



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84926 (13) C2
(51) МПК (2006)
B29C 35/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ТВЕРДІННЯ ВИРОБІВ З ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

1

(21) а200612992

(22) 11.12.2006

(24) 10.12.2008

(46) 10.12.2008, Бюл.№ 23, 2008 р.

(72) МАНЬКО ТАМАРА АНТОНІВНА, UA, ЄРМОЛАЕВ ІВАН МИХАЙЛОВИЧ, UA, ЗАДОЯ НАТАЛЯ ОЛЕКСАНДРІВНА, UA, РИБАЛКО АНДРІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ, UA

(73) ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56) RU 2309042, 27.10.2007

JP 56069118, 10.06.1981

2

SU 1214695, 28.02.1986

RU 2099364, 20.12.1997

SU 1666345, 30.07.1991

RU 2170746, 20.07.2001

(57) Спосіб твердіння виробів з полімерних композиційних матеріалів, який включає нагрівання, витримку при температурі твердіння та охолодження, який **відрізняється** тим, що проводять попереднє інфрачервоне опромінювання до температури 370-410 К протягом 13-17 хвилин та доотвердіння прискореними електронами при температурі 390-433К протягом 0,8-3 хвилин.

Винахід відноситься до області твердіння виробів з полімерних композиційних матеріалів на основі епоксидного сполучного, яке армоване склотканиною і може бути використаний для прискорення процесу твердіння, підвищення фізико-механічних властивостей полімерних композиційних матеріалів та виробів з них у машинобудуванні та ракетній космічній техніці, тощо.

Відомо спосіб [1] твердіння виробів з полімерних композиційних матеріалів шляхом конвективного нагрівання впродовж тривалого часу та охолодженням в печі. Нагрівання здійснюють у електричних камерних печах з конвективним теплообміном, в середині яких розташовують виріб, що стверджують. Недоліком цього способу є велика тривалість процесу твердіння, нерівномірність прогріву, і як наслідок однорідність властивостей виробу в усьому об'ємі не досягається.

Відомо також спосіб [2], згідно якого попередньо сформовану заготовку розміщують під вікном прискорювача електронів. Під дією прискорених електронів відбувається процес твердіння композита. До недоліків цього способу відносяться мала глибина проникнення прискорених електронів до матеріалу, зміна складу матеріалу, неможливість забезпечити сталого значення характеристик полімерного композиційного матеріалу у всьому виробі.

Найбільш близький по технічній суті до способу, що заявляється, є спосіб твердіння виробів з полімерних композиційних матеріалів шляхом

комбінованого нагріву. Склопластик попередньо термоотверджується у печах конвективного нагріву, а потім доотверджується прискореними електронами до температури твердіння 390К-433К. Недоліком цього способу є неможливість забезпечити достатніх значень міжшарової міцності для склопластиків, тому що на початковій стадії процесу погіршуються умови видалення летучих речовин, а також тривалість процесу.

В основу даного винаходу поставлено задачу удосконалення способу твердіння полімерних композиційних матеріалів шляхом комбінованого нагріву, який включає інфрачервоне опромінювання та доотвердження прискореними електронами, що забезпечує рівномірний прогрів сполучного, підвищення та стабільність фізико-механічних характеристик виробу і скорочення часу твердіння.

Поставлена задача досягається тим, що в способі твердіння виробів з полімерних композиційних матеріалів, який включає нагрівання, витримку при температурі твердіння та охолодження, новим є те, що проводять попереднє інфрачервоне опромінювання до температури 390К-400К впродовж 13-17 хвилин та доотвердіння прискореними електронами при температурі 390 К-433 К, протягом 0,8-3 хвилин.

Цей ефект досягається, оскільки енергія прискорених електронів у рідкому сполучному перетворюється на теплову енергію. У всьому об'ємі виробу створюється рівномірне температурне поле, яке забезпечує утворення більш міцних зв'язків

(13) C2

(11) 84926

(19) UA

між наповнювачем та сполучним, забезпечується рівномірність механічних властивостей, запобігає утворенню локальних напружень та тріщин.

Для кожної рецептури та складу полімерного композиційного матеріалу параметри технологічного процесу виготовлення виробу визначаються діелектричними характеристиками сполучного та наповнювача.

Спосіб твердіння виробів з полімерних композиційних матеріалів здійснювали таким чином.

Склопластик типу КТ-11-ТОА+ЕДТ-10 виготовляли просоченням кремнеземної склотканини КТ-11-ТОА, яка була термооброблена, епоксидним сполучним ЕДТ-10, яке складається з епоксидного олігомера ЕД-20, активного розріджувача ДЕГ-1, отверджувача ТЕАТ-1 та продукта АДЕ-3. Формування проводили методом контактного пресування та на намотувальних верстатах типу СНП-1.

При контактному пресуванні для виготовлення склопластикових пакетів використовували устаткування, яке являє собою два обкладальних листи з алюмінію товщиною 10мм і площею 400×400мм². Антиадгезивом була фторопластова плівка. Рівномірний тиск формування $P_f=0,5\text{МПа}$ створювали гідравлічним пресом і контролювали монометром, а однакову товщину пакетів забезпечували стяжкою болтів по периметру обкладальних листів алюмінію. Матеріал ущільнювали виходячи із розрахунку 4 шару препрега на 1мм товщини пакета.

Зразки циліндричної форми виготовляли методом "мокрого" намотування на оправлення з алюмінію діаметром 300мм. При формуванні оболонок застосовували кругове намотування в напрямку перпендикулярному утворюючої циліндра

(кут намотування близько 90°). Сполучне перед намотуванням нагрівали до температури 340К для забезпечення необхідної в'язкості. Товщина оболонок складає 0,5-10мм.

Зразки піддавали інфрачервоному опроміненню до температури 370 К-410К та розміщували на транспортері, ширина стрічки якого складала 380 мм та протягали, або обертали під прискорювачем. У результаті чого вони послідовно попадали в зону випускного вікна прискорювача й опромінювалися рівнобіжним пучком електронів.

Для реалізації інфрачервоного опромінювання використовували галогенні лампи відпалювання КГТ-220-1000; які розташовували "коридором" для забезпечення рівномірного температурного поля.

Радіаційну обробку прискореними електронами проводили на прискорювачі електронів типу ЕЛТ-1,5. Формування пучка, діаметр якого на виході складає 5мм, забезпечували системою магнітних лінз. Для розподілу падаючої енергії по площі застосовували магнітну систему розгорнення пучка в двох взаємноперпендикулярних напрямках.

Інфрачервоне опромінювання здійснювали при температурі 390К протягом 15 хвилин. Зразки попередньо термоотвердженні за допомогою інфрачервоного опромінювання були доотвердженні на прискорювачі електронів при дозі опромінювання 80Мрад і часу 1 хвилина при температурі повного твердіння 413К.

Дані механічних випробувань після твердіння за стандартним режимом, радіаційної обробки та комбінованих способів приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Матеріал	Спосіб твердіння	Щільність $\rho, \text{кг/м}^3$	$\sigma_r, \text{МПа}$	Ступень твердіння, %	Час обробки, хв	Температура інфрачервоного нагріву, К	Температура нагріву прискореними електронами, К	Кількість зразків
КТ-11-ТОА+ЕДТ-10	ТО	1,25	475	96,1	480			11
	РО	1,30	547	97,7	1			11
	ТО+РО	1,32	575	98,5	241			11
	ІЧ+РО	1,33	585	98,6	13	370	390	11
		1,34	600	98,7	14	380	403	11
		1,35	601	98,8	15	390	413	11
		1,35	601	98,9	16	400	423	11
		1,35	601	98,9	17	410	433	11

Запропонований спосіб забезпечує суттєве прискорення процесу твердіння сполучного та підвищення і стабільність фізико-механічних властивостей полімерних композиційних матеріалів.

Додатковим корисним ефектом цього методу є те, що утворення рівномірного сталого за напрямом температурного поля сприяє запобіганню процесам тріщиноутворення та виникнення значних локальних напружень й розшарувань у матеріалі.

Використані джерела інформації:

1. Пьянков Г.Н. Технология изготовления конструкционных наматываемых стеклопластиков

с использованием ускорителей электронов // Вопросы судостроения. Сер. Технология судостроения. - 1977. - № 1. - с. 44-48.

2. Омельченко С.И., Шлопацкая В.В. Адгезия связующих к стекловолоконным наполнителям при радиационном отверждении // Пластические массы. - 1980. - № 8. - с. 30-33.

3. Манько Т.А. Радиационное отверждение стеклопластиков ускоренными электронами // Материалы и технологии в ракетно-космической технике. Приднепровский научный вестник. Сер. Машиностроение. - 1997. - № 50. - с. 47-49.

