

УДК 677.072.6

**ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКО-ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
РОЗПЛАВІВ СУМІШЕЙ ПОЛІМЕРІВ**

В.Г. Резанова, кандидат технічних наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: в'язкість, приведені координати, крива течії, програмне забезпечення.

В останні роки бурхливо розвивається виробництво товарів із полімерних матеріалів, які використовуються в багатьох галузях техніки і в побуті. Проте нові великотонажні полімери на сьогодні практично не розробляються, а надання їм необхідних властивостей досягається шляхом їх змішування або введення добавок різноманітного призначення. Переробка полімерів здійснюється у в'язко-текучому стані, звідси витікає необхідність дослідження реологічної поведінки розплавів, тобто встановлення основних закономірностей їх течії як факторів, що визначають технологічні параметри полімерів [1], [2]. При цьому вирішальне значення мають дві фундаментальні характеристики – в'язкість та еластичність.

Для обробки та узагальнення експериментальних даних щодо в'язко-пружних властивостей розплавів полімерів успішно використовується метод, оснований на температурно-(концентраційно-) часовій або частотній суперпозиції (приведенні) [1], [2]. Суть його полягає в тому, що результати залежності логарифму напруги зсуву від логарифму швидкості зсуву ($\dot{\gamma}$), одержані при різних концентраціях (температурах), можуть бути суміщені переміщенням вздовж осі швидкості зсуву на величину $\lg a_T$ (a_T - коефіцієнт приведення). Застосування цього методу дозволяє суттєво розширити діапазон досліджуваних значень $\dot{\gamma}$. Так, використовуючи сучасні прилади для реологічних досліджень, вдається охопити інтервал зміни швидкості зсуву шириною 2-3 десяткових порядки. Обробивши експериментальні результати методом концентраційно-часової суперпозиції, можна розширити зміну $\dot{\gamma}$ до п'яти десяткових порядків.

Обробку даних щодо в'язкості проводили методом, запропонованим Виноградовим і Малкіним [1], [2], який ґрунтується на тому, що зміна ефективної в'язкості зумовлюється комплексом релаксаційних властивостей системи в початковому стані, тобто найбільшою ньютонівською в'язкістю (η_n). Для узагальнення експериментальних даних використовували такі приведені координати:

$$\eta_{np} = \eta / \eta_n \qquad \dot{\gamma}_{np} = \eta_n \cdot \dot{\gamma}$$

де η_n - найбільша ньютонівська в'язкість; $\dot{\gamma}$ - швидкість зсуву;

η_{np} - приведена в'язкість; $\dot{\gamma}_{np}$ - приведений градієнт швидкості зсуву

Для досліджених систем була виконана обробка даних у вказаних вище координатах. У випадках, коли ньютонівський відрізок кривої в експерименті не досягався, η_n знаходили методом екстраполяції залежності $\lg \tau \rightarrow 0$ при,

$\lg \tau \rightarrow 0$. Розрахунки проводили за допомогою спеціально створеної програми мовою C++ [3], [4].

Розроблене програмне забезпечення дозволяє здійснити побудову кривої течії. Обробка результатів для бінарних сумішей показує, що для багатьох сумішей полімерів існують досить широкі області, де залежність в'язкості від швидкості зсуву в приведених координатах є інваріантною по відношенню до складу. Візуальну перевірку існування цієї подібності дослідник здійснює після виведення на екран відповідних даних (рис. 1).

Для розплавів сумішей полімерів, для яких суперпозиція має місце (рис. 2), можна за допомогою програми побудувати криву течії та провести подальше теоретичне дослідження реологічних властивостей.

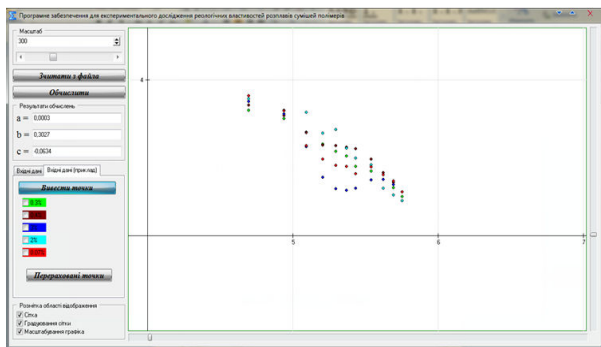


Рисунок 1 - Залежність в'язкості розплаву суміші ПП/СПА від швидкості зсуву в приведених координатах. Точки 1 ÷ 4 відповідають вмісту ПП, мас. %: 20; 30; 40; 50 (суперпозиція відсутня).

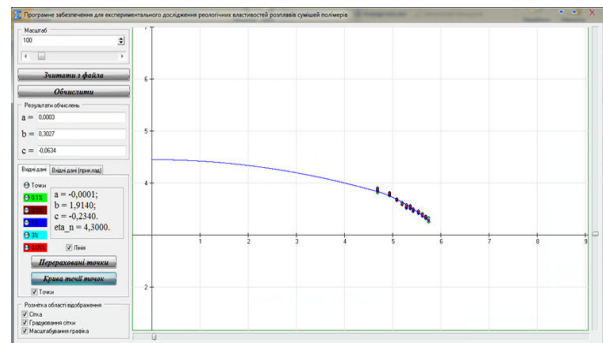


Рисунок 2 - Крива течії розплаву суміші ПП/СПА/ПЕС-5 (суперпозиція має місце).

Створене програмне забезпечення дозволяє за побудованою кривою течії визначати в'язкість розплаву полімеру або суміші полімерів, аналізувати вплив різних добавок на в'язкість волокнутоутворюючого та матричного полімерів та їх суміші, визначати в'язкість при різних напругах зсуву, встановлювати вплив температури на реологічні властивості полімерів та характеризувати ступінь відхилення течії від ньютонівського режиму без проведення додаткових експериментів. В практичному плані програма дозволяє зробити висновки щодо здатності суміші до переробки та можливості отримання з неї мікрволокон.

ЛІТЕРАТУРА

1. Виноградов Г.В., Малкин А.Я. Реология полимеров. М.: Химия, 440 с.
2. Цебренок М.В. О температурно-композиционной суперпозиции вязкости расплавов смесей полимеров по скорости сдвига // Высокомолекул. соед. – 1986. – Т. А 28, №6. – С.1145-1150.
3. Прата С. Язык программирования C++ (C++11). Лекции и упражнения, 6-е издание — М.: Вильямс, 2012. — 1248 с.
4. Страуструп Б. Язык программирования C++. Специальное издание М.: Бином, 2014. – 1136с.