

УДК 004.544

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ГРАФІЧНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

В.Г. Резанова, к.т.н., доцент

Київський національний університет технологій та дизайну

С.І. Куценко, магістрант

Київський національний університет технологій та дизайну

О.В. Яблоков, магістрант

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: програмне забезпечення, план експерименту, суміш полімерів, волокноутворення.

Переробка розплавів сумішей полімерів є одним із перспективних методів одержання волокон з діаметрами від декількох до десятих долей мікрметра [1]. Для визначення оптимальних параметрів переробки та встановлення взаємозв'язку між складом суміші і процесами структуроутворення як факторами, що визначають властивості виробів на їх основі, необхідне проведення значної кількості багатофакторних експериментів. Останні пов'язані зі значними затратами часу і матеріалів, оскільки вплив кожного фактора досліджується окремо, при фіксованих значеннях інших параметрів. При цьому часто параметри мають не менше 4-5 різних значень (рівнів варіювання). Таким чином, для повного дослідження об'єкта слід розглянути велику кількість комбінацій навіть без урахування паралельних дослідів. Одним із шляхів, що дозволяє вести наукові дослідження прискореними темпами і знаходити рішення максимально наближені до оптимальних з мінімальними затратами, є використання математичних методів планування і аналізу експерименту.

Процедура вибору числа та умов проведення дослідів, необхідних та достатніх для вирішення задачі досліджень із заданою точністю називається плануванням експерименту.

Розглянемо планування експерименту для систем, що являють собою суміші q різних компонентів. Змінні x_i ($i = 1, 2, \dots, q$) таких систем являють собою пропорції (відносно вмісту) i -тих компонентів суміші і задовольняють умові:

$$\sum_{1 \leq i \leq q} x_i = 1 \quad (x_i \geq 0) \quad (1)$$

Геометричне місце точок, що задовольняють умові (1), являє собою $(q-1)$ – мірний правильний симплекс (трикутник для $q=3$; тетраедр для $q=4$ і т.д.). Кожній точці такого симплекса відповідає суміш певного складу і навпаки, будь-якій комбінації відносних вмістів q компонентів відповідає певна точка симплекса. Ми в подальшому будемо оперувати факторним простором у вигляді симплексів, тому доцільно перейти від звичайних декартових координат до спеціальної симплексної системи.

Математична модель задачі склад-властивість може бути вирішена за допомогою побудови шуканої функції у вигляді поліному, наприклад, другого ступеня:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2$$

урахуванням співвідношення $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ прийме вигляд:

$$\hat{y} = \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_{12}x_1x_2 + \beta_{13}x_1x_3 + \beta_{23}x_2x_3.$$

Було запропоновано плани, для оцінки коефіцієнтів приведенного полінома, що забезпечують рівномірний розкид експериментальних точок по $(q-1)$ – мірному симплексу. Точками таких планів є вузли $\{q, n\}$ -симплексних ґраток. В $\{q, n\}$ - ґратці для кожного фактора (компонента) використовується $(n+1)$ рівнорозміщених рівней в інтервалі від 0 до 1 $(x_i = 0, 1/n, 2/n, \dots, 1)$ і беруться різноманітні їх комбінації. Так, число таких комбінацій C_{q+n-1}^n дорівнює числу коефіцієнтів в приведенному поліномі.

Набір точок $(x_{1u}, x_{2u}, \dots, x_{qu})$, $u = 1, 2, \dots, N = C_{q+n-1}^n$, де

$$x_{iu} = 0, 1/n, 2/n, \dots, 1, \quad \sum_{1 \leq i \leq q} x_{iu} = 1 \quad \text{утворює насичений}$$

симплексно-ґратковий план $\{q, n\}$ (рис.1).

В усіх точках факторного простору досліди не можуть бути реалізовані, а можуть лише в точках, що належать допустимій області факторного простору. На різні набори рівней факторів система реагує по-різному. Однак, існує певний зв'язок між рівнями факторів і реакцією (відгуком) системи.

Необхідно поставити експеримент так, щоб при мінімальній кількості дослідів, варіюючи значення незалежних змінних за спеціально сформульованими правилами, побудувати математичну модель системи і знайти оптимальні значення властивостей системи.

Вибір факторів, параметрів оптимізації і моделей відбувається з урахуванням мети дослідження.

Програмне забезпечення розробляли мовою C++ [2-4].

В результаті виконання роботи розроблено програмне забезпечення для інтерактивного планування експерименту для сумішей.

Список використаних джерел

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. Глушаков, С. В. Программирование в среде Borland C++Builder 6 / С. В. Глушаков, В. Н. Зорянский, С. Н. Хоменко. Харьков: Фолио, 2003.
3. Stroustrup B. Programming: Principles and Practice Using C++ (2nd Edition). Addison-Wesley Professional, 2014. – 1312 p.
4. Мейерс С. Эффективный и современный C++ / С. Мейерс. – М.: Вильямс, 2016. – 304 с.