

Тоді, згідно з МНК:  $b = (X'X)^{-1}X'Y$ , де «штрих» означає операцію транспонування.

Знайдені за допомогою програмного забезпечення [5, 6] коефіцієнти – компоненти вектора  $b$  – вказують на силу впливу окремих чинників на результат. Побудовану модель необхідно перевірити на адекватність, після чого можна використовувати її для подальших наукових досліджень.

### Висновки

Розробка програмного забезпечення, що реалізує всі вищеписані кроки, дозволить раціоналізувати роботу дослідника. З'явиться можливість без проведення громіздких ручних розрахунків будувати різні моделі і порівнювати їх. В кінцевому рахунку – застосування математичних та інформаційних методів відкриває можливості для подальших наукових досліджень та отримання важливих практичних результатів. Зокрема – математичні моделі можуть бути використані для оптимізації параметрів процесу та для прогнозування його поведінки у майбутньому.

### 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. Rezanova N.M., Plavan V.P., Rezanova V.G., Bohatyrov V.M. Regularities of producing of nano-filled polypropylene microfibers // *Vlákna a Textil*. –2016. – No 4. – P. 3-8.
3. Резанова В.Г. Програмне забезпечення для математичного моделювання специфічного волокнуотворення // *Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві*. Збірник наукових праць молодих вчених, аспірантів, магістрів кафедри 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., В.М. КРАСОВ В.М.

### ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ МІКРОСКОПІЙ ПРОЦЕСІВ ВОЛОКНОУТВОРЕННЯ

REZANOVA V.G., KRASOV V.M.

SOFTWARE FOR RESEARCH AND PROCESSING OF MICROSCOPY DATA  
OF FIBER-FORMATION PROCESSES

*Purpose and tasks. The purpose of the work is the development of software for the processing of experimental data from the study of the processes of formation in the melt mixes of polymers.*

*The task is to create software tools for calculating the basic statistical characteristics of the process of fiber formation from the melts of polymer mixtures.*

*Object and subject of research. The object of the study is the experimental data of the microscopy of the process of formation of microfibrillar structures. It is realized under the 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.*

*The process of automating the processing of experimental data.*

*Software development that implements all of the above steps will streamline the work of the researcher. It will be possible without the cumbersome manual calculations to analyze the experimental data obtained. Ultimately, the use of mathematical and informational methods opens up opportunities for further research and obtaining important practical results.*

### **Вступ**

Формування мікрОВОЛОКОН переробкою розплаву суміші полімерів – простий ефективний метод одержання комплексних ниток і штапельних волокон з діаметрами від десятих долей до декількох мікрОМЕТРІВ [1, 2]. Одним із класичних методів впливу на міжфазні явища є введення третього компоненту – компатибілізатора, що сприяє підвищенню взаємодії між фазами та утворенню більш тонкої стабільної дисперсії і, як наслідок, приводить до покращення процесу волокнуотворення.

### **Постановка завдання**

Дослідження описаних явищ здійснюється в основному дослідним шляхом, теоретичні методи використовуються суттєво менше.

Для кількісної оцінки структуроутворення була розроблена спеціальна методика, що дозволила замірити і оцінити всі сформовані типи структур, визначити їх кількість, масу тощо [3]. Дані будемо обробляти методами математичної статистики, в результаті чого треба визначити середній діаметр ( $d$ ) мікрОВОЛОКОН, дисперсію ( $\sigma^2$ ) розподілу даного типу структури по розмірах, середнє квадратичне відхилення ( $\sigma$ ), загальне число волокон ( $n$ ) в екструдаті. На основі одержаних результатів будуються криві чисельного і масового розподілу волокон по розмірах.

### **Основна частина**

Одержані мікрОВОЛОКНА групують по діаметрах. Визначають загальне число всіх замірних структур ( $n_3$ ). Чисельний процент даного типу структур вираховують  $n_i/n_3$ .

Для переважаючого типу структури виконують наступну математичну обробку даних.

Ми маємо початковий ряд результатів спостережень. Здійснюємо групування ряду. Знаходимо мінімальне та максимальне значення

варіантів. Інтервал, у якому лежать всі одержані дані, ділиться на класи. Знаходиться частота варіанту для даного класу.

В результаті вищезазначених дій отримується таблиця розподілу вимірюваної величини. Величину інтервалу класу  $\Delta$  знаходять  $\Delta = R_b / (5 \lg n)$  або  $(R_{max} - R_{min}) / (1 + 3,2 \lg n)$  (Величина інтервалу повинна перевищувати міру похибки, але не повинна бути менше цієї похибки.) В таблиці розміщують класи в порядку зростання і знаходять, скільки варіант ( $Z_i$ ) лежить в межах кожного класу.

Для знаходження числових характеристик використовуємо як початкові, так і центральні моменти. Потім вираховуємо умовні початкові моменти. Знаходимо значення середнього арифметичного нашого розподілу. Знаходимо дисперсію ряду розподілу через другий умовний центральний момент  $M_2^l$ . Фактично другий центральний момент дорівнює дисперсії розподілу  $\sigma^2$ . Третій і четвертий початковий моменти використовуються для обчислення третього і четвертого центральних моментів, які служать для кількісної оцінки асиметричності і стисненості фактичних розподілень, тобто для оцінки їх близькості до нормального розподілу. З цією метою вираховується асиметрія і ексцес (ex):

$$as = M_3 / \sigma^3 \quad ex = M_4 / \sigma^4$$

Так як асиметрія і ексцес-величини безрозмірні, їх можна вираховувати безпосередньо через умовні моменти, не переходячи до фактичних

$$as = M_3^l / (M_2^l (M_2^l)^{0,5}) \quad ex = M_4^l / (M_2^l (M_2^l)^2 - 3$$

$$M_3^l = m_3^l - 3 m_2^l m_1^l + 2 (m_1^l)^3$$

$$M_4^l = m_4^l - 4 m_1^l m_3^l + 6 m_1^l m_2^l - 3 m_1^l^4$$

При  $as < 0,1$  – фактичне розподілення вважається практично симетричним; при  $as \approx 0,25$  – розподілення, хоча і помітно, але слабо асиметричне; при  $as > 0,5$  – розподілення вважається різко асиметричним.

Величина ексцесу – це показник відмінності фактичного ряду розподілення від нормального по концентрації окремих значень навкруги центру розподілення. Ексцес показує, наскільки крива, одержана в експерименті виявиться більш плоскою і розтягнутою або, навпаки, стиснутою, випуклою в центрі порівняно з кривою нормального розподілу. Для кривої нормального розподілу  $ex = 0$ . Якщо  $ex > 0$ , то фактична крива стиснута навкруг центру і загострена; якщо  $ex < 0$ , то крива сплющена і розтягнута порівняно з кривою нормального розподілу.

Одержані за допомогою програмного забезпечення [4, 5] результати обробки експериментальних даних заносяться в таблицю

Результаты расчетов

Результаты для введенных данных:

N	d, мкм	Z	Классы	Zi	Класс	a	Zi*a	Zi*a^2	Zi*a^3	Zi*a^4		
1	2,60	153	2	0	1,0	-6	0	0	0	0		
2	4,20	191	4	153	3,0	-5	-765	3825	-19125	95625		
3	5,20	516	6	707	5,0	-4	-2828	11312	-45248	180992		
4	6,20	170	8	434	7,0	-3	-1302	3906	-11718	35154		
5	7,80	264	10	0	9,0	-2	0	0	0	0		
6	10,40	363	12	543	11,0	-1	-543	543	-543	543		
7	11,40	180	14	138	13,0	0	0	0	0	0		
8	13,00	138	16	138	15,0	1	138	138	138	138		
9	15,60	138	18	0	17,0	2	0	0	0	0		
10	18,20	48	20	48	19,0	3	144	432	1296	3888		
11	20,80	16	22	16	21,0	4	64	256	1024	4096		
12	23,40	5	24	5	23,0	5	25	125	625	3125		
13	26,00	4	26	0	25,0	6	0	0	0	0		
N=			2186	Класс=		13	Сумма=		-5067	20537	-73551	323561

  

m11=	-2,3179322	M21=	4,0219748	as=	0,8399959	d_ =	8,3641354	Sigma^2=	16,087899	
m21=	9,3947849	M31=	6,7754203	ex=	0,2338720			Sigma=	4,0109723	
m31=	-33,646386	M41=	52,312026					C=	8,5787614	
m41=	148,01509									

График      Помощь      Назад      Выход

Рисунок 1 - результати обробки експериментальних даних

## Висновки

Розробка програмного забезпечення, що реалізує всі вищеописані кроки, дозволить раціоналізувати роботу дослідника. З'явиться можливість без проведення громіздких ручних розрахунків аналізувати отримані експериментальні дані. В кінцевому рахунку – застосування математичних та інформаційних методів відкриває можливість для подальших наукових досліджень та отримання важливих практичних результатів.

## 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. Rezanova N.M., Plavan V.P., Rezanova V.G., Bohatyrov V.M. Regularities of producing of nano-filled polypropylene microfibers // Vlákna a Textil. –2016. – No 4. – P. 3-8.
3. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. – М.: Вильямс, 2016. – 912 с.
4. Stroustrup B. Programming: Principles and Practice Using C++ (2nd Edition). Addison-Wesley Professional, 2014. – 1312 p.
5. Мейерс С. Эффективный и современный C++. М.: Вильямс, 2016. - 304 с.