

МЕТОД РАСЧЕТА ОБЪЕМНОЙ ПЛОТНОСТИ И ДИАМЕТРА АППАРАТНОЙ ШЕРСТЯНОЙ ПРЯЖИ

Н.А. ОСЬМИН, Т.В. ЗИНОВЬЕВ, В.В. МЕЛЬНИКОВ, В.П. ЗИНОВЬЕВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Общество с ограниченной ответственностью "САЛТЕКС")

В настоящее время в тонкосуконном производстве во всех расчетах, связанных с определением условного диаметра пряжи, используется формула, полученная из предположения об округлости поперечного сечения последней:

$$d = 0,0357\sqrt{T/\gamma}, \quad (1)$$

где d – искомый диаметр, мм; T – линейная плотность пряжи, текс; γ – объемная плотность рассматриваемой пряжи, г/мм³.

Используемое в формуле значение γ принимается как константа, зависящая только от вида волокон [1], хотя в большей мере эта величина является функцией степени скрученности пряжи и ее линейной плотности. В [2] данные об объемной плотности шерстяной пряжи вообще отсутствуют. В [3] приводятся формулы для расчета диаметра хлопчатобумажной пряжи, однако они не учитывают влияния состава, то есть толщины волокон. Напри-

мер, расчетные диаметры основной и точной шерстяной пряжи одинакового состава и линейной плотности (84 текс) с рекомендуемыми для ткачества крутками основы (460 кр/м) и утка (380 кр/м) отличаются на 0,03...0,04 мм, чем в расчете ткани пренебрегать нельзя, поскольку при наличии по фону 2800 нитей основы это приводит к разнице в расчетной ширине заправки по берду до 8...10 см.

Кроме того, знание объемной плотности пряжи позволяет оценить смятие пряжи и рассчитать эллипсность ее поперечного сечения в готовой ткани, что также имеет принципиальное значение для расчета заправочных параметров ткани.

Таким образом, задача корректного расчета диаметра пряжи и ее объемной плотности, являющаяся не только актуальной, но и позволяющая значительно экономить сырьевые и финансовые ресурсы предприятий, сводится к определению нескольких зависимостей: изменение объемной плотности пряжи от ее линейной

плотности; изменение объемной плотности пряжи от степени ее скрученности, а также влияние сырьевого состава пряжи на ее объемную плотность.

Имеющиеся в литературе данные по объемной плотности пряжи и нитей несколько неопределенны в смысле условий их получения (не известны сырьевой состав, линейная плотность, крутка). В связи с этим в целях возможности использования предлагаемых в настоящей работе зависимостей основной задачей явилось составление таблицы значений объемной плот-

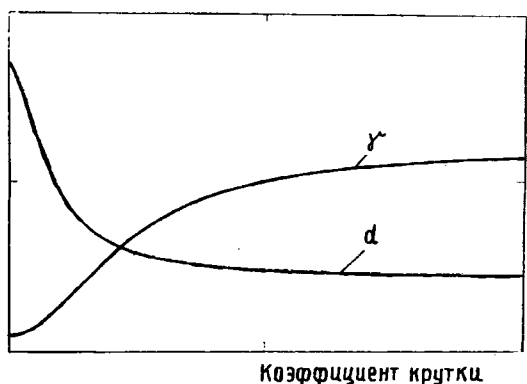


Рис. 1

Кривая, показывающая зависимость объемной плотности пряжи от степени ее скрученности, имеет характер, представленный на рис.1, где γ – объемная плотность; d – диаметр, причем чем меньше линейная плотность пряжи, тем более резкий подъем у кривой. Вследствие этого первоочередная задача заключалась в определении зависимости объемной плотности пряжи от ее линейной плотности, имеющей убывающий характер (как на рис.2) с целью определения объемной плотности “эталонной” пряжи и составления таблицы. Для описания такой функции предлагается зависимость

$$\gamma(T) = \gamma_t (84/T)^m, \quad (2)$$

где $\gamma(T)$ – объемная плотность рассматриваемой пряжи с линейной плотностью T ; m

ности так называемой “эталонной” пряжи, состоящей из 100% какого-либо одного компонента, опираясь на которые, можно было бы рассчитать объемную плотность и соответственно диаметр пряжи любой линейной плотности и любого состава.

Под “эталонной” пряжей в настоящей работе принята пряжа линейной плотности 84 текс, имеющая степень скрученности (метрический коэффициент крутки), равный 133. У обозначений, связанных с “эталонной” (табличной) пряжей, есть подстрочный индекс “t”.

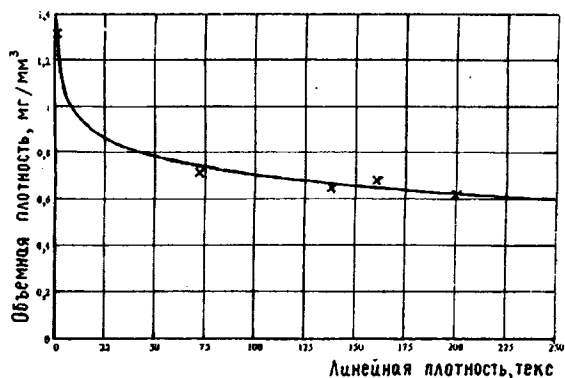


Рис. 2

– параметр, характеризующий тонины и извитость волокон; γ_t – табличное значение объемной плотности пряжи 84 текс, выработанной с метрическим коэффициентом крутки (степенью скрученности) $\alpha=133$ из 100% какого-либо волокнистого компонента.

Из чего следует, что

$$\gamma_t = \gamma(T)/(84/T)^m.$$

Регрессионный анализ, проведенный на базе однофакторного эксперимента при варьировании фактора (линейной плотности пряжи) на 5 уровнях, позволил определить параметр m для волокон различной тонины, доказать адекватность предложенной зависимости по методике, описанной в [4], и определить значения γ_t для каждого использованного в эксперименте

компонента. В эксперименте по определению γ_t использовали образцы пряжи одинакового состава и степени скрученности ($\alpha=133$), но разной линейной плотности (рис.2). Определение γ проводили на основании формулы (1) с использованием лабораторного микроскопа для измерения

диаметра d пряжи как среднего из 80...120 измерений на каждом уровне. Полученные результаты сведены в табл.1, где строки, выделенные заливкой – это использованные в эксперименте компоненты; строки без выделения – значения, полученные методом интерполяции.

Т а б л и ц а 1

| № п/п | Наименование видов шерсти | Значение параметра m | Объемная плотность пряжи (84 текс, $\alpha=133$), мг/мм ³ |
|-------|-----------------------------------|------------------------|---|
| 1 | Меринос 80 ^к | 0,11 | 0,680 |
| 2 | Меринос 74 ^к | 0,11 | 0,690 |
| 3 | Меринос 70 ^к | 0,11 | 0,711 |
| 4 | Меринос 70/64 ^к | 0,11 | 0,725 |
| 5 | Меринос 64 ^к | 0,11 | 0,729 |
| 6 | Помесная 64/60 | 0,11 | 0,729 |
| 7 | Помесная 58 ^к | 0,11 | 0,740 |
| 8 | Цигай / кроссбред 58 ^к | 0,11 | 0,751 |
| 9 | Помесная 58/56 | 0,11 | 0,745 |
| 10 | Помесная 56 ^к | 0,11 | 0,755 |
| 11 | Цигай / кроссбред 56 ^к | 0,11 | 0,755 |
| 12 | Цигай 50 ^к | 0,10 | 0,760 |
| 13 | Кроссбред 50 ^к | 0,10 | 0,760 |
| 14 | Ангора 50 ^к | 0,09 | 0,935 |
| 15 | Цигай 48 ^к | 0,10 | 0,765 |
| 16 | Кроссбред 48 ^к | 0,10 | 0,770 |
| 17 | Ангора 48 ^к | 0,09 | 0,955 |

После составления табл.1 стало возможным описание кривой, отражающей зависимость объемной плотности пряжи от степени ее скрученности. Для описания этой зависимости нами предлагается функция

$$\gamma(T, \alpha) = \gamma_0 + (\gamma(T) - \gamma_0) \cdot K_1 \left(1 - \frac{K_2}{K_2 + \alpha^2} \right) \quad (3)$$

где $\gamma(T, \alpha)$ – объемная плотность исследуемой пряжи; γ_0 – объемная плотность ровницы, из которой получена данная пряжа (принимается одинаковой для любого сырьевого состава, так как в ровнице преобладают воздушные промежутки); $\gamma(T)$ – объемная плотность исследуемой пряжи рассматриваемой линейной плотности и состава при степени скрученности, соответствующей табличному значению (находится по формуле (2), где в качестве γ_t используется средневзвешенное значение в зависимости от долевого участия ка-

ждого из используемых в смеси компонентов); K_1 , K_2 – параметры, определяющие форму кривой; α – метрический коэффициент крутки исследуемой пряжи.

Регрессионный анализ, проведенный на базе однофакторного эксперимента при варьировании фактора (коэффициента крутки) на 5...7 уровнях, позволил определить параметры K_1 и K_2 для каждого использованного в эксперименте компонента и их смесей (всего 10 вариантов) и доказать адекватность предложенной зависимости.

$$\left. \begin{aligned} \gamma(T) &= \gamma_0 + [\gamma(T) - \gamma_0] K_1 \left[1 - \frac{K_2}{K_2 + (\alpha_t)^2} \right], \\ \gamma_{\max} &= \gamma_0 + [\gamma(T) - \gamma_0] K_1 \left[1 - \frac{K_2}{K_2 + (\alpha_{\max})^2} \right] \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где в 1-м уравнении: α_t – коэффициент крутки, используемый в табл.1 ($\alpha_t=133$); $\gamma(T)$ – объемная плотность исследуемой пряжи при α_t , определяемая по формуле (2); γ_0 – значение объемной плотности ровницы ($\gamma_0 = 0,07$); во 2-м уравнении: α_{\max} – значение коэффициента крутки, при дальнейшем увеличении которого объемная плотность пряжи не возрастает ($\alpha_{\max}=400$); γ_{\max} – объемная плотность исследуемой пряжи при степени скрученности α_{\max} . Экспериментально определено, что это значение для аппаратной пряжи равно $1,04 \text{ мг/мм}^3$ (рис.3).

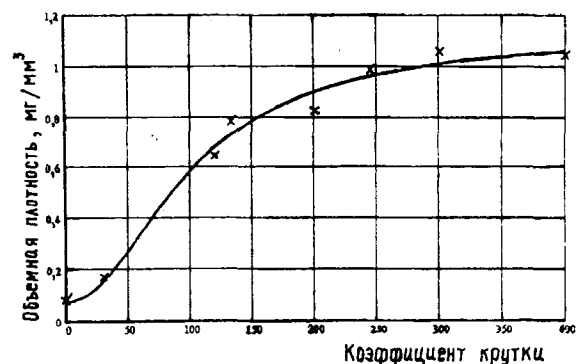


Рис. 3

После определения параметров K_1 и K_2 пряжи требуемого состава путем подста-

Однако, поскольку для определения объемной плотности пряжи произвольного состава и степени скрученности каждый раз проводить регрессионный анализ нецелесообразно, мы предлагаем метод определения объемной плотности пряжи любого состава, линейной плотности и степени скрученности, основанный на полученных в настоящем исследовании экспериментальных данных, адекватность которых предлагаемому зависимостям доказана.

Параметры K_1 и K_2 в таком случае определяются для каждого сырьевого состава путем решения системы двух уравнений:

новки в уравнение (3) заданного значения коэффициента крутки определяем искомое значение объемной плотности пряжи $\gamma(T, \alpha)$.

Пример.

Требуется определить объемную плотность и диаметр аппаратной шерстяной пряжи 125 текс, имеющей крутку 358 кр/м следующего состава: меринос $64^k - 60\%$, кроссбред $56^k - 40\%$.

1. Определение средневзвешенного табличного значения объемной плотности.

Используя табл.1, получаем

$$\gamma_t = 0,729 \cdot 0,6 + 0,755 \cdot 0,4 = 0,739.$$

2. Поправка на толщину пряжи по сравнению с табличной.

По формуле (2) имеем

$$\gamma(T) = 0,739 \cdot (84/125)^{0,11} = 0,707.$$

3. Определение параметров K_1 и K_2 :

$$K_2 = (\alpha_{\max})^2 \frac{(\gamma(T) - \gamma_{\max})}{(\gamma_{\max} - \gamma_0) - (\gamma(T) - \gamma_0) \frac{(\alpha_{\max})^2}{(\alpha_t)^2}} =$$

$$= 400^2 \frac{(0,707 - 1,04)}{(1,04 - 0,07) - (0,707 - 1,07) \frac{400^2}{133^2}} = 1,112 \cdot 10^4,$$

$$K_1 = \frac{[K_2 + (\alpha_t)^2]}{(\alpha_t)^2} = \frac{11120 + 133^2}{133^2} = 1,629.$$

4. Определение метрического коэффициента крутки:

$$\alpha = 0,0316 \cdot 358 \sqrt{125} = 126,4.$$

$$\gamma(T, \alpha) = \left[0,07 + 1,629(0,707 - 0,07) \left(1 - \frac{11120}{11120 + 126,4^2} \right) \right] = 0,682, \text{ мг/мм}^3,$$

$$d = 0,0357 \sqrt{\frac{125}{0,682}} = 0,483, \text{ мм.}$$

ВЫВОДЫ

1. Установлена регрессионная зависимость объемной плотности аппаратной шерстяной пряжи от ее крутки и линейной плотности.

2. Определены табличные значения объемной плотности пряжи, приведенной к линейной плотности 84 текс и коэффициенту крутки 133 из отдельных компонентов.

3. Предложен метод расчета объемной плотности одиночной шерстяной аппаратной пряжи произвольного состава и крутки, а также ее диаметра на основе экспериментальных данных, полученных в настоящем исследовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дамьянов Г.Б., Бачев Ц.З., Сурнина Н.Ф. Структура ткани и современные методы ее проекти-

5. Определение искомой объемной плотности пряжи и ее диаметра:

рования. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

2. Справочник по шерстопрядению. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.

3. Будников В.И. и др. Основы прядения. Ч. II. – М.: Гизлегпром, 1945.

4. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 05.10.00.