

**ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ КОМПОНЕНТОВ
НА ПЕРИОДИЧЕСКУЮ НЕРАВНОМЕРНОСТЬ
ПО СОСТАВУ СМЕШАННОГО ВОЛОКНИСТОГО ПОТОКА**

**THE INFLUENCE OF SOME COMPONENTS FACTORS
ON THE PERIODIC NON-UNIFORMITY IN THE COMPOSITION
OF THE MIXED FIBROUS FLOW**

П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, Н.В. МИНАЕВА, Т.А. САМОЙЛОВА, Л.М. ГОРОДЕНЦЕВА
P.A. SEVOSTYANOV, N.V. MINAEVA, T.A. SAMOILOVA, L.M. GORODENTSEVA

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: petrsev46@yandex.ru

Исследуется влияние вариаций параметров периодической неравномерности по линейной плотности компонентов волокнистого потока на его неравномерность по доле компонентов. Для этих целей предложена простая математическая модель объекта исследования. Модель позволяет учесть составляющие периодической неравномерности по линейной плотности компонентов, участвующих в смешанном волокнистом потоке. При этом появляется возможность изучить влияние таких факторов, как амплитуда, период и смещение по фазе этих периодических колебаний. С моделью выполнены вычислительные эксперименты, в которых указанные параметры варьировались в максимальных, имеющих физический смысл, пределах. В качестве критерия вариаций доли компонента предложено использование размаха вариаций доли компонента. Для исследований принято целесообразным использовать однофакторные многоуровневые эксперименты. В экспериментах установлен диапазон варьирования этого критерия в зависимости от вариаций параметров компонентов. Показано, что в широком диапазоне варьирования периодов колебаний линейной плотности компонентов и смещения по фазе этих колебаний вариации размаха доли компонентов не превышает одной десятой средней доли компонента.

The effect of variations in the parameters of periodic non-uniformity in the linear density of the fibrous flow components on its non-uniformity in the proportion of components is studied. For these purposes, a simple mathematical model of the object of study is proposed. The model makes it possible to take into account the components of the periodic non-uniformity in terms of the linear density of the components involved in the mixed fibrous flow. In this case, it becomes possible to study the influence of such factors as the amplitude, period, and phase shift of these periodic oscillations. Computational experiments were performed with the model, in which the specified parameters were varied within the maximum limits that have a physical meaning. As a criterion for variations in the share of the component, it is proposed to use the range of variations in the share of the component. For research, it is customary to use single-factor multilevel experiments. In these experiments, the range of variation of this criterion was established depending on the variations in the parameters of the components. It is shown that in a wide range of variations in

the periods of oscillations of the linear density of the components and the phase shift of these oscillations, the variation in the range of the fraction of the components does not exceed one tenth of the average fraction of the component.

Ключевые слова: волокнистый материал, неравномерность по доле компонента, линейная плотность, периодическая неравномерность, размах вариаций.

Keywords: fibrous material, non-uniformity in component fraction, linear density, periodic non-uniformity, range of variations.

При исследовании периодической неравномерности по линейной плотности потоков волокнистых материалов наиболее распространенной и общепризнанной характеристикой является спектральная плотность дисперсии (СПД) линейной плотности продукта [1...3]. Однако в задачах изучения влияния различных факторов на неравномерность по доле компонентов в этом потоке эта характеристика оказывается не самой удобной. Для многих технологий производства изделий из волокнистых материалов обеспечение равномерности по доле компонентов смешанного волокнистого потока играет не меньшую, если не большую роль, чем равномерность компонентов и смешанного потока по массе или линейной плотности [4...6]. Периодическая составляющая неровноты потока (или волокнистого продукта) по линейной плотности достаточно полно отображается СПД [7...9]. Измерить долевого состав волокнистого потока и получить его СПД с достаточной точностью либо невозможно, либо весьма сложно из-за проблем с измерительной техникой [10...12]. Поэтому имеет смысл использовать математическую модель, связывающую линейную плотность компонентов с их долей в смешанном потоке. Для анализа достаточно рассмотрения двухкомпонентной смеси.

Обозначим $g_1(t)$, $g_2(t)$ функции, описывающие линейную плотность в потоках 1-го и 2-го компонентов. Тогда суммарная линейная плотность смешанного потока равна $g(t) = g_1(t) + g_2(t)$, а доля 1-го компонента в смешанном потоке равна $p(t) = g_1(t) / g(t)$. Нелинейность этого преобразования $\{g_1(t), g_2(t)\} \rightarrow p(t)$ и делает задачу исследо-

вания нетривиальной. Далее рассмотрим периодическую неравномерность по линейной плотности компонентов и периодическую плотность доли 1-го компонента в смешанном потоке. На результат преобразования влияют амплитуды, частоты периодической неровноты компонентов и их смещение по фазе. Примем для линейной плотности компонентов простейшую модель периодической неровноты (1):

$$\begin{aligned} g_1(t) &= G_1 \left(1 + a_1 \cos(2\pi(t/T_1 - b)) \right), \\ g_2(t) &= G \left(1 + a \cos(2\pi t/T) \right). \end{aligned} \quad (1)$$

В этих формулах: G , G_1 – средние значения линейной плотности; a , a_1 – амплитуды гармонического колебания в долях от G , G_1 ; T , T_1 – периоды гармонических колебаний; b – смещение по фазе в единицах 2π радиан колебаний линейной плотности 1-го компонента относительно 2-го компонента.

Нелинейность преобразования $\{g_1(t), g_2(t)\} \rightarrow p(t)$ приводит к тому, что функция $p(t)$ – не гармоническая и содержит колебания различных периодов. Для изучения зависимости неравномерности $p(t)$ от различных параметров была выполнена серия многоуровневых однофакторных экспериментов. В качестве контролируемого показателя неравномерности $p(t)$ выбран размах $W = \max\{p(t)\} - \min\{p(t)\}$. Очевидно, что эта величина, как и $p(t)$, лежит в пределах от 0 до 1. Заметим, что размах вариаций доли 2-го компонента также равен W . В табл. 1 показано влияние смещения по фазе периодических вариаций линейной плотности компонентов на размах вариаций их доли в смешанном потоке.

Таблица 1

| № эксперимента | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|--|--|--|
| Значения фиксированных параметров | $T = 1$ $G = 1$ $a = 0,1$ $T_1 = T$ $G_1 = G$ $a_1 = a$ | $T = 1$ $G = 1$ $b = \pi$ $T_1 = T$ $G_1 = G$ $a = 0,1$ | $T = 1$ $G = 1$ $b = \pi$ $G_1 = G$ $a = 0,1$ $a_1 = 0,1$ | $T = 1$ $G = 1$ $b = \pi$ $T_1 = T$ $a = 0,1$ $a_1 = 0,1$ |
| Варьируемый фактор | b | a_1 | T_1 | G_1 |
| Диапазон варьирования | $[0; 2\pi]$ | $[0; 1]$ | $[0,001; 2,000]$ | $[0; 10]$ |
| W_{\max} | 0,1000 | 0,6897 | 0,1000 | 0,1 |
| Значение варьируемого фактора при $W = W_{\max}$ | $b_{\max} = \pi$ | $a_{1\max} = 1$ | --- | $G_{1\max} = 1$ |

В 1-м эксперименте варьируемым фактором являлось смещение по фазе b , диапазон варьирования b , наибольшее значение W_{\max} показателя W в пределах диапазона варьирования Db , значение b_{\max} , при котором достигается это наибольшее значение, и значения постоянных параметров эксперимента.

Во 2-м эксперименте варьируемым фактором являлось отношение амплитуд колебаний: амплитуда a была постоянной, а амплитуда $a_1 = r a$, причем значение r варьировалось в диапазоне от 0 до 10. В табл. 1 приведены диапазон варьирования a_1 , наибольшее значение W_{\max} показателя W в пределах диапазона варьирования, значение $a_{1\max}$, при котором достигается это наибольшее значение, и значения постоянных параметров эксперимента.

В 3-м эксперименте варьируемым фактором являлось отношение периодов колебаний T_1 и T , причем значение T оставалось постоянным, а $T_1 = k T$, и коэффициент k варьировался в диапазоне от 0,0001 до 2. В табл. 1 приведены диапазон варьирования T_1 , наибольшее значение W_{\max} показателя W в пределах диапазона варьирования и значения постоянных параметров эксперимента. Значение W_{\max} достигается при практически всех значениях варьируемого параметра T_1 , за исключением отдельных значений, при которых вследствие своеобразного эффекта "резонанса" это наибольшее значение заметно уменьшается. Так, при $T_1 = 0,001$ значение W_{\max} уменьшается до 0,05.

В 4-м эксперименте варьируемым фактором являлось отношение средних значе-

ний линейной плотности G_1 и G , причем значение G оставалось постоянным, а $G_1 = m G$, и коэффициент m варьировался в диапазоне от 0 до 10.

В табл. 1 приведены диапазон варьирования G_1 , наибольшее значение W_{\max} показателя W в пределах диапазона варьирования и значения постоянных параметров эксперимента. Значение W_{\max} достигается при равных значениях $G_1 = G$ и равно 0,1.

Результаты компьютерных экспериментов показали, что вариации в широких пределах таких параметров периодической неравномерности по линейной плотности компонентов, как смещение по фазе, относительная амплитуда колебаний и период колебаний, приводят к размаху доли компонента на величину не более 0,1. Только вариации средней линейной плотности компонента могут вызвать значительные, до 69%, вариации доли компонента в смешанном потоке. Вариации доли компонента под действием одного из перечисленных факторов при этом никак не связаны с вариациями других факторов.

ВЫВОДЫ

Предложена простая модель для оценки влияния различных параметров периодической неравномерности по линейной плотности компонентов на неравномерность смешанного потока волокнистого материала по долевым составу компонентов. Методом однофакторных компьютерных экспериментов установлен максимальный размах неравномерности по доле компонентов в зависимости от основных факторов пери-

одической неравномерности. Этот размах доли компонента в большинстве случаев не превышает 10%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Foster G.A.R., Martindale J. The form and the Length of the Drafting Wave in Cotton Rovings // Journal of the Textile Institute. – Tr.1, 1946.

2. Cox D. The Theory Drafting Wool Slivers // Proceedings of the Royal Society. – Ser.A, №1048, 1949.

3. Севостьянов А.Г. Составление смесок и смешивание в хлопкопрядильном производстве (Теория и практика). – М.: Гизлегпром, 1954.

4. Эммануэль М.В. Объективная оценка способов и качества приготовления смесей в шерстопрядении. – М.: [б. и.], 1963. – 29 с.; 21 см. – (Информация. Серия 4: Шерстяная промышленность/ Центр. ин-т науч.-техн. информации легкой пром-сти Гос. ком. Совета Министров СССР по координации науч.-исслед. работ. Научно-техническая информация; 1 (8)).

5. Севостьянов П.А. Динамика и модели основных процессов прядения: рыхление, очистка, смешивание, кардо- и гребнечесание, вытягивание, дискретизация, штапелирование, кручение, намотка, перемотка. – М.: Клуб-Печати, 2021. ISBN 978-5-9904852-5-9

6. Севостьянов, П.А., Самойлова, Т.А. Спектральные свойства неровноты ленты по компонентному составу // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, №2. С.68...72.

7. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А, Вахромеева Е.Н., Монахов В.В. Неравномерность по составу смешанного двухкомпонентного волокнистого потока // Химические волокна. – 2022, №1. С.7...10.

8. Prakash C., Karunakaran K.C. Effect of blend ratio and single, double and plated yarn on moisture management properties of bamboo/cotton jersey knitted fabrics // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.44(3), 2019. P.41...47.

9. Velumani A., Kandhavadi P., Parthiban M. Influence of blend proportion on mechanical properties of banana/cotton blended knit fabric // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.46(1), 2021. P.41...47.

10. Разумеев К.Э., Трухачев В.И., Балакирев Н.А., Юлдашбаев Ю.А. др. Повышение качества продукции овцеводства и звероводства. – М.: РГАУ-МСХА, 2021. ISBN 978-5-9675-1793-8

11. Плеханов А.Ф., Виноградова Н.А., Парпиев Х. и др. Влияние качественных показателей волокна и технологических процессов на свойства. – Иваново: Информатика, 2021. ISBN 978-5-6047047-0-7

12. Chaudhuri A., Majumdar P.K. Effect of blend composition on tensile properties of blended Dref-III yarns // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.40(1), 2015. P.36...42.

REFERENCES

1. Foster G.A.R., Martindale J. The form and the Length of the Drafting Wave in Cotton Rovings // Journal of the Textile Institute. – Tr.1, 1946.

2. Cox D. The Theory Drafting Wool Slivers. Proceedings of the Royal Society. – Ser.A, №1048, 1949.

3. Sevostyanov A.G. Compilation of mixtures and mixing in cotton spinning (Theory and practice). – M.: Gizlegprom, 1954.

4. Emmanuel M.V. An objective assessment of the methods and quality of mixture preparation in wool spinning. – M.: [b. and.], 1963. – 29 p.; 21 cm. – (Information. Series 4: Woolen industry / Central Institute of Scientific and Technical Information of Light Industry State Committee of the Council of Ministers of the USSR for the Coordination of Scientific and Research Works. Scientific and technical information; 1 (8)).

5. Sevostyanov P.A. Dynamics and models of the main spinning processes: loosening, cleaning, mixing, carding and combing, drawing, discretization, stapling, twisting, winding, rewinding. – M.: Club-Print, 2021. ISBN 978-5-9904852-5-9

6. Sevostyanov P.A., Samoilova T.A. Spectral Properties of Ribbon Roughness by Component Composition // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, №2. P.68...72.

7. Sevostyanov, P.A., Samoilova, T.A., Vakhromeeva, E.N., Monakhov, V.V. Irregularity in the composition of a mixed two-component fibrous flow // Chemical fibers – 2022, № 1. P.7...10.

8. Prakash C., Karunakaran K.C. Effect of blend ratio and single, double and plated yarn on moisture management properties of bamboo/cotton jersey knitted fabrics // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.44(3). 2019. P.41...47.

9. Velumani A., Kandhavadi P., Parthiban M. Influence of blend proportion on mechanical properties of banana/cotton blended knit fabric // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.46(1). 2021. P.41...47.

10. Razumeev K.E., Trukhachev V.I., Balakirev N.A., Yuldashbaev Yu.A. Improving the quality of sheep and fur farming products: monograph. – M.: RGAU-MSHA, 2021. ISBN 978-5-9675-1793-8

11. Plekhanov A.F., Vinogradova N.A., Parpiev Kh. etc. Influence of qualitative indicators of fiber and technological processes on the properties of yarn – Ivanovo: Informatics, 2021. ISBN 978-5-6047047-0-7

12. Chaudhuri A.; Majumdar P K. Effect of blend composition on tensile properties of blended Dref-III yarns. Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol.40(1), 2015. P.36...42.

Рекомендована кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления. Поступила 21.06.22.