

## ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

© А. Л. Демура

Дніпропетровський державний університет

Проведено аналіз полімерних композиційних матеріалів відносно основних компонентів та показано їхній вплив на властивості. Наведено методи полімеризації та вказано на перспективність методу електромагнітної обробки НВЧ. Приведено попередні результати експериментів з полімеризації ПКМ під впливом НВЧ на кільцевих зразках.

Визначна роль у машинобудуванні належить композиційним матеріалам, тому що вони мають унікальні властивості та відкривають можливість використання нових технологій. Композити на полімерній матриці називають полімерними (ПКМ). Як матриці ПКМ використовують епоксидні, кремній-органічні, поліефірні та інші смоли. Матриця в композиційних матеріалах виконує роль середовища, в якому розподіляється наповнювач. Податлива матриця забезпечує спільну роботу окремих волокон за рахунок своєї жорсткості та взаємодії на межі розділу матриця — волокно.

Велика кількість армуючих волокон та зв'язуючих полімерів, а також схем армування дозволяє направлено регулювати властивості ПКМ, які найповніше відповідають характеру та умовам роботи конструкції з них.

Щодо способу армування є дві основні групи матеріалів:

- композити, утворені з шарів з паралельними безперервними волокнами;
- композити, армовані тканинами.

Конструкції, виготовлені з ПКМ, являють собою багат шарову волокнисту систему, в якій кожен шар складається з односпрямованих джгутів, стрічок, ниток, що розташовані один відносно одного певним чином. Проектуючи вироби з ПКМ, розраховують кут укладання волокон в кожному шарі. При цьому обов'язково узгоджують поле напруги та деформації у виробах з полем механічних властивостей композитів. Відомо, що найбільш високі показники механічних характеристик у матеріалі досягаються, коли напруги в конструкції діють уздовж волокон, а найменші — поперек волокон.

Більшість односпрямованих композитів при стисканні уздовж волокон поведуть себе як пружні тіла. Модулі пружності при розтягуванні та стисканні цих матеріалів однакові. У більшості ПКМ міцність при розтягуванні вища, ніж при стисканні.

Міцність та модуль пружності при різних видах навантаження полімерних композиційних волокнистих матеріалів, як односпрямованих, так і перехресної структури, залежать головним чином від механічних властивостей армуючих волокон [2, 3], а також від оптимального співвідношення між масовими долями армуючих волокон і зв'язуючого матеріалу та їхніми характеристиками. Ці оптимальні співвідношення визначаються значеннями дотичних напруг на кордоні розподілу.

Одним із вузьких місць виготовлення конструкцій із ПКМ є процес отвердження. Полімеризація, за класичною технологією, потребує великих витрат часу, енергії, великогабаритного обладнання. У процесі отвердження між молекулами мономеру діють когезійні сили, що призводять до зближення молекул і до хімічної «усадки» зв'язуючого матеріалу. Між молекулами зв'язуючого матеріалу та наповнювачем виникають адгезійні сили, що призводять до виникнення значних напруг. Ці два явища ускладнюють хімічні процеси отвердження. Завершеність процесу отвердження оцінюють за показниками міцності (модуль зсуву, поверхнева твердість та ін.) або за електрофізичними характеристиками (тангенс кута діелектричних втрат, питомий об'ємний електроопір). Процес отвердження вважають завершеним, коли ступінь отвердження досягає 0.85—0.95.

Швидкість отвердження КМ, довготривалість процесу залежать від температури, типу зв'язуючого та отверджувача й може тривати від декількох сот до десятків годин. Відомі такі способи отвердження ПКМ, що прискорюють процес термічної обробки — радіаційний, інфрачервоний, надвисокочастотне отвердження та інші. Найрозповсюдженішим є процес полімеризації в термокамерах.

До найперспективнішого способу отвердження відносять нагрівання ПКМ в електромагнітному полі НВЧ [1, 4]. Це нагрівання повинно значно

скоротити технологічний цикл обробки матеріалів, здійснити нагрівання по об'єму матеріалу одночасно, практично повністю перетворити затрачену НВЧ-енергію в тепло, підвищити якість готових виробів за рахунок стабілізації геометричних розмірів.

Для дослідження механічних властивостей відбирали зразки односпрямованих склопластиків.

Перед проведенням експериментів за відомими формулами [2, 3] розраховували такі теоретичні механічні властивості композитів як міцність, модуль пружності, питому вагу. Експериментальні дослідження механічних властивостей односпрямованих склопластиків проводили за стандартною технологією і отримали питому вагу  $2.1 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>, межа міцності при розтягуванні 1.75 ГПа, модуль пружності при розтягуванні вздовж волокон — 56 ГПа.

Попередні дослідження впливу електромагнітного поля НВЧ на процес отвердження односпрямованого склопластику проводили на кільцевих зразках. Для експерименту виготовляли зразки з внутрішнім діаметром 150 мм, висотою 10 мм, товщиною 1 мм, які складалися з двох жорстких напівдисків. Зразки виготовляли на основі склоровінгу та епоксидного зв'язуючого матеріалу ЕД-20 (100 масових долей ЕД-20 + 10 масових долей ТЕАТ). Обробку

кільцевих зразків проводили у біжучій хвилі резонатора печі «Електроніка».

Попередні дослідження показали можливість проведення полімеризації виробів з ПКМ у електромагнітному полі НВЧ, і при цьому у порівнянні з термокамерним методом суттєво скорочується процес отвердження.

1. Архангельский Ю. С., Девяткин Н. Н. Сверхвысокочастотные нагревательные установки для интенсификации технологических процессов. — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1983.—170 с.
2. Нильсен Л. Механические свойства полимеров и полимерных композиций. — М.: Химия, 1978.—310 с.
3. Рабинович А. Н. Введение в механику армированных полимеров. — М.: Наука, 1970.—482 с.
4. СВЧ-энергетика / Под ред. Э. Окреса. — М.: Мир, 1971.—Т. 3.—248 с.

## POLIMER COMPOUSED MATHTERIALS

A. L. Demura

Analysis of polymer compoused materials (PCM) in aspect of their main components is performed. The influence of PCM on the properties of main components is investigated. The methods of polymerization are proposed. It is pointed at the perspective of the electromagnetic method of HF treatment. The previous results of PCM polymerization with HF at round samples are given.

УДК 669.715

## ВЛИЯНИЕ СВЕРХСКОРОСТНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА СВОЙСТВА СЕРИЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

© Е. А. Джур, Л. Ф. Силка, О. А. Кавац

Дніпропетровський державний університет

Запропоновано технологію отримання алюмінієвих порошків шляхом диспергування струменя розплаву водою високого тиску. Розроблено технологію отримання високоточних деталей для літальних апаратів методами порошкової металургії.

Алюминий и его сплавы находят широкое применение в авиа- и аэрокосмической технике благодаря высокой удельной прочности, способности сопротивляться инерционным и динамическим нагрузкам, а также коррозионной стойкости. Реализация конструкторских решений в изделиях нового поколения требует создания новых высококачественных алюминиевых сплавов.

Одним из путей получения алюминиевых материалов с уникальным комплексом эксплуатационных характеристик является разработка методов

порошковой металлургии, основанных на использовании сверхбыстрой кристаллизации.

Применение высоких скоростей охлаждения при кристаллизации открывает возможности для создания нового класса высокопрочных конструкционных материалов на основе классических систем Al—Mg, Al—Zn—Mg—Cu, Al—Mg—Cu—Si за счет дополнительного легирования переходными и тугоплавкими металлами. Введение этих элементов в алюминиевые сплавы, получаемые традиционными методами, невозможно, так как при кристаллиза-