

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА ТОНКОВОЛОКНИСТЫХ СОРТОВ ХЛОПЧАТНИКА

FORECASTING OF COTTON FIBER BREAKING LOAD OF COTTON GRADES

О.В. КАЩЕЕВ, Ю.С. ШУСТОВ

O.V. KASHCHEEV, YU.S. SHUSTOV

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: 6145263@mail.ru

В статье рассмотрено влияние таких показателей, как линейная плотность исходного волокна, штапельная длина, влажность и содержание пороков и сорных примесей в волокнах, на качество тонковолокнистого хлопкового волокна. В качестве объектов исследования были взяты три селекционных сорта тонковолокнистого хлопчатника ручного вида сбора. Для установления влияния рассматриваемых факторов применялась теория подобия и анализа размерностей. Получены безразмерные показатели, характеризующие геометрические свойства волокон, и безразмерный показатель, характеризующий влияние внешних воздействий. С использованием этих показателей получены зависимости разрывной нагрузки от рассматриваемых показателей, что позволяет моделировать разрывную нагрузку тонковолокнистых сортов хлопчатника.

The article discusses the effect of parameters such as linear density of the source fiber, staple length, humidity and content of defects and weeds in the fibers on the quality of fine cotton fiber. Three breeding varieties of hand-harvested thin cotton fiber were taken as subjects of the study. To establish the influence of the factors under consideration, the theory of similarity and analysis of dimensions were used. There obtained dimensionless indices characterizing both geometric properties of fibres and dimensionless index, the latter distinguishing the impact of external influences. Using these indicators, the fracture load dependencies are obtained from the considered indicators, allowing to model the fracture load of thin-fiber cotton grades.

Ключевые слова: тонковолокнистое хлопковое волокно, теория подобия и анализа размерностей, математическая модель.

Keywords: cotton fiber, similarity theory and dimension analysis, mathematical model.

Проблема повышения качества текстильных изделий достаточно сложна, так как ее решение зависит от многих факторов. Однако при большом числе переменных привести результаты решения в определенную систему, найти скрытые в них

связи и объединить эти связи в общих количественных закономерностях крайне трудно. При решении таких задач приходится вводить множество разнородных величин, каждая из которых рассматривается как самостоятельная переменная. В дей-

ствительности влияние отдельных факторов, представленных различными величинами, как правило, проявляется не порознь, а совместно. Поэтому при решении той или иной задачи надо рассматривать не отдельные величины, а их совокупности, определенные для каждого конкретного процесса [1].

Анализ литературных источников [2...13] показывает, что на разрывную нагрузку исходных волокон оказывает влияние ряд факторов, наиболее важными из которых являются:

$$P_{\text{вол}} = f(T_{\text{вол}}, L_{\text{шт}}, W, n), \quad (1)$$

где $P_{\text{вол}}$ – разрывная нагрузка волокна, сН;
 $T_{\text{вол}}$ – линейная плотность, мтекс; $L_{\text{шт}}$ –

штапельная длина, мм; W – влажность, %;
 n – содержание пороков и сорных примесей, %.

В тех случаях, когда известен только набор физических параметров, характеризующих процесс, но неизвестно их влияние, связывающие их между собой, целесообразно применять теорию размерности. Для выбора определяющих физических параметров можно использовать экспериментальные методы.

В качестве объектов исследования были взяты три вида тонковолокнистых селекционных сортов хлопчатника ручной сборки [9] (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Тип хлопкового волокна	Селекционный сорт	Вид сбора	Промышленный сорт	Разрывная нагрузка P, сН	Штапельная длина L, мм	Линейная плотность T, мтекс	Влажность W, %	Содержание пороков и сорных примесей
1	Ашхабад	ручной	I	4,4	39,3	126	4,1	3,2
			II	4,1	39,7	123	4,6	3,7
			III	3,5	38,7	112	4,1	4,8
			IV	3,1	39,2	103	4,4	5,8
1	9732-И	ручной	I	4,4	40,0	128	4,5	2,2
			II	4,0	40,0	122	4,9	2,7
			III	3,6	39,8	113	5,0	3,2
			IV	3,1	39,2	113	5,9	3,7
2	6249-В	ручной	I	4,4	39,3	141	5,0	2,4
			II	4,1	39,0	133	5,2	3,0
			III	3,5	38,2	119	5,5	3,8
			IV	3,1	37,6	111	6,0	4,4

В связи с тем, что приведенные показатели имеют различные размерности, необходимо перейти от обычных физических величин к величинам комплексного типа. Это создает ряд важных преимуществ. В первую очередь приводит к уменьшению числа переменных. Замещение обычных переменных обобщенными является основной чертой рассматриваемой системы исследования. Систему эту принято называть теорией подобия и анализа размерностей.

Используя методы теории подобия и анализа размерностей [8], представим выражение (1) в виде комплекса безразмерных показателей:

$$P = \eta \left(TL, \frac{W}{n} \right), \quad (2)$$

где η – безразмерный показатель, характеризующий изменение разрывной нагрузки волокна.

Так как на разрывную нагрузку одновременно оказывают влияние несколько факторов, формула (2) может быть представлена в виде двух безразмерных показателей:

$$\eta = \eta_1 \eta_2, \quad (3)$$

где η_1 – безразмерный показатель, характеризующий влияние геометрических свойств волокон; η_2 – безразмерный показатель, характеризующий влияние внешних воздействий.

Результаты расчета разрывной нагрузки волокон приведены в табл. 2.

Селекционный сорт	Промышленный сорт	$P_{\text{факт}} -$ разрывная нагрузка, сН	$\frac{TL}{1000}$	$\frac{W}{n}$	η_1	η_2	$P_{\text{рас}} = \eta_1 \eta_2$	Отклонение, %
Ашхабад	I	4,4	4,95	1,28	3,46	1,165	4,03	8,4
	II	4,1	4,88	1,24	3,41	1,165	3,97	3,1
	III	3,5	4,33	0,85	3,03	1,169	3,54	1,1
	IV	3,1	4,04	0,75	2,83	1,171	3,31	6,7
9732-И	I	4,4	5,12	2,05	3,58	1,162	4,15	5,6
	II	4,0	4,88	1,81	3,42	1,163	3,97	0,7
	III	3,6	4,50	1,56	3,15	1,164	3,66	1,6
	IV	3,1	4,33	1,59	3,10	1,142	3,54	14,1
6249-В	I	4,4	5,54	2,08	3,87	1,164	3,50	2,5
	II	4,1	5,19	1,73	3,63	1,163	4,22	2,9
	III	3,5	4,55	1,45	3,15	1,164	3,66	4,5
	IV	3,1	4,17	1,36	3,10	1,165	3,61	6,4

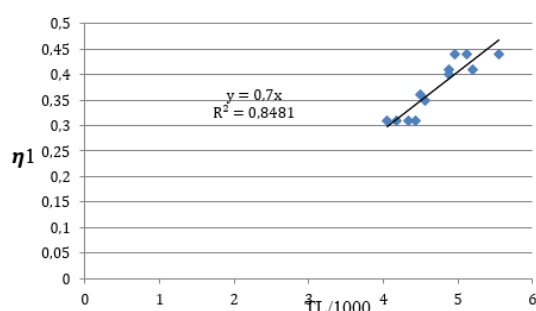


Рис. 1

Зависимость для комплекса η_1 определяется уравнением и представлена на рис. 1:

$$\eta_1 = 0,7 (TL) . \quad (4)$$

Зависимость для комплекса η_2 определяется уравнением (2) и рис. 2:

$$\eta_2 = \frac{\frac{W}{n}}{0,8638 \frac{W}{n} - 0,0067} . \quad (5)$$

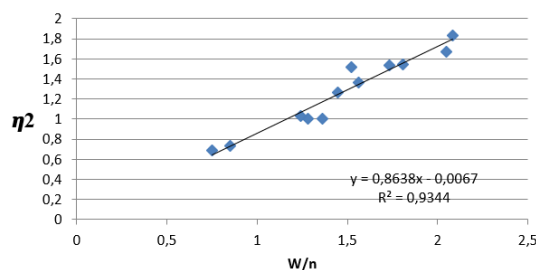


Рис. 2

Таким образом, окончательная формула для расчета разрывной нагрузки тканей для спецодежды принимает вид:

$$P_{\text{рас}} = 0,7 (TL) \frac{\frac{W}{n}}{0,8638 \frac{W}{n} - 0,0067} . \quad (6)$$

Формула справедлива при $4 \leq TL \leq 6$, $0,5 \leq \frac{W}{n} \leq 2,2$.

Отклонение расчетных значений от экспериментальных данных не превышает 14%.

ВЫВОДЫ

1. Использование теории подобия и анализа размерностей позволяет проанализировать влияние основных факторов, таких как линейная плотность, штапельная длина волокна, содержания пороков и сорных примесей и влажность на прочность волокна.

2. Получена математическая модель, позволяющая прогнозировать разрывную нагрузку тонковолокнистого хлопкового волокна ручной сборки для различных селекционных сортов, исходя из его основных показателей.

3. Отклонение расчетного значения разрывной нагрузки хлопкового волокна от фактических значений не превышает 14%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шустов Ю.С. Методы подобия и размерности в текстильной промышленности. – М.: МГТУ имени А.Н. Косыгина, 2002.
2. Соловьев А.Н. Проектирование свойств пряжи в хлопчатобумажном производстве: Дис....докт. техн. Наук. – М.: МТИ, 1951.

3. *Корицкий К.И.* Основы проектирования свойств пряжи. – М.: Гизлегпром, 1963.

4. *Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А.* Моделирование технологических процессов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

5. *Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Шубин А.С.* Проектирование номинальных значений показателей качества текстильных изделий с использованием нейросетевого анализа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С.18...25.

6. *Шустов Ю.С.* Определение разрывной нагрузки хлопчатобумажной пряжи кольцевого способа прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 1. С. 13...15.

7. *Шустов Ю.С.* Определение разрывной нагрузки хлопчатобумажной пряжи пневмомеханического способа прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 3. С.13...14.

8. *Шустов Ю.С.* Современные методы прогнозирования свойств текстильных материалов. – М.: РГУ имени А.Н.Косыгина, 2018.

9. ГОСТ Р 53224–2008. Волокно хлопковое. Технические условия.

10. *Abzalova D., Myrzaliev D., Sarzhanova M., Aktayeva U., Pazylkhan N.* New aspects of the use and application of anti-corrosion protective coatings based on epoxynovolac block copolymers of xylitane // Industrial Technology and Engineering. – №1 (22), 2017. P.84...92.

11. *Barbara Simoncic and BrigitaTomsic.* Structures of novel Antimicrobia; Agents for Textiles // Textile Research Journal. – 2010. Vol. 80 (16). P.1721...1737.

12. *Moon W. Suh, Jae L. Woo and Hyun-Jin Koo.* Spinning Quality // Process Improvement Through Variance Tolerancing, Proceedings of the 1997 Belt wide Cotton Conferences. – 1997. P. 691...696.

13. *Lawrence Hunte.* Prediction of Cotton Processing Performance and Yarn Properties from HVI Test Results // Melliand Textil Berichte. – №4, 1988. E123.

REFERENCES

1. Shustov Yu.S. Methods of similarity and dimension in the textile industry. – М.: MSTU named after A.N. Kosygin, 2002.

2. Soloviev A.N. Design of yarn properties in cotton production: Diss....doc. tech. Sciences. – М.: МТИ, 1951.

3. Koritsky K.I. Fundamentals of designing yarn properties. – М.: Gizlegprom, 1963.

4. Sevostyanov A.G., Sevostyanov P.A. Modeling of technological processes. – М.: Light and food industry, 1984.

5. Shalomin O.A., Matrokhin A.Yu., Shubin A.S. Designing nominal values of quality indicators of textile products using neural network analysis // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2012, № 3. P.18...25.

6. Shustov Yu.S. Determination of the breaking load of cotton yarn of the ring spinning method // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2002, № 1. P. 13 ... 15.

7. Shustov Yu.S. Determination of the breaking load of cotton yarn of the pneumomechanical spinning method // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2002, № 3. P.13 ... 14.

8. Shustov Yu.S. Modern methods for predicting the properties of textile materials. – М.: A.N. Kosygin Russian State University, 2018.

9. GOST R 53224–2008. Cotton fiber. Specifications.

10. Abzalova D., Myrzaliev D., Sarzhanova M., Aktayeva U., Pazylkhan N. New aspects of the use and application of anti-corrosion protective coatings based on epoxynovolac block copolymers of xylitane // Industrial Technology and Engineering. – №1 (22), 2017. P.84...92.

11. Barbara Simoncic and BrigitaTomsic. Structures of novel Antimicrobia; Agents for Textiles // Textile Research Journal. – 2010. Vol. 80(16). P.1721...1737.

12. Moon W. Suh, Jae L. Woo and Hyun-Jin Koo. Spinning Quality // Process Improvement Through Variance Tolerancing, Proceedings of the 1997 Belt wide Cotton Conferences. – 1997. P. 691...696.

13. Lawrence Hunte. Prediction of Cotton Processing Performance and Yarn Properties from HVI Test Results // Melliand Textil Berichte. – №4, 1988. E123.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы. Поступила 19.04.22.