36	40	-	-	-
5	Поліетиленполіамін	12	13	14	8	10	14	12	12	14	13	13	16	18	12	13	14
	Дисперсний наповнювач:																
4	Коричневий шлам (модифікований), 63 мкм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	90	100
5	Оксид міді (модифікований), 63 мкм	40	50	60	20	30	40	60	50	50	40	60	70	80	-	-	-
6	Технічний графіт (модифікований), 10-20 мкм	10	15	20	5	7	20	10	10	20	15	15	30	35	-	-	-
Характеристики композитного матеріалу:																	
1	Ударна в'язкість, кДж/м <sup>2</sup>	6,4	6,5	6,4	5,0	5,2	5,9	6,0	5,9	5,8	6,3	6,0	4,9	4,7	3,1	3,3	3,3
2	Швидкість повзучості, ·10 <sup>-4</sup> , м/с	1,1	0,9	1,0	1,5	1,4	1,2	1,4	1,4	1,1	1,2	1,1	1,7	1,7	2,3	2,4	2,3

Міцність покриття при ударі досліджували при допомозі маятникового копра згідно з [ГОСТ 4765-73]. Шкала вимірюваного приладу відградувана так, що нуль знаходиться внизу, а максимальне значення відповідає висоті підйому маятника після руйнування зразка. При відомому куті підйому шкала вимірювального приладу фіксує робочий кут проходження маятника після руйнування зразка, розміри якого становили 60x10x8 мм.

Швидкість повзучості досліджували на зразках з розміром 10x3x85мм використовуючи стандартну методику на згинання згідно з [ГОСТ 4648-71] при статичному навантаженні F=30Н.

Швидкість повзучості визначали за формулою:

$$V_n = \frac{\varepsilon(t_2) - \varepsilon(t_1)}{t_2 - t_1}$$

де:  $\varepsilon(t_1)$ ,  $\varepsilon(t_2)$  - відносна деформація зразка в момент часу  $t_1$ ,  $t_2$  відповідно.

Як видно з таблиці оптимальний вибір інгредієнтів дозволяє порівняно з прототипом підвищити ударну в'язкість епоксикомпозитів та зменшити швидкість їх повзучості. Крім того, доступність компонентів і матеріалів розробленого покриття порівняно з прототипом зумовлює більш широке його використання у промисловості для збільшення ресурсу роботи технологічного устаткування.