



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **36386** (13) **U**
(51) МПК (2006)
B05D 7/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОТВЕРДІННЯ ЕПОКСИДНОЇ КОМПОЗИЦІЇ

1

2

(21) u200806117

(22) 12.05.2008

(24) 27.10.2008

(46) 27.10.2008, Бюл.№ 20, 2008 р.

(72) ДОБРОТВОР ІГОР ГРИГОРОВИЧ, UA, БУКЕТОВ АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA, МІРЧУК МИКОЛА МАКСИМОВИЧ, UA, ДОЛГОВ МИКОЛА АНАТОЛІЙОВИЧ, UA

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Спосіб отвердіння епоксидної композиції, що включає утворення механічної суміші з епоксидної діанової смоли і отверджувача, який **відрізняється** тим, що епоксидну діанову смолу обробляють ультразвуком, після чого до неї додатково вводять оброблений високочастотним магнітним полем пластифікатор і термообробляють при температурі 323-343K протягом часу 1,8-2,0год., потім вводять опромінений ультрафіолетом отверджувач і термообробляють композицію при температурі 393-413K протягом 1,8-2,0год.

Корисна модель відноситься до області отримання композитних покриттів для збільшення ресурсу роботи деталей машин та механізмів технологічного устаткування в машинобудуванні, радіотехнічній, хімічній і харчовій промисловості.

Відома корозійностійка композиція та спосіб її отримання [пат. №97020588, опубл. в "Промислова власність України", 1997, №5 "Корозійностійка композиція та спосіб її одержання"], що містить стирол, полістирол, перекис бензолу, диметиланілін та етилсилікат при способі формування захисного покриття, що ґрунтується на полімеризації стиролу в масі полістиролу, перекису бензолу і диметиланіліну, яка відбувається наступним чином: вихідну кількість стиролу і полістиролу ділять на дві частини у співвідношенні (45-55):(55-45), потім розчиняють першу і другу частини полістиролу відповідно у першій і другій частинах стиролу в окремих ємностях, після чого при неперервному перемішуванні у першу частину суміші вводять диметиланілін і етилсилікат, далі отримані композиції зливають в ємність і перемішують разом.

Недоліком відомого покриття та способу його отримання є трудоемність формування покриття на деталях складного профілю та значні показники залишкових напружень, що зумовлюють низькі фізико-механічні властивості матеріалу у процесі експлуатації.

Найбільш близькою за технічною суттю до результату, який досягається і способу, що заявляється, є спосіб отвердіння епоксидної композиції [пат. №51962 А, опубл. в "Промислова власність

України", 2002, №12 "Спосіб отвердіння епоксидної композиції"], що полягає у створенні механічної суміші з епоксидної діанової смоли і отверджувача.

Недоліком вказаного способу формування покриттів є низькі значення антикорозійних властивостей матеріалу.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення показників циклічної міцності епоксидних композитів при динамічних навантаженнях шляхом виконання способу отвердіння епоксидної композиції, що полягає у створенні механічної суміші з епоксидної діанової смоли і отверджувача, згідно з корисною моделлю, епоксидну діанову смолу обробляють ультразвуком, після чого до неї додатково вводять оброблений високочастотним магнітним полем пластифікатор і термообробляють при температурі 323-343K протягом часу 1,8-2,0год., потім вводять опромінений ультрафіолетом отверджувач і термообробляють композицію при температурі 393-413K протягом часу 1,8-2,0год.

Композицію формують і наносять на поверхню за такою технологією.

Дозування компонентів, оброблення ультразвуком епоксидної діанової смоли, оброблення високочастотним магнітним полем пластифікатора, гідродинамічне змішування пластифікатора та епоксидної діанової смоли з підігрівом їх на водній ванні, термообробка композиції при температурі $T=323-343K$ протягом часу $\tau=1,8-2,0год.$, охолодження композиції до кімнатної температури,

(13) **U**

(11) **36386**

(19) **UA**

опромінення ультрафіолетом отверджувача, введення отверджувача, перемішування композиції. Отриману композицію протягом 60-80хв. наносять на попередньо обезжирену поверхню методом пневматичного розпилення. Термообробка композиції при температурі $T=393-413K$ протягом часу $\tau=1,8-2,0$ год.

Як зв'язує для захисного покриття вибрано низькомолекулярну епоксидно-діанову смолу марки ЕД-20 (ГОСТ 10687-76), яка у складному стані характеризується високими фізико-механічними властивостями та адгезійною міцністю до чорних металів і сплавів. З метою поліпшення реологічних і когезійних властивостей епоксидного зв'язуючого до діанового олігомера додатково вводили пластифікатор у вигляді аліфатичної смоли. Крім того, формування компаунду на основі епоксидної діанової смоли ЕД-20 та пластифікатора дозволяє знизити залишкові напруження у процесі експлуатації покриття.

Для зшивання епоксидного зв'язуючого використовували отверджувач поліетиленполіамін (ПЕПА) (ТУ 6-02-594-73). Отверджувач у зв'язує вводили при стехіометричному співвідношенні компонентів.

Оброблення епоксидної діанової смоли ультразвуком забезпечує активацію макромолекул олігомера, що сприяє кращому зшиванню епоксидної матриці. Оброблення пластифікатора високочастотним магнітним полем забезпечує утворення полярних активних радикалів, що забезпечує інтенсивну полімеризацію зв'язуючого і формування матеріалу з високим вмістом гель-фракції. Це суттєво підвищує фізико-механічні характеристики і циклічну міцність захисних покриттів. Наступна термообробка суміші пластифікатора і епоксидної

діанової смоли поліпшує міжфазову взаємодію і сприяє поліпшенню антиседиментаційних (у випадку наповнення композиції дисперсними частками наповнювача) та когезійних властивостей матеріалу. Опромінення ультрафіолетом сприяє активації макромолекул поліетиленполіаміна до інтенсивної рекомбінації макромолекул і активних радикалів при зшиванні зв'язуючого.

Термообробка композиції при температурі $T=393-413K$ протягом часу $\tau=1,8-2,0$ год. забезпечує утворення фізичних і хімічних зв'язків між макромолекулами зв'язуючого і активними центрами на поверхні основи, що зумовлює поліпшення фізико-механічних властивостей композитів. Термообробка композиції при температурі, яка вища оптимальних режимів та з тривалістю, що більша за час $\tau=1,8-2,0$ год, зумовлює зменшення міжфазової взаємодії, що погіршує циклічну міцність композита. Термообробка композиції при температурно-часових режимах, які нижчі від оптимальних значень, зменшує міжфазову фізичну і хімічну взаємодію, що погіршує експлуатаційні характеристики матеріалу.

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

В Таблиці наведено приклади конкретного виконання способу отвердіння епоксидної композиції: технічні рішення згідно з заявкою, контрольні приклади способу отвердіння прототипу, а також їхні порівняльні властивості при різних температурно-часових режимах отвердіння.

Таблиця

Спосіб отвердіння епоксидної композиції

№	Етапи способу отвердіння епоксидної композиції	Режими формування 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	Оброблення епоксидної діанової смоли ультразвуком	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
2	Змішування епоксидної діанової смоли і отверджувача	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
3	Оброблення пластифікатора високочастотним магнітним полем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
4	Змішування епоксидної діанової смоли і пластифікатора	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-

Продовження таблиці

№	Етапи способу отвердіння епоксидної композиції	Режими формування згідно з винаходом			Контрольні приклади										Прототип		
		I	II	III	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III
5	Температура термообробки смоли і пластифікатора, К	323	333	343	303	313	323	343	333	333	323	343	353	363	-	-	-
6	Тривалість термообробки смоли і пластифікатора, год.	1,8	1,9	2,0	1,5	1,7	2,0	1,8	1,8	2,0	1,9	1,9	2,3	2,5	-	-	-
7	Опромінення отвержувача ультрафіолетом	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
8	Змішування епоксидної діанової смоли, пластифікатора та отверджувача	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
9	Температура термообробки композиції, К	393	403	413	373	383	393	403	413+	413	393	413	423	433	393	403	413
10	Тривалість термообробки композиції, год.	1,8	1,9	2,0	1,5	1,7	2,0	1,8	1,8	2,0	1,9	1,9	2,3	2,5	1,8	1,9	2,0
Характеристики епоксидного композита																	
1	Циклічна міцність, σ_1 , МПа (при $N=10^6$ циклів навантаження)	83	83	82	74	73	80	81	84	82	81	83	80	78	55	54	54

Примітка:

- + етап технологічного процесу отвердіння епоксидної композиції проводили;
- етап технологічного процесу отвердіння епоксидної композиції не проводили

Дослідження зразків на циклічну міцність проводили на магнітострикційній високочастотній установці, яка забезпечує дослідження матеріалів з покриттями на циклічну міцність з допомогою прискорених порівняльних досліджень при високих частотах навантаження (до 10кГц).

Методика експерименту полягає в забезпеченні руйнування від втоми зразка з наперед заданим перерізом, геометрією і способом закріплення.

У дослідженнях використовували призматичні консольні зразки, які виготовляли з листового матеріалу сталі Ст.3. Довжину зразка вибирали, виходячи з припущення, що зразок є балкою, яка закріплена шарнірно з одного боку, а інший бік є вільним. Після нанесення покриттів з товщиною $h=0,20-0,25$ мм зразки циклічно навантажували за визначеними формами поперечних коливань.

