

СВОЙСТВА ВОССТАНОВЛЕННЫХ ВОЛОКОН

Тимонова Е.Т., Тимонов И.А.

Рациональное использование сырьевых ресурсов является актуальной задачей для легкой промышленности. Кризис сырья заставляет комплексно подходить к его использованию. Дополнительным резервом для производства промышленной продукции являются вторичные материальные ресурсы. В современных условиях интенсивно разрабатываются новые способы их переработки. В основу организации правильной технологии переработки вторичного текстильного сырья должно быть положено знание его свойств. Однако в настоящее время они изучены крайне недостаточно.

Одним из направлений использования отходов легкой промышленности является их регенерация в волокно и повторное использование в прядильном производстве. Исследование состава и свойств волокон, восстановленных из полушерстяного трикотажного лоскута и концов пряжи показало, что полученные посредством разволокнения текстильных отходов регенерированные волокна (РВ) представляют собой многокомпонентные смеси из собственно волокон, неразработанных клочков и нитей, а также большого количества коротких волокон. В химический состав входят 70-83% синтетических волокон, как правило нитроновых и капроновых, и 17-30% шерсти. Указанный химический состав во многом определяет геометрические и механические свойства регенерированных волокон, которые приведены в таблице 1.

Главной особенностью регенерированных смесей является снижение показателей качества вторичных волокон по сравнению с аналогичными показателями первичных волокон, более высокая неравномерность по свойствам и существенная поврежденность, приобретенная волокнами в процессе дополнительной обработки отходов.

Среди показателей качества регенерированных волокон наибольшую весомость имеют длина и неравномерность по длине, линейная плотность, разрывная нагрузка и удлинение при разрыве. Длина восстановленных волокон является важнейшим технологическим параметром, определяющим возможность их повторного использования в прядении, поскольку находится в прямой связи с линейной плотностью и прочностью пряжи. На этапе проектирования пряжи этот показатель имеет перво-степенное значение.

Таблица 1

Геометрические и механические свойства регенерированных волокон

Наименование свойств волокон	Ед. изм.	РВ из концов пряжи		РВ из трикотажного лоскута	
		Значение показателя	Коэфф. вариации	Значение показателя	Коэфф. вариации
Размер поперечного сечения	мкм	24,3	25,8	20,3	17,6
Линейная плотность	текс	0,53	-	0,38	-
Длина	мм	40,4	55,3	25,7	65,3
Массодлина	мм	52,7	21,2	36,4	51,4
Разрывная нагрузка	сН	12,9	88,5	8,9	57,3
Удельная разрывная нагрузка	мН/текс	243,4	-	232,4	-
Разрывное удлинение	%	33,4	57,4	29,25	37,6
Частота извитости	1/см	3,55	28,0	3,05	29,3
Степень извитости	%	38,5	10,5	34,4	6,3

Однако определение длины регенерированных волокон - процесс трудоемкий и длительный. Поэтому важно знать закон распределения волокон по длине.

Поиск на ЭВМ подходящего теоретического закона распределения показал, что наиболее близким к экспериментальному распределению регенерированных волокон из трикотажного лоскута различной плотности по длине является гамма-распределение случайных величин.

Для определения степени близости теоретического дифференциального закона распределения к статистическому (эмпирическому) полигону распределения использовались критерии согласования Пирсона. Критерий обеспечивает минимальную ошибку в принятии гипотезы о предполагаемом теоретическом распределении при числе измерений более 100.

Во всех рассмотренных случаях расчетное значение критерия Пирсона χ^2_R меньше табличного χ^2_T [$P_d=0,999$; $f=k-p-1$], где k - число сравниваемых частот распределения после объединения интервалов; p - число параметров теоретического распределения ($p=2$). Для РВ из лоскута со средней длиной петли 3 мм $\chi^2_R=1,88 < \chi^2_T$ [$P_d=0,999$; $f=6$]=22,46; со средней длиной петли 6 мм $\chi^2_R=2,16 < \chi^2_T$ [$P_d=0,999$; $f=10$]=29,59; со средней длиной петли 9 мм $\chi^2_R=28,54 < \chi^2_T$ [$P_d=0,999$; $f=10$]=29,59. Таким образом, различие между теоретическим и экспериментальным распределениями признано несущественным, и гипотеза о соответствии распределения РВ из лоскута по длине гамма-распределению подтверждается.

Дифференциальный закон для γ -распределения имеет вид [1]:

$$f\{Y\} = \begin{cases} 0 & Y \leq 0; \\ \frac{Y^\alpha \exp(-Y/\beta)}{\beta^{\alpha+1} \Gamma(\alpha+1)} & Y > 0. \end{cases} \quad (1)$$

Интегральный закон:

$$F(Y) = \frac{1}{\Gamma(\alpha+1)\beta^{\alpha+1}} \int_0^Y Y^\alpha \exp(-\frac{Y}{\beta}) dY \quad (2)$$

где $\alpha > -1$, $\beta > 0$ - параметры γ -распределения;

$\Gamma(\alpha+1)$ - γ -функция, определяемая соотношением:

$$\Gamma(\alpha+1) = \int_0^\infty e^{-t} t^\alpha dt = \alpha! \quad (3)$$

Основные числовые характеристики γ -распределения: математическое ожидание или генеральное среднее

$$\mu\{Y\} = \eta\{Y\} = \beta(\alpha+1), \quad (4)$$

$$\text{дисперсия } D\{Y\} = \sigma^2\{Y\} = \beta^2(\alpha + 1), \quad (5)$$

коэффициенты:

$$\text{вариации } \gamma\{Y\} = \frac{1}{\sqrt{\alpha + 1}}; \quad (6)$$

$$\text{асимметрии } K_A\{Y\} = \frac{2}{\sqrt{\alpha + 1}}; \quad (7)$$

$$\text{эксцесса } K_3\{Y\} = \frac{3(\alpha + 3)}{\alpha + 1} \quad (8)$$

Из (7) и (8) следует, что асимметрия и эксцесс распределения всегда положительны и зависят только от параметра α . Этот параметр определяет форму распределения, а параметр β - его масштаб. При $\alpha > 0$ график γ -распределения представляет собой одновершинную кривую с максимумом в точке $\mu_0\{Y\} = \alpha\beta$.

В тех случаях, когда параметры теоретического распределения неизвестны и их необходимо оценить по результатам измерений параметров процесса или свойства продукта, пользуются формулами:

$$\alpha \approx \left(\frac{\bar{Y}}{S\{Y\}} \right)^2 - 1 \quad (9)$$

$$\beta \approx \frac{\bar{Y}}{(\alpha + 1)} \quad (10)$$

Эти формулы получены при условии, что $\bar{Y} \approx \eta\{Y\}$ и $S^2\{Y\} = \sigma^2\{Y\}$. Расчет параметров гамма-распределения для регенерированных волокон из трикотажного лоскута различной плотности дал результаты, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Параметры гамма-распределения для РВ из трикотажного лоскута различной плотности

Средняя длина петли, мм	Параметр α	Параметр β
3	0,62	14,15
6	0,82	11,99
9	0,96	7,42

Анализ полученных результатов показал, что с увеличением плотности исходного сырья параметр α уменьшается, а параметр β возрастает.

В практической деятельности полученные данные могут быть использованы для характеристики регенерированных волокон при построении диаграмм распределения и штапельных диаграмм, а также расчете статистических параметров в случаях, когда известна плотность разволокняемого сырья, а реальные параметры получаемых РВ неизвестны. Это существенно облегчает подготовительные операции при проектировании пряжи, а также позволяет оптимизировать состав смесей, содержащих вторичные волокна, с применением ЭВМ.

Результаты проведенного исследования позволили расширить знания о свойствах вторичных волокон, полученных в результате разволокнения текстильных отходов, и использовать их при проектировании новых видов пряжи с повышенным содержанием (25-85%) восстановленного волокна. Указанные виды пряжи были выработаны в условиях ОАО "Витебские ковры" и использованы для замены уточных пеньных нитей в ковровых изделиях.

Литература

1. Севостьянов А.Г. Виды распределений параметров в текстильных исследованиях и их аппроксимация. - М., МТИ, 1981