

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

Найбільш близькою за технічною суттю до результату, який досягається і способу, що заявляється, є спосіб отвердіння епоксидної композиції [заявка на корисну модель №U 2008 00306 від 08.01.2008р.], який полягає у тому, що до епоксидної діанової смоли вводять пластифікатор і полідисперсний наповнювач, який попередньо змочують епоксидною діановою смолою, термообробляють при температурі 303-313К протягом часу 20-40хв. і опромінують ультрафіолетовими променями з довжиною хвиль 254нм протягом часу 5-15хв., а потім вводять отверджувач.

Недоліком такого способу формування матеріалу є його низькі фізико-механічні і теплофізичні властивості.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення модуля пружності при згинанні, ударної в'язкості і теплостійкості епоксидних композитів шляхом виконання способу отвердіння епоксидної композиції, який полягає у тому, що до епоксидної діанової смоли вводять пластифікатор і полідисперсний наповнювач, який попередньо змочують епоксидною діановою смолою, термообробляють при температурі 303-313К протягом часу 20-40хв. і опромінують ультрафіолетовими променями з довжиною хвиль 254нм протягом часу 5-15хв., а потім вводять отверджувач, причому механічну суміш, яка містить епоксидну діанову смолу, пластифікатор і змочений епоксидною діановою смолою, термооброблений та опромінений ультрафіолетовими променями наповнювач, додатково опромінують ультрафіолетовими променями з довжиною хвиль 254нм протягом часу 15-30хв.

Композицію формують і наносять на поверхню за такою технологією.

Дозування компонентів, гідродинамічне змішування пластифікатора та епоксидної діанової смоли з підігрівом їх на водній ванні, змочування епоксидною смолою полідисперсного наповнювача і термообробка його при температурі $T=303-313K$ протягом часу $\tau=20-40$ хв., охолодження наповнювача до кімнатної температури, опромінення ультрафіолетовими променями з довжиною хвиль 254нм модифікованих епоксидною смолою полідисперсних часток наповнювача протягом часу 5-15хв., введення наповнювача у композицію, перемішування композиції, опромінення ультрафіолетовими променями з довжиною хвиль 254нм механічної суміші протягом часу 15-30хв., охолодження механічної суміші до кімнатної температури, введення отверджувача, перемішування композиції. Отриману композицію протягом 60-80хв. наносять на попередньо обезжирену поверхню методом пневматичного розпилення.

Як зв'язувач для захисного покриття вибрано низькомолекулярну епоксидно-діанову смолу марки ЕД-20 (ГОСТ 10687-76), яка у скловидному стані характеризується високими фізико-механічними властивостями та адгезійною міцністю до чорних металів і сплавів. Для зшивання епоксидного зв'язувача використовували стверджувач поліетиленполіамін (ПЕПА) (ТУ 6-02-594-73). Отверджувач у зв'язувач вводили при стехіометричному співвідношенні компонентів. Вміст отверджувача у матриці визначали на основі оптимального поєднання високих фізико-механічних властивостей з технологічністю виготовлення композиції.

Формування компаунду на основі епоксидної діанової смоли ЕД-20 та пластифікатора дозволяє поліпшити реологічні властивості епоксидних композицій та знизити залишкові напруження у процесі експлуатації покриття.

Введення у пластифікований епоксидний діановий олігомер полідисперсного наповнювача забезпечує поліпшення когезійних і адгезійних властивостей матеріалу, а також зменшення залишкових напружень, що, у свою чергу, збільшує довговічність композита.

Попереднє змочування полідисперсного наповнювача епоксидною діановою смолою забезпечує утворення фізичних зв'язків між макромолекулами олігомера і активними центрами на поверхні дисперсних часток вже на початковому етапі формування композиції. Наступна термообробка модифікованого полідисперсного наповнювача забезпечує утворення жорстких зовнішніх поверхневих шарів навколо дисперсних часток, що на наступних етапах формування композиції поліпшує міжфазну взаємодію і сприяє поліпшенню антиседиментаційних та когезійних властивостей матеріалу.

Термообробка модифікованого полідисперсного наповнювача при температурі $T=303-313K$ протягом часу $\tau=20-40$ хв. забезпечує утворення фізичних і хімічних зв'язків між макромолекулами зв'язувача і активними центрами на поверхні дисперсних часток, що зумовлює поліпшення фізико-механічних і теплофізичних властивостей композитів. Термообробка модифікованого полідисперсного наповнювача при температурі, яка вища оптимальних режимів та з тривалістю, що більша за час $\tau=40$ хв., зумовлює зменшення міжшарової взаємодії, що погіршує фізико-механічні і теплофізичні властивості композита. Термообробка модифікованого полідисперсного наповнювача при температурно-часових режимах, які нижчі від оптимальних значень, зменшує міжфазну фізичну і хімічну взаємодію, що погіршує когезійну міцність матеріалу.

Опромінення ультрафіолетовими променями з довжиною хвиль 254нм модифікованого епоксидною смолою і термообробленого полідисперсного наповнювача забезпечує збільшення кількості фізичних зв'язків на межі поділу фаз "епоксидний олігомер - полідисперсний наповнювач". В результаті такого опромінення у зовнішніх поверхневих шарах епоксидного олігомера навколо дисперсних часток утворюються вільні активні радикали, які маючи високу рухливість активніше взаємодіють з центрами на поверхні твердої фази. Внаслідок цього підвищуються когезійні характеристики епоксикомпозитних систем.

Опромінення модифікованого епоксидною смолою і термообробленого полідисперсного наповнювача ультрафіолетовими

променями протягом проміжку часу, що менший за час $\tau=5$ хв., не забезпечує утворення у зовнішніх поверхневих шарах кількості вільних радикалів, необхідних для поліпшення міжфазної взаємодії. Опромінення модифікованого епоксидною смолою і термообробленого полідисперсного наповнювача ультрафіолетовими променями протягом проміжку часу, що більший за час $\tau=15$ хв., не є доцільним, оскільки максимальна кількість вільних радикалів у зовнішніх поверхневих шарах епоксидного олігомера утворюється при опроміненні модифікованого наповнювача протягом часу $\tau=5-15$ хв.

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 (неопроміненими) макромолекулами. Це сприяє їх більш активній взаємодії з активними центрами на поверхні дисперсних часток, що забезпечує збільшення когезійної міцності і, як наслідок, поліпшення

фізико-механічних і теплофізичних властивостей епоксидного композита.

Опромінення механічної суміші протягом часу $\tau=15-30$ хв. є оптимальним, оскільки саме протягом такого терміну у гетерогенній системі утворюється максимальна кількість активних радикалів, що у подальшому взаємодіють між собою і з активними центрами на поверхні наповнювача підвищуючи когезійні характеристики епоксикомпозитів.

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 1 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.

Модуль пружності епоксидних композитів при згинанні визначали згідно з ГОСТ 9550-81.

Міцність епоксидних композитів при ударі досліджували з використанням маятникового копра згідно з ГОСТ 4765-73. Шкала вимірюваного приладу відградуєвана 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 60x10x8мм.

Теплостійкість (за Мартенсом) епоксидних композитів визначали згідно з ГОСТ 21341-75.

Таблиця 1

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	Змішування епоксидної ліанової смоли і пластифікатора	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Змочування епоксидною діановою смолою полідисперсного наповнювача	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Температура термообробки модифікованого полідисперсного наповнювача, К	303	308	313	293	298	303	313	303	313	308	308	323	333	303	308	313
4	Тривалість термообробки модифікованого полідисперсного наповнювача, хв.	20	30	40	5	10	30	30	40	20	20	40	50	60	20	30	40
5	Тривалість ультрафіолетового опромінення модифікованого полідисперсного наповнювача, хв.	5	10	15	1	3	15	5	5	15	10	10	20	30	5	10	15
6	Змішування механічної суміші і отверджувача	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
7	Тривалість ультрафіолетового опромінення механічної суміші, хв.	15	23	30	5	10	30	15	23	23	30	15	40	50	-	-	-
8	Змішування опроміненої механічної суміші і отверджувача	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Характеристики епоксидного композита																	
1	Модуль пружності при згинанні, МПа	4,2	4,0	4,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,0	3,8	3,7	3,9	3,3	3,0	2,0	2,1	2,0
2	Ударна в'язкість, кДж/м ²	7,4	6,9	7,1	6,2	6,4	6,9	7,2	6,7	7,0	7,3	6,9	6,2	5,8	3,9	4,3	4,3
3	Теплостійкість, К	393	394	391	371	373	390	392	387	388	395	390	380	371	364	360	361

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