



УДК 677.072.6

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ РІДКИХ ПОЛІМЕРНИХ СТРУМЕНІВ

Студ. О.В. Мірошніченко, гр. МгІТ1-16

Науковий керівник доц. В.Г. Резанова

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Метою роботи є розробка програмного забезпечення для визначення термодинамічної стабільності рідких полімерних струменів. Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити наступні задачі: визначити вплив добавок компатибілізаторів на морфологію сумішей; знайти закономірності розпаду мікрОВОЛОКОН у вихідних та компатибілізованих сумішах поліпропілену/співполіаміду (ПП/СПА); забезпечити автоматизовані розрахунки параметрів кінетики розпаду та зручне їх представлення.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є процес утворення ультратонких полімерних волокон (мікрОВОЛОКОН). Предметом дослідження є процес автоматизованого розрахунку термодинамічної стабільності рідких полімерних струменів.

Методи та засоби дослідження. Дослідження ґрунтуються на основних положеннях технології виробництва полімерних мікрОВОЛОКОН, положеннях класичної гідромеханіки та методології розрахунку часу життя рідких струменів. В роботі використовуються методи обчислювальної математики та засоби обчислювальної техніки.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. В роботі створено програмне забезпечення для автоматизованої обробки експериментальних даних, отриманих при дослідженні утворення рідких полімерних струменів.

Результати дослідження. В багатьох країнах світу прискореними темпами розвивається виробництво ультратонких синтетичних волокон (мікрОВОЛОКОН). Вони знаходять широке застосування при виготовленні товарів народного споживання (тканини, трикотаж, штучна шкіра), а також для технічних цілей (тепло- та звукоізоляційні матеріали, фільтри прецизійного очищення, синтетичний папір) тощо. Існують різні способи одержання ультратонких волокон, але серед них особливе місце займає формування мікрОВОЛОКОН шляхом переробки розплавів сумішей полімерів, тобто реалізація так званого явища специфічного волокноутворення [1], [2]. Специфічність вказаного явища полягає в тому, що волокноутворення реалізується не по виході із фільтри, як в традиційних способах формування, а ще у вхідній зоні формуючого отвору. При течії розплаву суміші полімерів за певних умов один компонент (волокноутворюючий) утворює в масі іншого безліч мікрОВОЛОКОН, орієнтованих у напрямку течії. За допомогою даного способу можна отримати мікрОВОЛОКОНА з розмірами від кількох долей до десятих долей мікрОМЕТРУ. Волокна мікрОННИХ розмірів мають унікальну структуру: вони вкриті мікрофібрилами по всій поверхні. Завдяки такій структурі вони мають вовноподібні та бавовноподібні властивості.

Структура полімерних дисперсій, що формується при течії, визначається мікрореологічними процесами, що відбуваються. Одним з основних є руйнування рідких струменів, утворених при течії розплаву суміші. Для керування явищем специфічного волокноутворення є важливим знання закономірностей розпаду струменів одного полімеру в матриці іншого.

З літератури відомо ([1], [2]), що рідкий циліндр є гідродинамічно нестабільним. Причиною його руйнування є виникнення на його поверхні збурень хвильового характеру, амплітуда яких зростає експоненціально у часі: $a = a_0 \cdot \exp(q \cdot t_{ж})$, де a_0 – початкова амплітуда збурення; q – коефіцієнт нестабільності. Коли амплітуда збурення за величиною дорівнює радіусу струменя, він стає нестабільним і руйнується.

Встановлено, що за інших однакових умов, зниження величини міжфазного натягу $\gamma_{\alpha\beta}$ сприяє стабільності рідких струменів меншого радіусу, тобто забезпечується одержання більш тонких волокон. Саме зі зменшенням $\gamma_{\alpha\beta}$ автори і пов'язують механізм дії речовин, що покращують спорідненість компонентів на межі поділу фаз - компатибілізаторів.

Для дослідження процесів розпаду поліпропіленових мікроволокон в матриці СПА використовують наступну методіку. Тонкі поздовжні зрізи екструдатів сумішей розміщують на нагрівальному столику мікроскопу, підвищують температуру і фотографують різні стадії процесу розпаду. При відповідній температурі ПП мікроволокна спочатку стають “варикозними”, а потім (по закінченні часу життя) розпадаються на ланцюжок крапель.

Одержані результати обробляються за відомою методикою [3]. За допомогою програмного забезпечення [4], [5] послідовно обчислюються коефіцієнт нестабільності q , хвильове число $2\pi R / \lambda_m$; знаходиться табульована функція Ω (залежність між хвильовим числом і співвідношенням в'язкостей компонентів). В кінцевому результаті розраховується величину міжфазного натягу.

Висновки. Обробка експериментальних результатів по дослідженню термодинамічної стабільності рідких полімерних струменів є надзвичайно громіздкою, кропіткою та довготривалою. Крім того, допущені дрібні помилки можуть датися взнаки вже наприкінці розрахунків, що вимагає повного перерахунку спочатку. Програмне забезпечення, автоматизує весь процес розрахунків і дасть можливість значною мірою зменшити затрати часу на виконання великого обсягу трудомістких робіт по обробці експериментальних даних. А знання величини міжфазного натягу дасть можливість прогнозувати тип структури, що утворюється при течії сумішей полімерів.

Ключові слова: волокноутворення, рідкі струмені, міжфазний натяг, автоматизація розрахунків, програмне забезпечення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Глубіш П.А., Ірклеї В.М., Цебрєнко М.В. та ін. «Високотехнологічні конкурентоспроможні і екологічноорієнтовані волокнисті матеріали та вироби з них» - К.: «Арістей», 2007, 263 с.
2. Цебрєнко М. В. Ультратонкие синтетические волокна - М.: Химия, 1991. – 214 с.
3. Tomotika S. On the stability of a cylindrical thread of a viscous liquid surrounded by another viscous fluid - Proc. Roy. Soc. : (London), 1935, Vol.A150- P.322-337.
4. Мейєрс С. Эффективный и современный C++. М.: Вильямс, 2016. – 304 с.
5. Stroustrup B. Programming: Principles and Practice Using C++ (2nd Edition). Addison-Wesley Professional, 2014. – 1312 p.