



УКРАЇНА

(19) UA (11) 27370 (13) U
(51) МПК (2006)
C09D 4/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕПОКСИДНИЙ КОМПОЗИТ З МОДИФІКОВАНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

1

(21) u200707307

(22) 02.07.2007

(24) 25.10.2007

(72) БУКЕТОВ АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA,
СТУХЛЯК ПЕТРО ДАНИЛОВИЧ, UA, ДОБРОТВОР
ІГОР ГРИГОРОВИЧ, UA, ДОЛГОВ МИКОЛА
АНАТОЛІЙОВИЧ, UA, ПАСТУХ ОЛЕГ
АНАТОЛІЙОВИЧ, UA, ЛЕВИЦЬКИЙ ВІТАЛІЙ
ВАСИЛЬОВИЧ, UA(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ,
UA

(56)

(57) Епоксидний композит з модифікованим
наповнювачем, що включає композицію, яка
містить епоксидну діанову смолу, пластифікатор,

2

поліетиленполіамін, попередньо модифікований
епоксидною смолою і у подальшому
термооброблений дисперсний наповнювач, який
відрізняється тим, що опромінена
ультрафіолетом композиція як пластифікатор
містить полієфір і ефір діетиленгліколю, а як
дисперсний наповнювач - коричневий шлам і
карбід бору при наступному співвідношенні
компонентів, мас. ч.:

епоксидна діанова смола

пластифікатор - полієфір

ефір діетиленгліколю

поліетиленполіамін

дисперсний наповнювач - коричневий шлам, 63 мкм
карбід бору, 10-20 мкм

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'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 три фенол фосфіну - 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, кварцева 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 композиту, який заявляється, є
композитне покриття [патент України №22475, кл.
C09D163/00, опубл. 25.04.2007, бюл. №5
"Епоксикомпозитне покриття з модифікованим
наповнювачем"], що містить: епоксидну діанову
смолу, пластифікатор, поліетиленполіамін і
попередньо модифікований епоксидною смолою і
у подальшому термооброблений дисперсний
наповнювач.

(13) U

(11) 27370

(19) UA

Відома композиція характеризується недостатньо високими показниками модуля пружності при згинанні матеріалу і значним термічним коефіцієнтом лінійного розширення.

В основу корисної моделі поставлено задачу поліпшення фізико-механічних і теплофізичних властивостей композитних матеріалів шляхом виконання епоксидного композита з модифікованим наповнювачем, виконаний з композиції, яка містить епоксидну діанову смолу, пластифікатор, поліетиленполіамін і попередньо модифікований епоксидною смолою і у подальшому термооброблений дисперсний наповнювач, згідно корисної моделі, опромінена ультрафіолетом композиція в якості пластифікатора містить поліефір і ефір діетиленгліколю, а в якості дисперсного наповнювача - коричневий шлам і карбід бору при наступному співвідношенні компонентів, мас.ч.:

епоксидна діанова смола	100
пластифікатор:	
поліефір	8-12
ефір діетиленгліколю	8-12
поліетиленполіамін	12-14
дисперсний наповнювач:	
коричневий шлам, 63мкм	60-80
карбід бору, 10-20мкм	40-60

Як основний компонент для полімерної матриці епоксидного композита вибрано низькомолекулярну епоксидну діанову смолу ЕД-20, яка у скловидному стані характеризується високими фізико-механічними та теплофізичними властивостями. Для зшивання епоксидного зв'язувача використано отверджувач холодного тверднення - поліетиленполіамін (ПЕПА). Вміст отверджувача у матриці визначали на основі оптимального поєднання високих показників фізико-механічних і теплофізичних властивостей з технологічністю виготовлення композиції. Введення отверджувача понад 14мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює передчасну втому матеріалу і зниження модуля пружності при згинанні. Введення отверджувача у кількості до 12мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 призводить до неповного зшивання матриці, що суттєво збільшує термічний коефіцієнт лінійного розширення епоксидних композитів.

Формування компаунду на основі епоксидної діанової смоли ЕД-20 та пластифікатора, що містить поліефір (8-12мас.ч.) і ефір діетиленгліколю (8-12мас.ч.) дозволяє поліпшити реологічні властивості епоксидних композицій, а також збільшити ступінь зшивання і знизити залишкові напруження у процесі експлуатації покриття.

Введення поліефіру понад 12мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює підвищення внутрішніх напружень та зниження тиксотропних характеристик матеріалів внаслідок недостатнього зшивання компаунду. Введення поліефіру при концентраціях до 8мас.ч. знижує міжмолекулярну взаємодію у полімерному компаунді, що погіршує його фізико-механічні властивості.

Введення ефіру діетиленгліколю при концентрації до 8мас.ч. призводить до зменшення

фізичної та хімічної взаємодії компаунду з металевою основою, а збільшення концентрації ефіру діетиленгліколю понад 12мас.ч. зумовлює зниження когезійної міцності матеріалу, збільшення пористості композитів, що знижує їхні теплофізичні і фізико-механічні властивості.

З метою поліпшення фізико-механічних і теплофізичних властивостей епоксидного композита в якості дисперсного наповнювача використано частки коричневого шламу (60-80мас.ч.) з дисперсністю 63мкм. Коричневий шлам складається з суміші оксидів (мас.ч.):

оксид заліза	46-48
оксид алюмінію	7-9
оксид кремнію	12-14
оксид кальцію	8-21
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.

Введення у матеріал наповнювача до 60мас.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 80мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює підвищення залишкових напружень у композиті внаслідок значної дефектності зовнішніх поверхневих шарів навколо дисперсних часток наповнювача.

З метою поліпшення когезійних властивостей епоксидного композита в якості додаткового дисперсного наповнювача використано частки карбіду бору (40-60мас.ч.) з дисперсністю 10-20мкм. Введення у матеріал наповнювача до 40мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 не приводить до суттєвого поліпшення когезійних властивостей матеріалу, а відповідно не забезпечує поліпшення фізико-механічних і теплофізичних властивостей епоксидного композита. Введення карбіду бору понад 60мас.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 (утверджувана) 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 $T=323-333K$ і охолодження суміші до $T=293-303K$, змочування епоксидною смолою основного і додаткового дисперсного наповнювача та термообробка його при температурі $T=323-333K$ 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 393-398K протягом $\tau=2,0$ год. З метою зниження залишкових напружень у композитних матеріалах полімеризовані покриття витримують протягом $\tau=24$ годин при температурі $293\pm 3K$.

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

коефіцієнт лінійного розширення композита. Крім того, низька вартість та доступність компонентів і матеріалів розробленого покриття порівняно з прототипом зумовлює більш широке його використання у промисловості для підвищення ресурсу роботи технологічного устаткування.

Епоксидний композит з модифікованим наповнювачем

№	Компоненти	Композиція згідно з винаходом			Контрольні приклади						
		I	II	III	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Епоксидна діанова смола	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Пластифікатор:										
2	Поліефір	8	10	12	4	6	8	12	8	12	8
3	Ефір діетиленгліколю	8	10	12	4	6	10	10	12	8	10
4	Поліефіролігодіефіракрилат	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Поліетиленполіамін	12	13	14	8	10	14	12	12	14	13
	Дисперсний наповнювач:										
4	Коричневий шлам (модифікований), 63мкм	60	70	80	40	50	60	80	60	80	70
5	Карбід бору (модифікований), 10-20мкм	40	50	60	20	30	50	50	60	40	40
	Характеристики композитного матеріалу:										
1	Модуль пружності при згинанні, ГПа	3,9	3,9	4,0	3,4	3,5	3,7	3,8	3,7	3,8	3,6
2	Термічний коефіцієнт лінійного розширення. K^{-1}	2,56	2,22	2,34	2,47	2,34	2,54	2,67	2,52	2,64	2,71

Модуль пружності композитів при згинанні визначали згідно з ГОСТ 9550-81. Термічний коефіцієнт лінійного розширення композита визначали за зміною довжини зразків при зміні температури в стаціонарних умовах згідно з ГОСТ 15173-70. Довжина досліджуваних зразків складала 50 ± 5 мм. Кількість зразків для кожної партії вибирали не менше трьох.

Як видно з таблиці оптимальний вибір інгредієнтів дозволяє порівняно з прототипом підвищити модуль пружності при згинанні епоксикомпозитів та зменшити термічний