

УДК 677.022:519.8:62.50.72

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОДЕЛИРУЮЩИЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУЦИКЛОВОГО РАСТЯЖЕНИЯ
И РАЗРЫВА ПРЯЖИ ИЗ СМЕСИ ХЛОПКА И ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН***Е.С. ВИЛЬЧЕВСКАЯ, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ***(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)**

Задача исследования взаимосвязи прочностных свойств пряжи и образующих ее волокон является классической задачей текстильной технологии и материаловедения. Общеизвестна формула проф. А.Н. Соловьева [1] для прогнозирования разрывной нагрузки хлопчатобумажной пряжи кольцевого способа прядения, основанная на обобщенных теоретических представлениях о влиянии волокон на прочность пряжи. Входящие в нее эмпирические коэффициенты получены в результате обработки огромного экспериментального материала по хлопчатобумажной пряже.

Аналогичная формула проф. В.А. Усенко [2] для пряжи из химических волокон включает дополнительные корректирующие коэффициенты, учитывающие свойства этих волокон. Проф. А.Н. Ванчиковым [3] разработана методика оценки разрывной нагрузки пряжи из смеси хлопка и химических волокон.

Эти результаты достаточны для практических оценок в производственных условиях фабричных лабораторий. Однако они не раскрывают механизма взаимодействия волокон в пряже и динамики изменения этого взаимодействия при деформации, например, при растяжении пряжи. В работах Е. Брашлера [4], П.П. Трыкова [5] и А.Г. Севостьянова [6] использован другой подход к задаче: делались попытки связать прочностные характеристики волокон с прочностью пряжи через геометрию расположения волокон в теле пряжи и их взаимодействие между собой. Был получен набор математических соотноше-

ний, позволивших описать отдельные составляющие такого взаимодействия.

Дальнейшее развитие этого направления исследований столкнулось с проблемой учета вероятностной природы свойств волокон и изменения взаимодействия волокон в процессе механического нагружения, деформации и разрыва пряжи, то есть статистической динамики этого процесса. Эта проблема решена в [7]. Была создана оригинальная динамическая имитационная модель процесса развития деформации в образце пряжи вплоть до ее разрыва. Имитировалось так называемое полуцикловое испытание образца пряжи, растягиваемого с постоянной скоростью в разрывной машине. Алгоритм моделирования и некоторые эксперименты с моделью детально описаны в [7].

Вместе с тем обнаружилась большая трудоемкость в постановке компьютерных экспериментов (изменение исходных данных, плана эксперимента и пр.) и обработке его результатов (необходимость использования различных методов автоматизированного анализа и накопления данных по нескольким экспериментам для последующей сравнительной оценки).

Возможности современных ЭВМ позволили на основе этой модели создать автоматизированный моделирующий комплекс (АМК), в значительной степени устраняющий эти трудности. С его помощью можно имитировать полуцикловые испытания пряжи любой структуры и состава смеси из хлопка и химических волокон длиной до 60...70 мм и малой упругостью на изгиб.

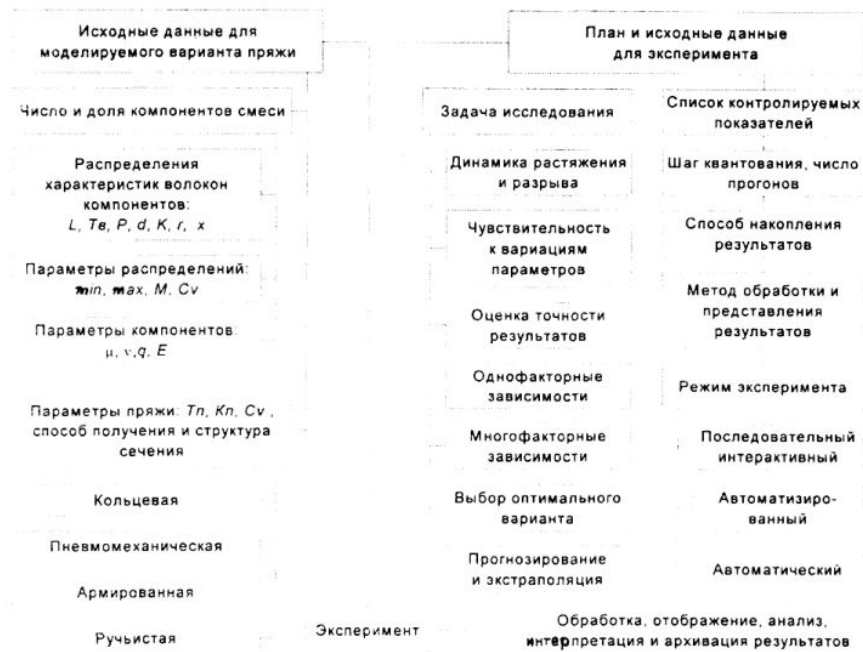


Рис. 1

Функциональные возможности АМК приведены в диаграмме на рис. 1. Свойства волокон компонентов, из которых состоит пряжа, задаются законами распределения длины L , тонины S , разрывной нагрузки R_{\max} , разрывного удлинения d_{\max} , кручения K вокруг оси пряжи, расстояния r от оси пряжи, продольной координаты x волокна.

Для распределения каждого из перечисленных показателей задаются минимальные и максимальные значения \min , \max этих показателей, среднее M и коэффициент вариации C_v . Кроме того, задаются коэффициенты трения μ волокна по волокну, сцепления q волокон, поперечного сжатия ν , упругости E .

Задаются также основные параметры моделируемой пряжи: линейная плотность $T_{\text{пр}}$ и коэффициент вариации $C_{v_{\text{пр}}}$ неравномерности по линейной плотности, средняя крутка $K_{\text{пр}}$ и коэффициент вариации $C_{v_{\text{пр}}}$ по крутке, а также указываются особенности распределения компонентов в поперечном сечении пряжи, зависящие от способа ее выработки.

Например, армированная пряжа имеет сердцевину из волокон более прочного компонента с хорошо упорядоченными

волокнами при малых вариациях свойств этих волокон, а на периферии сечения находятся натуральные волокна, более хаотично расположенные и обеспечивающие хорошие гигиенические свойства тканям и трикотажу из этой пряжи. Пряжа может состоять из нескольких стренг и обладать ручьистой структурой. Это проявляется в группировке компонентов по разным секторам поперечного сечения. Подобные варианты структуры поперечного сечения задаются и затем моделируются АМК.

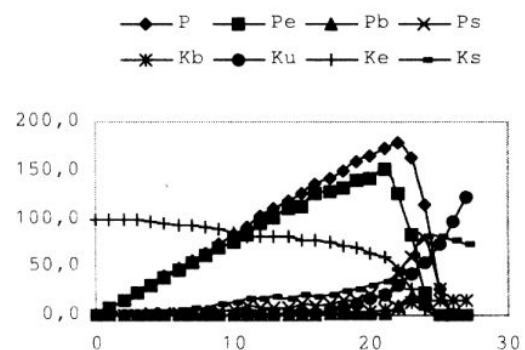


Рис. 2

Пример работы модели иллюстрирует рис.2. Приведена диаграмма развития про-

цесса растяжения пряжи вплоть до разрыва. Показано изменение силы сопротивления пряжи растяжению P , ее составляющие P_e , P_s , P_b , зависящие соответственно от растягивающихся, скользящих и разрывающихся волокон, числа волокон: K_e – растягивающихся, K_s – скользящих, K_b – разорвавшихся, K_o – оставшихся в сечении. Очевидно, что только компьютерное имитационное моделирование, воспроизводящее процесс растяжения и разрыва,

позволяет получать подобную информацию.

АМК позволяет проводить различные компьютерные эксперименты с моделью и тем самым исследовать влияние различных факторов на динамику растяжения и разрыва пряжи. В качестве примера приведем результаты сравнительных испытаний на модели пряжи кольцевого способа прядения из хлопковых и вискозных волокон и их смеси.

Таблица 1

Показатель	Хлопковое волокно	Вискозное волокно
Средняя штапельная длина, мм	28,5	38,5
Коэффициент вариации длины, %	20,0	1,0
Средняя тонины волокна, мм ²	0,00011	0,00011
Коэффициент вариации тонины, %	30,0	5,0
Средняя абсолютная разрывная нагрузка волокна, сН	5,7	3,8
Коэффициент вариации средней разрывной нагрузки, %	26,0	12,0
Среднее разрывное удлинение волокна, %	5,5	8,5
Коэффициент вариации разрывного удлинения волокна, %	25,0	15,0
Модуль упругости	500	200
Коэффициент трения	0,28	0,24
Коэффициент цепкости волокон	0,01	0,002
Линейная плотность пряжи, текс		15,4
Коэффициент вариации линейной плотности пряжи, %		18
Зажимная длина отрезка, мм		500

Основные показатели для волокон и пряжи, использованные при моделировании, указаны в табл.1, откуда следует, что основное различие между волокнами, учтенное при моделировании, заключается в коэффициентах вариации по длине, тонины, разрывной нагрузке, средней разрывной нагрузке, модулю упругости.

Моделировались растяжение и разрыв пряжи из 100%-ного хлопкового волокна (вар.1), из 100%-ного вискозного волокна (вар.3) и смеси 50% хлопкового волокна и 50% вискозных волокон (вар.2). Для каждого варианта выполнено по 50 повторных прогонов модели, что позволило оценить относительную среднеквадратическую ошибку результатов C_v .

Динамика растяжения для вар.1 представлена на рис.1. Аналогичные диаграммы для вар.2 и вар.3 представлены на рис.2 и 3 соответственно.

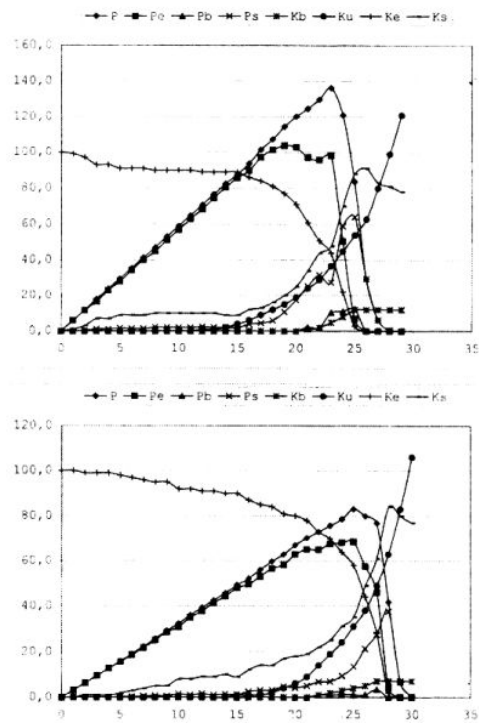


Рис. 3

Таблица 2

Показатель	100% хлопкового волокна	50% хлопкового волокна +50% вискозного волокна	100% вискозного волокна
(P_{\max}) Средняя разрывная нагрузка, сН	181,2	128,3	79,2
$C_v P_{\max}$, %	17,5	20,1	26,0
(E_{\max}) Среднее относительное разрывное удлинение, %	4,36	4,54	4,87
$C_v E_{\max}$, %	16,3	18,2	22,7

В табл.2 приведены усредненные по повторным прогонам оценки величин относительной разрывной нагрузки и относительного удлинения и коэффициенты вариации этих оценок.

Результаты моделирования показывают, что заложенные в модель различия свойств волокон практически не сказываются на динамике растяжения и разрыва, но проявляют себя в значениях средних разрывных нагрузках и удлинениях. В целом разработанный АМК позволяет проводить широкий спектр исследований растяжения пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев А.Н. Свойства пряжи и зависимость их от крутки и свойств хлопка. – М.: ВНИТО текстильной промышленности, 1941.

2. Усенко В.А. Использование вискозного штапельного волокна в прядении: Дис....докт. техн. наук. – М., 1955.

3. Ванчиков А.Н. Прядение химических волокон в смеси с хлопком. – М.: Легкая индустрия, 1966.

4. Брашлер Е. Крепость хлопчатобумажной пряжи. – М.: Гизлегпром, 1939.

5. Трыков П.П. Кручение текстильных материалов и зависимость между свойствами волокна и крепостью пряжи: Дис....канд. техн. наук. – М., 1940.

6. Севостьянов А.Г. Сборник задач по теории процессов прядения. – М.: Гизлегпром, 1948.

7. Севостьянов П.А. Прогнозирование характеристик и повышение эффективности исследований технологических систем прядильного производства: Дис....докт. техн. наук. – М.: 1985.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и вычислительной техники. Поступила 02.10.03.