



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37652 (13) U

(51) МПК (2006)

C08L 63/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ЕПОКСИДНЕ ЗВ'ЯЗУЮЧЕ

1

2

(21) u200806133

(22) 12.05.2008

(24) 10.12.2008

(46) 10.12.2008, Бюл.№ 23, 2008 р.

(72) ДОБРОТВОР ІГОР ГРИГОРОВИЧ, UA, БУКЕТОВ АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA, СТУХЛЯК ПЕТРО ДАНИЛОВИЧ, UA, МАСЛЯК БОГДАН ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA, ДОБРОТВОР ВАСИЛЬ ГРИГОРОВИЧ, UA

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Епоксидне зв'язуюче, що містить епоксидну діанову смолу, пластифікатор і отверджувач, яке

відрізняється тим, що як епоксидну діанову смолу воно містить суміш епоксидних діанових смол з різними марками, а як пластифікатор воно містить модифіковані постійним магнітним полем поліефір і поліефіролігодіефіракрилат з наступним співвідношенням компонентів, мас.ч.:

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| епоксидна діанова смола    | 100    |
| епоксидна діанова смола    | 40-60  |
| отверджувач                | 17-20  |
| пластифікатор:             |        |
| поліефір                   | 10-14  |
| поліефіролігодіефіракрилат | 20-30. |

Корисна модель відноситься до області машинобудування, може використовуватися як матриця для полімеркомпозитних покриттів, що застосовуються для захисту від корозії деталей, які контактують з агресивними середовищами при звичайних та підвищених температурах.

Для захисту від корозії та з метою поліпшення фізико-механічних і теплофізичних властивостей технологічного устаткування використовують полімеркомпозитні покриття, які містять у вигляді зв'язуючого епоксидні смоли. Для поліпшення тиксотропних та технологічних властивостей полімерних покриттів у епоксидні олігомери вводять пластифікуючі добавки. Крім того, формування зв'язуючих у вигляді компаундів, які містять пластифікатори, забезпечує краще змочування наповнювача, підвищує рухливість макромолекул, що забезпечує вищий ступінь їх зшивання у поверхневих шарах матриці навколо дисперсних часток.

Відома епоксидна композиція [пат. Японії № 63159424, опубл. в Р.Ж., 1989, №11 "Епоксидна композиція"], що містить (мас. ч.): розчин епоксидної діанової смоли з метилтетрагідрофталевим ангідридом і 2-етил-4-метилімідазолом. Відомий матеріал має недолік у технології формування захисних покриттів, який зумовлений значною тривалістю технологічного процесу полімеризації і багатоступеневим режимом теплового зшивання.

Відомий епоксидний матеріал [пат. Японії № 63202624, опубл. в Р.Ж., 1989, №11 "Епоксидний матеріал для формування"], що містить розчин

епоксидно-діанової смоли з отверджувачем (новолачна фенольна смола) в присутності прискорювача тверднення - 0.05-1, який складається із суміші трифенілфосфіну - 10-90 і імідазолу - 90-10. Недоліком відомого матеріалу є високі показники залишкових напружень, що прискорює старіння матеріалу покриття і погіршує фізико-механічні властивості епоксикомпозитів під час їхньої експлуатації.

За технічною суттю найбільш близькою до епоксидного зв'язуючого, що заявляється, є полімерна композиція [а.с. №1495345, опубл. в Р.Ж., 1990, №4 "Полімерна композиція"], що містить: епоксидну діанову смолу, пластифікатор і отверджувач.

Відома композиція має такі недоліки: високі показники залишкових напружень у зшитому матеріалі, що зумовлює передчасне старіння епоксикомпозитів, а також незначні показники руйнівного напруження при згинанні матеріалів, що зумовлено їх недостатньою когезійною міцністю.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення руйнівного напруження при згинанні матеріалів і, водночас, зниження залишкових напружень у захисних покриттях, які експлуатуються в умовах значного градієнту температур і циклічних навантажень, шляхом виконання епоксидного зв'язуючого, що містить епоксидну діанову смолу, пластифікатор і отверджувач, причому в якості епоксидної діанової смоли воно містить суміш епоксидних діанових смол з різними марками, а в яко-

(13) U

(11) 37652

(19) UA

сті пластифікатора воно містить модифіковані постійним магнітним полем поліефір і поліефіролігодіефіракрилат з наступним співвідношенням компонентів, мас.ч.:

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| епоксидна діанова смола    | 100   |
| епоксидна діанова смола    | 40-60 |
| отверджувач                | 17-20 |
| пластифікатор:             |       |
| поліефір                   | 10-14 |
| поліефіролігодіефіракрилат | 20-30 |

Як основний компонент для полімерної матриці захисного покриття вибрано низькомолекулярну епоксидну діанову смолу ЕД-20, яка у скловидному стані характеризується поліпшеними фізико-механічними та теплофізичними властивостями. Для поліпшення когезійної і адгезійної міцності зв'язуючого до епоксидної діанової смоли марки ЕД-20 додатково вводили 40-60мас.ч. епоксидної діанової смоли марки ЕД-16. Формування компаунда з епоксидних олігомерів при оптимальній концентрації інгредієнтів забезпечує суттєве підвищення ступеня зшивання, а, відповідно, і когезійної міцності матеріалу.

Для зшивання епоксидного зв'язуючого використовували отверджувач холодного тверднення - поліетиленполіамін (ПЕПА). Вміст отверджувача у матриці визначали на основі оптимального поєднання високих фізико-механічних властивостей з технологічністю виготовлення композиції. Введення отверджувача понад 19мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює передчасне старіння матеріалу і зниження руйнівного напруження при згинанні. Введення отверджувача до 17мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 призводить до неповного зшивання матриці, що суттєво знижує когезійну міцність епоксидних матеріалів.

Формування зв'язуючого на основі епоксидних діанових смол ЕД-20 і ЕД-16 та пластифікатора, що містить поліефір ПЕ-220 (10-14мас.ч.) і поліефіролігодіефіракрилат ПДЕА-4 (20-30мас.ч.) дозволяє поліпшити реологічні властивості епоксидних композицій та знизити залишкові напруження у процесі експлуатації покриття.

Введення поліефіру ПЕ-220 понад 14мас.ч. на 100мас.ч. ЕД-20 зумовлює підвищення залишкових напружень та зниження тиссотропних характеристик матеріалів внаслідок недостатнього зшивання зв'язуючого. Введення поліефіру ПЕ-220 при концентраціях до 10мас.ч. знижує міжмолеку-

лярну взаємодію у полімерному зв'язувачі, що погіршує його фізико-механічні властивості.

Введення поліефіролігодіефіракрилату ПДЕА-4 при концентрації до 20мас.ч. призводить до зменшення інтенсивності дифузійних процесів у системі та хімічної взаємодії компаунду з металевою основою, а збільшення концентрації ПДЕА-4 понад 30мас.ч. зумовлює зниження релаксаційних характеристик матеріалу, пористості покриттів, внаслідок випаровування макромолекул при температурній полімеризації. Це значно знижує когезійну міцність системи, що позначається на її фізико-механічних властивостях.

Додаткове оброблення пластифікатора у постійному магнітному полі поліпшує змочування часток наповнювача епоксидним олігомером (за умови формування дисперснонаповнених епоксидних композитів) за рахунок підвищення температури зв'язуючого, а також поліпшує міжфазову взаємодію з макромолекулами епоксидного компаунда та металевою основою, що поліпшує когезійну і адгезійну міцність захисного покриття.

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

Епоксидне зв'язуюче формують і наносять на поверхню за наступною технологією.

Дозування компонентів, гідродинамічне суміщення епоксидних смол з марками ЕД-20 і ЕД-16 при оптимальних концентраціях, етерифікація компаунда при температурі  $T = 413-453\text{K}$  протягом часу  $\tau = 2-3\text{год.}$ , що забезпечує краще суміщення компонентів, оброблення постійним магнітним полем пластифікатора, гідродинамічне суміщення пластифікатора та компаунда з епоксидних діанових смол до отримання однорідної суміші, етерифікація компаунда при температурі  $T = 413-453\text{K}$  протягом часу  $\tau = 2-3\text{год.}$ , введення отверджувача (ПЕПА), вакуумування композиції протягом 40-60хв. Отриману композицію протягом 60-80хв. наносять на попередньо обезжирену поверхню методом пневматичного розпилення або використовують як зв'язуюче для полімеркомполімерних матеріалів.

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

Таблиця 1

| Епоксидне зв'язуюче      |   |                               |      |      |                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          |      |      |
|--------------------------|---|-------------------------------|------|------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|------|------|
| №                        | 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   |
| 1                        | Епоксидна діанова смола (ЕД-20)                     | 100                           | 100  | 100  | 100                 | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100      | 100  | 100  |
| 2                        | Епоксидна діанова смола (ЕД-16)                     | 40                            | 50   | 60   | 20                  | 30   | 50   | 50   | 40   | 60   | 40   | 60   | 70   | 80   | -        | -    | -    |
| 3                        | Отверджувач – ПЕПА                                  | 17                            | 18   | 19   | 15                  | 16   | 17   | 19   | 18   | 18   | 19   | 17   | 21   | 22   | 8        | 10   | 12   |
|                          | Пластифікатор                                       |                               |      |      |                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          |      |      |
| 4                        | Антипірен   | -                             | -    | -    | -                   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 5        | 7    | 10   |
| 5                        | Поліефір  | 10                            | 12   | 14   | 6                   | 8    | 12   | 12   | 10   | 14   | 12   | 12   | 16   | 18   | -        | -    | -    |
| 6                        | Поліефіролігодіефіракрилат                          | 20                            | 25   | 30   | 14                  | 18   | 20   | 30   | 25   | 25   | 20   | 30   | 35   | 40   | -        | -    | -    |
| 7                        | Оброблення пластифікатора постійним магнітним полем | +                             | +    | +    | +                   | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | -        | -    | -    |
| Характеристики матеріалу |   |                               |      |      |                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          |      |      |
| 1                        | Залишкові напруження, МПа                           | 4,23                          | 4,75 | 4,37 | 4,57                | 4,63 | 4,73 | 4,59 | 4,28 | 4,65 | 4,62 | 4,07 | 4,12 | 4,38 | 7,06     | 7,47 | 7,57 |
| 2                        | Руйнівне напруження при згинанні, МПа               | 53,2                          | 54,1 | 54,8 | 47,5                | 48,0 | 52,0 | 54,7 | 52,7 | 53,8 | 52,5 | 54,6 | 48,0 | 46,9 | 32,1     | 33,2 | 33,8 |

Примітка: + оброблення пластифікатора постійним магнітним полем; - оброблення пластифікатора постійним магнітним полем не проводили.

Для визначення залишкових напружень у зв'язуючому використовували консольний метод. Покриття формували на сталевій основі. Після витримки захисного покриття при температурі

$T=295K$  протягом часу  $\tau=24$  год знімали показники залишкових напружень.

Руйнівне напруження епоксидних композитів при згинанні визначали згідно з ГОСТ 4648-71.