

2. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Введение в математическую статистику. М.: Изд-во ЛКИ, 2010. —600 с.

3. Осипов Д. Л. Delphi. Программирование для Windows, OS X, iOS и Android // СПб.: БХВ-Петербург, - 2014. – 464 с.

РЕЗАНОВА В.Г., ПРУДНИК Д.О.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ АДЕКВАТНОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ УТВОРЕННЯ МІКРОФІБРИЛЯРНИХ СТРУКТУР

REZANOVA V.G., PRUDNIK D.O.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR VERIFICATION OF ADEQUACY OF MATHEMATICAL MODEL OF FORMATION OF MICROFIBRIL STRUCTURES

Purpose and tasks. The purpose of the work is to create software for checking the adequacy of regression mathematical models for the study of three-component polymer mixtures for the implementation of the process of specific fiber formation

The task is to study the adequacy of the model by the method of checking the proper linear hypothesis. Software development in C ++ language in the Borland Builder environment.

Object and subject of research. Object of research - specific fiber formation. It is realized under appropriate conditions under the flow of molten polymer mixtures. It is based on micro-regional processes - such as the deformation of the droplets of the disperse phase component and the combining of liquid jets in the direction of flow.

Subject of research - the process of automated verification of the adequacy of the model.

The adequacy of the mathematical model of formation of microfibrillar structures is checked by checking the corresponding linear hypotheses. The model turned out to be adequate, which gives grounds for its use in further research, in particular - for predicting the behavior of the system, as well as for optimizing its parameters. In addition, the created software can be applied to a wider class of tasks.

Вступ

Світовий досвід свідчить, що раціональним рішенням проблеми створення нових матеріалів із унікальними характеристиками є змішування полімерів.

Утворення мікрофібрилярних структур реалізується у відповідних умовах при течії розплавів сумішей полімерів. Результати авторів з дослідження цього процесу відносяться до питань математичного моделювання поведінки кількісних характеристик специфічного волоконутворення, що надає можливість описувати вже існуючі закономірності, а також прогнозувати поведінку процесу на інших (ще не досліджених) сумішах полімерів. Зауважимо, що практичне використання математичної моделі можливе лише після перевірки її адекватності

Постановка завдання

Об'єктом дослідження є багатокомпонентна сумішева система, яка складається із двох полімерів (волоконотворюючий та матричний) та добавки (добавок). Сумарний вміст компонентів суміші дорівнює одиниці. Контроль якості отриманого полімерного композиту відбувається за вихідними показниками якості.

Задача математичного моделювання в даній роботі полягає у встановленні залежності між однією групою змінних (незалежних змінних, факторів) та іншою групою змінних (залежних змінних, функцій відгуку). Оцінюємо параметри обраної моделі, перевіряємо її адекватність і, у випадку позитивного вирішення останнього питання, робимо висновок про можливість застосування побудованої моделі до тих питань, для яких вона і була побудована.

Основна частина

Відповідно до методики планування експерименту із сумішами використовуємо симплексно-гратковий план. Останній забезпечує рівномірний розкид експериментальних точок на області, що являє собою симплекс відповідної розмірності (для трикомпонентної суміші це правильний трикутник на площині). Для побудови моделі обираємо неповний кубічний поліном, оскільки дані літератури свідчать, що такі функції досить якісно описують поведінку трикомпонентних сумішевих систем. Оскільки на вміст компонентів суміші умовами задачі накладаються певні обмеження, на повному симплексі програмним чином виділяємо підобласть, що відповідає цим обмеженням, а потім всередині виділеної підобласті обираємо область, «подібну» вихідному симплексу, тобто трикутник (хоча і не обов'язково правильний). Відповідно до симплексно-граткового підходу для неповної кубічної моделі, для побудованого трансформованого симплексу маємо сім точок плану експерименту. Для забезпечення можливості в подальшому використовувати методи регресійного аналізу моделі, зокрема – перевірки її адекватності, додаємо до плану ще одну точку.

Використовуємо метод перевірки адекватності лінійної моделі, що полягає в порівнянні оцінок дисперсій похибок, що одержані, з одного боку, з застосуванням даної моделі, а з іншого — незалежним шляхом. Це є еквівалентним перевірці деякої лінійної гіпотези за допомогою обчислення і аналізу відповідного F-відношення Фішера.

Нехай x_1, x_2, \dots, x_m — різні точки спостережень (вектори-рядки), причому хоч в одній з них кількість спостережень більше ніж 1. Значена

F-статистика має вигляд $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ де $S_1^2 = \frac{1}{m-p} \sum_{i=1}^m n_i (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2$,

$$S_2^2 = \frac{1}{n-m} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 \quad y_{i1}, \dots, y_{in_i}, i = 1, \dots, m - \text{значення вихідної змінної,}$$

що спостерігались в точці $x = x^i$; n_i - кількість дослідів i -ї точці. Якщо $m > p$, то відношення вигляду $\frac{S_1^2}{S_2^2}$ (варіант з сукупності F - відношень) має розподіл Фішера $F(m-p, n-m)$ [4]. Згідно з загальними положеннями [4] гіпотеза про адекватність моделі \hat{y} не приймається при рівні значущості α , якщо вказане відношення перевищує квантиль рівня $1 - \alpha$ вказаного розподілу. Зазначені дії реалізуються розробленим програмним забезпеченням.

Знаходимо F -відношення для моделі. Для всіх вихідних змінних моделі за допомогою створеного програмного додатку отримуємо значення, що наведено на рис. 1.

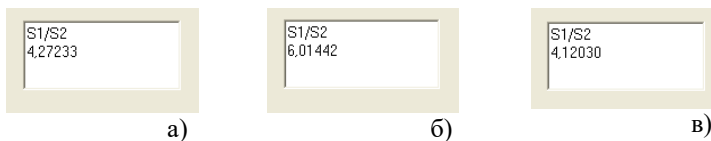


Рисунок. 1- Відношення $\frac{S_1^2}{S_2^2}$, отримане в програмному додатку для y_1 (а), y_2 (б) та y_3 (в)

Далі приймаємо рішення з приводу гіпотези про адекватність нашої математичної моделі. У даному випадку маємо: для $\alpha = 0.01$ $F(m-p, n-m) = F(8-7, 24-8) = F(1, 16) = 8.531$. Бачимо, що для всіх y з тестової моделі розраховане відношення $\frac{S_1^2}{S_2^2}$ менше за значення $F(m-p, n-m)$. Отже, гіпотеза про адекватність моделі може бути прийнята.

Висновки

Здійснено перевірку адекватності математичної моделі утворення мікрофібрилярних структур шляхом перевірки відповідних лінійних гіпотез. Модель виявилась адекватною, що дає підстави для її використання у подальших дослідженнях, зокрема – для прогнозування поведінки системи, а також для оптимізації її параметрів. Крім того, створене програмне забезпечення може бути застосоване до більш широкого класу задач.

Ключові слова: програмне забезпечення, математична модель, адекватність.

Література

1. Резанова В.Г., Резанова Н.М. Програмне забезпечення для дослідження полімерних систем. Монографія. – К.: АртЕк, 2020. – 358 с.
2. Rezanova N.M., Rezanova V.G., Plavan V.P., Viltzaniuk 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
3. Резанова В.Г. Програмне забезпечення для математичного моделювання специфічного волокнуутворення // *Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві*. Збірник наукових праць молодих вчених, аспірантів, магістрів кафедр інформаційних технологій проектування. – К.: Освіта України, 2017
4. Сидняев Н. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. – М.: Юрайт, 2012, 400 с.
5. Stroustrup B. Programming: Principles and Practice Using C++ (2nd Edition). Addison-Wesley Professional, 2014. – 1312 p.
6. Мейерс С. Эффективный и современный C++. М.: Вильямс, 2016. - 304 с.

РЕЗАНОВА В.Г.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ФОРМУВАННЯ МІКРОФІБРИЛЯРНИХ СТРУКТУР

REZANOVA V.G.

A SOFTWARE DEVELOPMENT TO INVESTIGATE THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE FORMATION OF MICROFIBRIL STRUCTURES

An important task for science today is to conduct theoretical and experimental research that opens up fundamentally new ways to obtain materials with specified properties and the creation and introduction into industry of new waste-free environmentally friendly low-energy technologies.

The aim is to study the mechanisms of processes and phenomena observed in the processing of melts of polymer mixtures is important and relevant and is subject to further study. Investigation of the influence of technological parameters on the formation of microfibrillar structures.

Thus, software has been developed that optimizes the composition of the three-component polymer mixture, which makes it possible to implement formation of microfibrillar structures in the best way.

Вступ

Важливим завданням для науки на сьогодні є проведення теоретичних та експериментальних досліджень, що відкривають