



УДК 677.072.6

РОЗРАХУНОК В'ЯЗКО-ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРНИХ ДИСПЕРСІЙНИХ СЕРЕДОВИЩ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Студ. Д. В. Подунай, гр. МГІТ1-18
Науковий керівник доц. В.Г. Резанова
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Мета роботи – створення програмного забезпечення для обробки експериментальних даних щодо визначення величини ефективної в'язкості розплавів полімерів, характеру течії та графічного зображення результатів дослідження.

Завдання – розрахунок параметрів течії розплавів полімерів та представлення одержаних результатів у графічному вигляді.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єкт дослідження – нанонаповнені полімерні композити. Їх властивості визначаються рядом факторів – характеристиками полімерної матриці, розміром частинок нанодобавки, їх формою, орієнтацією та взаємним розміщенням. Значний вплив на реологічні показники має взаємодія між наповнювачем і полімером на молекулярному рівні, яка може приводити для підвищення або зниження в'язкості розплавів таких систем.

Предмет дослідження - процес автоматизованого розрахунку параметрів течії розплавів полімерів та їх сумішей.

Результати дослідження. Особливістю переробки полімерів у вироби є необхідність їх переведення у в'язко-текучий стан з метою надання необхідної форми. Відомо, що в основі класичної гідромеханіки лежить модель в'язкої рідини Ньютона, згідно з якою напруження зсуву (τ) прямо пропорційна швидкості деформації ($\dot{\gamma}$): $\tau = \eta \dot{\gamma}$, де коефіцієнт пропорційності η називають в'язкістю. Для розплавів високомолекулярних сполук характерною є так звана аномалія в'язкості, тобто відхилення від вказаного закону Ньютона, яка пов'язана з внутрішньою структурою розплавів полімерів. Характер течії таких систем підпорядковується ступеневому закону:

$$\tau = \eta \dot{\gamma}^n$$

де: n – ступінь відхилення від ньютонівської течії

З огляду на це, доцільним є вивчення реологічної поведінки вихідних та модифікованих розплавів полімерів з метою встановлення основних закономірностей їх течії як чинника, що впливає на технологічні параметри переробки. Серед різних властивостей полімерних систем у в'язко-текучому стані важливою в практичному відношенні є ефективна в'язкість. Для дослідження реологічних характеристик розплавів полімерів використовують капілярні віскозиметри постійного тиску, оскільки в них течія відбувається за зсувовим механізмом, як і у технологічному обладнанні для їх переробки [1]. Розрахунок параметрів течії розплавів полімерів та представлення одержаних результатів у графічному вигляді є достатньо трудомістким та потребує значних затрат часу [1].

Програмне забезпечення розробляли в середовищі Delphi мовою Object Pascal [2, 3, 4]. Для проведення експериментальних досліджень використовували вихідний поліпропілен (ПП) та модифікований нанодобавкою срібло/оксид алюмінію ($\text{Ag}/\text{Al}_2\text{O}_3$) в кількості (0,1÷3,0) мас. %. Реологічні характеристики досліджуваних розплавів полімерних систем вивчали за допомогою капілярного віскозиметра марки МВ-2. Течія розплаву через капіляр відбувається за рахунок перепаду тисків між його кінцями:

$$\Delta P = \frac{P}{F}$$

де: P – маса поршня, рамки і навантажувальних дисків та зусилля пружини індикатора,
 F – площа поршня

Обробку експериментальних результатів здійснювали з використанням загальноприйнятої методики для неньютонівських систем [1]. Напругу зсуву на стінці капіляру визначали за рівнянням:

$$\tau = \frac{4r \cdot P}{\pi \cdot d_n^2 \cdot 2L} = K_1 \cdot P$$

де: r , L – радіус і довжина капіляру відповідно; d_n – діаметр поршня;

K_1 – постійна величина для даного капіляру, яка залежить від його діаметра і довжини

Визначена величина швидкості зсуву є орієнтовною, оскільки не враховує входних явищ, що мають місце при переході із широкого резервуару віскозиметра у вузький капіляр, тому на вході в нього за течії полімерного розплаву виникає перепад тиску, який значно більший, ніж для ньютонівських рідин [1]. Втрати тиску на вході в капіляр обумовлені перепадом тиску, що виникає в результаті східної течії, перебудовою профілю швидкостей потоку та здатністю розплаву полімеру накопичувати пружну енергію.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє представити у графічному вигляді істинну криву течії $\lg \gamma = f(\lg \tau)$, а також залежності η від напруги і швидкості зсуву. На рис. 1 наведена функція $\lg \eta = f(\lg \tau)$ для розплаву поліпропілену, наповненого 1,0 мас. % Ag/Al₂O₃.

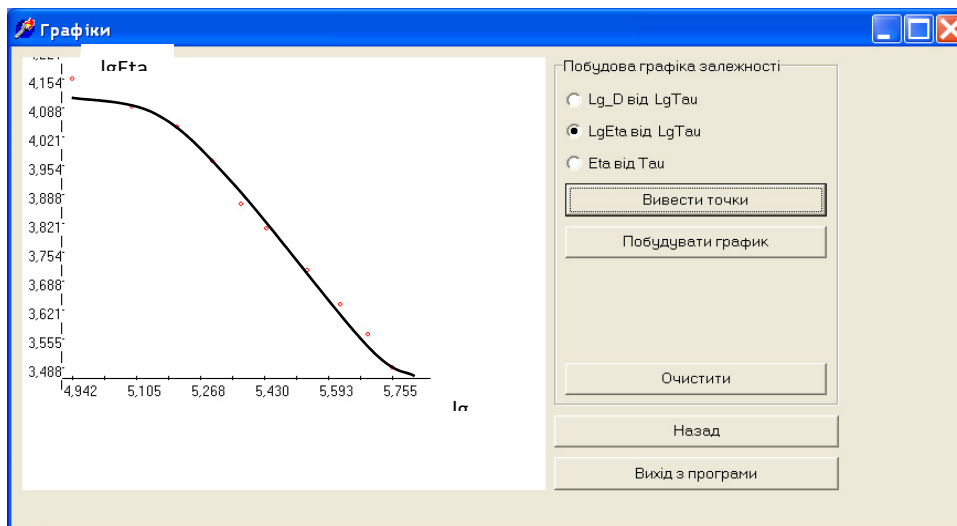


Рисунок 1 - Програмне зображення залежності $\lg \eta = f(\lg \tau)$

Висновки. Розроблено програмне забезпечення для обробки експериментальних результатів дослідження реологічних властивостей розплавів полімерів методом капілярної віскозиметрії. Показано, що створена програма дозволяє розрахувати в'язкість та режим течії розплавів, а також представити результати у вигляді графічних зображень кривої течії і залежності в'язкості від напруги та швидкості зсуву. Розроблена програма дозволяє суттєво скоротити термін і спростити процес обробки експериментальних результатів, а також вибрати технологічні параметри переробки в залежності від реологічних характеристик розплавів.

Ключові слова: програмне забезпечення, розплав полімерів, в'язкість, нанодобавка.

ЛІТЕРАТУРА

1. Rezanova N.M., Rezanova V.G., Plavan V.P., Viltaniuk O.O. The influence of nano-additives on the formation of matrix-fibrillar structure in the polymer mixture melts and on the properties of complex threads // Vlákna a textil (Bratislava, Slovak Republic) - №2, 2017. - p. 37-42
2. Фленов М. Библия Delphi (3-е издание) // СПб.: БХВ-Петербург, 2012 – 688 с.
3. Осипов Д. Л. Delphi. Программирование для Windows, OS X, iOS и Android // СПб.: БХВ-Петербург, - 2014. – 464 с.
4. Пестриков В., Маслобоев А. Delphi на примерах // СПб.: БХВ-Петербург, 2012 – 496 с.