

УДК 667.64-678.026

В.В. Карташов, канд.техн.наук, доц., А.Г. Микитишин, канд. техн. наук, доц., В. І. Бадищук, канд.техн.наук, доц., П. О. Супрун

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ЗАСТОСУВАННЯ ПІД-РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ ФОРМУВАННІ
ВРАЗКІВ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ У ЗМІННОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ**

**V. Kartashov, Ph.D., Assoc. Prof., A. Mikitishin, Ph.D., Assoc. Prof., V. Badushchuk,
Ph.D., Assoc. Prof.**

**APPLICATION PID-CONTROLLER IN FORMATION OF SAMPLES
EPOXYKOMPOSITES IN ALTERNATING MAGNETIC FIELD**

Модифікація епоксидних композитів зовнішніми силовими полями, зокрема змінним магнітним полем, є ефективним методом підвищення фізико-механічних характеристик отриманих на їх основі матеріалів. Однією з основних проблем при такій модифікації магнітним полем є підтримання стабільних параметрів обробки, оскільки тверднення епоксидної композиції навіть без впливу жодних зовнішніх полів супроводжується нелінійною зміною температури, в'язкості та текучості матеріалу.

Застосування ПІД-регулювання при обробці магнітним полем епоксидних композицій є оптимальним рішенням даної проблеми. Однак при цьому мають місце певні труднощі. Основним критерієм забезпечення нормальних умов при магнітній обробці є дотримання оптимальної температури обробки. Однак, при магнітній обробці не застосовується жодних нагрівачів. Температура в зоні обробки зростає внаслідок: процесу тверднення композиту внаслідок хімічної реакції, що має екзотермічний характер; вихрових струмів, що виникають при внесенні в магнітне поле феромагнітних наповнювачів композиції, що підвищують індукцію магнітного поля.

Для підтримання оптимальної температури в зоні обробки при твердненні композицій, окрім застосування додаткових охолоджувачів, необхідно змінювати кількість витків обмотки електромагніту, частоту змінного струму, силу струму та напругу в обмотці електромагніту. При цьому слід враховувати, що ПІД-алгоритм регулювання також має резонансний характер, і при зміні коефіцієнтів пропорційності, інтегрування та диференціювання, може з часом виходити із стану рівноваги, що призведе до зміни параметрів обробки, зокрема температури та індукції магнітного поля, що вплине на кінцеві фізико-механічні характеристики обробленого композитного матеріалу. Навіть незначне підвищення температури в зоні обробки понад норму, призводить до зростання залишкових напружень в оброблюваному матеріалі. Раніше доведено [1], що це може забезпечити незначне підвищення міцнісних показників такого матеріалу, але призведе до зниження його довговічності та тріщиностійкості. Крім того, порушення температурних режимів при твердненні епоксидних композицій, в залежності від застосованих твердника, пластифікатора та наповнювачів різної дисперсності, може спричинити отримання пористої структури, та нерівномірності структури матеріалу в його об'ємі (місцеві ущільнення, згустки наповнювача, седиментація наповнювача).

Таким чином, застосування ПІД-алгоритму регулювання параметрів обробки епоксидних композицій змінним магнітним полем в процесі тверднення має багато чинників, змінюючи та комбінуючи які, можна отримати матеріал із наперед заданими підвищеними експлуатаційними показниками.

Література

1. Дослідження адгезійної міцності та залишкових напружень епоксикомпозитів модифікованих НВЧ електромагнітною обробкою / П. Стухляк, О. Голотенко, І. Добротвор, М. Митник. // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2015. – №2.