

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА УРАБОТКИ НИТЕЙ В ТКАНИ

Е.А. ЮХИНА, О.С. ЮХИНА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

С выходом российских текстильных предприятий на международный рынок возникла необходимость в проведении оперативного и качественного анализа заказов иностранных фирм на выпуск новых тканей. В связи с этим большое практическое значение приобретает внедрение точных методов расчета параметров ткани на стадии ее проектирования еще в процессе производства продукции.

Пирс первым ввел математическое моделирование для изучения геометрии ткани. Он определил структуру ткани через 7 нелинейных уравнений, включающих 11 переменных, и дополнил параметры ткани высотами волн изгиба и углом наклона нитей к плоскости ткани.

При этом теория Пирса позволяет исключить необходимость определения максимальной плотности ткани для определения ее параметров строения. Однако эти формулы имеют неудобную и непрacticную форму, включающую неизвестный угол, который образует нить с плоскостью ткани.

До сих пор теория Пирса, разработан-

ная первоначально для полотняного переплетения, признана базовой в мире и многие исследователи продолжают совершенствовать и уточнять ее для других переплетений.

Основной проблемой всех теорий продолжает оставаться проблема определения расстояний между нитями в раппорте переплетения, а именно в местах пересечений и в местах перекрытий, так как только через них можно рассчитать высоты волн изгиба и уработку нитей.

У нас [1] расстояние между нитями принято определять через коэффициенты наполнения ткани волокнистым материалом и минимальную геометрическую плотность ткани по основе и утку. Но формулы для расчета коэффициентов наполнения либо несовершенны, либо требуют знания тех же высот волн изгиба, которые в конечном счете и необходимо рассчитать.

В данной работе рассмотрены методы расчета параметров ткани и уработки нитей, появившиеся в последние 15 лет. Методы, существовавшие до этого, достаточ-

но полно изложены в [1].

Ранее использовавшиеся методы проектирования ткани предполагали априорное знание или предварительный выбор таких параметров ткани, как порядок фазы строения, коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом (в России) или угол наклона нитей к плоскости ткани (за рубежом), значения которых невозможно предсказать заранее. В связи с этим данные методы сложны в применении.

Современные модифицированные методы расчета параметров ткани разработаны российскими и южно-корейскими исследователями на основе теории Пирса. Причем модифицированный метод южно-корейских ученых [3] является расширением теории российских исследователей [2].

Эта теория основана на новом подходе к геометрии ткани, заключающемся в таком ее преобразовании (удобном для расчета), при котором происходит перераспределение длины пряжи в раппорте переплетения между перекрытиями и пересечениями при условии, что длина пряжи сохраняется такой же, как в ткани. Это позволяет исключить потерю длины пряжи, которая неизбежно происходит при использовании обычной прямолинейной геометрии, и в то же время получить достаточно простые и весьма точные формулы для расчета уработки нитей в ткани.

Анализ литературных источников показал, что использование формул коэффициента наполнения ткани для расчета геометрической плотности ткани весьма критично воспринимается учеными других стран, в частности, Южной Кореи и Великобритании [3]. Вследствие этого нами предлагается метод расчета параметров ткани без учета коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом, что значительно упрощает расчеты и не оказывает влияния на точность определения уработки нитей в ткани.

За основу был принят метод российских исследователей, опубликованный в российских (1990 и 1992 гг.) и зарубежных

(1996 г.) изданиях, который подвергся детальной проверке учеными Южной Кореи и Великобритании и получил международное признание (2001 г.).

Учитывая, что проблема определения расстояний между нитями в перекрытиях и пересечениях является весьма сложной, предлагается расстояние между центрами соседних нитей в перекрытиях принять равным диаметру нитей. Такое предположение можно сделать только для выбранного метода расчета, так как его особенность заключается в том, что длина нити в раппорте переплетения при преобразовании геометрии ткани и выводе формул уработки нитей сохраняется такой же, как в реальной ткани. В результате потеря в точности расчета будет незначительной.

Предлагаемая методика расчета уработки нитей рассмотрена на примере расчета хлопчатобумажной ткани арт. 3080 со следующими параметрами: линейная плотность нитей основы и утка $T_o = T_y = 42$ текс; коэффициенты, учитывающие волокнистый состав нитей основы и утка, $C_o = C_y = 1,25$; плотность ткани по основе $P_o = 298$ нитей/дм и утку $P_y = 200$ нитей/дм; переплетение нитей ткани: саржа $2/2$, $R_o = R_y = 4$, $t_o = t_y = 2$; номер берда $N_b = 71$; число нитей, пробираемых в зуб берда, $z = 4$.

Используя исходные данные и приняв расстояние между нитями в перекрытиях равным диаметру нитей, уработка пряжи рассчитывается следующим образом.

1. Диаметр нитей основы и утка до ткачества, мм:

$$d_o = d_y = 0,1C\sqrt{0,1T} = 0,1 \cdot 1,25\sqrt{0,1 \cdot 42} = 0,256.$$

2. Фактическое расстояние между центрами нитей в местах перекрытий, мм:

$$p_{of} = d_o = 0,256, \\ p_{yf} = d_y = 0,256.$$

3. Высота волны изгиба нитей утка, мм:

$$h_y = \frac{1}{t_y} \sqrt{\left[\frac{100R_o}{Nz} - p_{of}(R_o - t_y) \right]^2 - \left[\frac{100R_o}{P_o} - p_{of}(R_o - t_y) \right]^2} =$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{\left[\frac{100 \cdot 4}{71 \cdot 4} - 0,256(4 - 2) \right]^2 - \left[\frac{100 \cdot 4}{298} - 0,256(4 - 2) \right]^2} = 0,169.$$

4. Высота волны изгиба нитей основы,

мм:

$$h_o = d_o + d_y - h_y =$$

$$= 0,256 + 0,256 - 0,169 = 0,343.$$

5. Уработка нитей основы, %:

$$a_o = \left[1 - \frac{100(R_y/P_y)}{p_{yf}(R_y - t_o) + \sqrt{\left[\frac{100R_y}{P_y} - p_{yf}(R_y - t_o) \right]^2 + (h_o t_o)^2}} \right] \cdot 100 =$$

$$= \left[1 - \frac{100 \cdot 4 / 200}{0,256(4 - 2) + \sqrt{\left[\frac{100 \cdot 4}{200} - 0,256(4 - 2) \right]^2 + (0,343 \cdot 2)^2}} \right] \cdot 100 = 7,0.$$

6. Уработка нитей утка, %:

$$a_y = \frac{P_o - Nz}{P_o} \cdot 100 = \frac{298 - 71 \cdot 4}{298} \cdot 100 = 4,7.$$

Значения уработки нитей основы, рассчитанные ранее для этой же ткани на основе исходного метода российских ученых и модифицированного метода южнокорейских ученых (численно и приблизительно), составили 7,4; 7,33; 7,25% соответственно [2], [3].

Результаты расчета уработки нитей для одних и тех же хлопчатобумажных тканей по вышеуказанным методам и предлагаемому методу представлены в табл. 1.

Сравнение всех названных методов показало, что наиболее точным методом расчета уработки нитей в ткани является исходный метод российских исследователей,

который дает минимальное расхождение расчетных и экспериментальных значений уработки нитей. Несмотря на различный подход к геометрии ткани и к определению отдельных параметров ее строения, результаты расчета уработки нитей южнокорейских ученых очень хорошо согласуются с результатами расчета российских ученых.

Сравнение экспериментальных значений и результатов расчета по предлагаемому методу показало незначительное уменьшение расчетных значений уработки нитей основы. В то же время расчет сократился на 4 действия и составил 6 математических действий вместо 10. Кроме того, наблюдается полное совпадение в значениях высот волн изгиба нитей h_o , h_y , рассчитанных по предлагаемому методу и методу южнокорейских ученых.

Таблица 1

Ткань	1	2	3	4	5	6	7	8
Переплетение	Саржа 3/1	Саржа 3/1	Саржа 3/1	Саржа 3/1	Саржа 2/2	Саржа 2/2	Саржа 2/2	Саржа 2/2
Линейная плотность, текс								
T_0 основы	36	36	36	36	36	36	36	36
$T_у$ утка	36	50	36	50	36	50	36	50
Число нитей на 10 см								
P_0 основы	413	410	414	412	414	412	416	416
$P_у$ утка	196	196	218	212	194	196	216	220
Раппорт переплетения								
R_0 по основе	4	4	4	4	4	4	4	4
$R_у$ по утку	4	4	4	4	4	4	4	4
Число пересечений								
t_0 утка основой	2	2	2	2	2	2	2	2
$t_у$ основы утком	2	2	2	2	2	2	2	2
Номер $N_б$ берда	100	100	100	100	100	100	100	100
Число нитей z , пробираемых в зуб берда	4	4	4	4	4	4	4	4
Результаты расчета по методу российских ученых с учетом коэффициентов наполнения ткани [2]								
Расстояние между нитями в перекрытии, мм								
r_{0f} основы	0,161	0,153	0,161	0,153	0,161	0,153	0,160	0,151
r_{yf} утка	0,340	0,359	0,306	0,328	0,343	0,359	0,309	0,320
Высота волны изгиба нитей, мм								
h_0 основы	0,372	0,426	0,368	0,418	0,368	0,418	0,361	0,403
$h_у$ утка	0,102	0,091	0,106	0,099	0,106	0,099	0,113	0,114
Уработка нитей, %								
a_0 основы	8,53	10,95	10,02	12,22	8,21	10,61	9,56	12,06
$a_у$ утка	3,14	2,44	3,38	2,91	3,38	2,91	3,85	3,85
Результаты расчета по модифицированному методу южно-корейских ученых (численному) [3]								
Расстояние между нитями в перекрытии, мм								
r_{0f} основы	0,1865	0,1865	0,1865	0,1865	0,1865	0,1865	0,1865	0,1865
r_{yf} утка	0,1865	0,2195	0,1865	0,2200	0,1865	0,2200	0,1865	0,2200
Высота волны изгиба нитей, мм								
h_0 основы	0,387	0,439	0,384	0,433	0,384	0,433	0,380	0,424
$h_у$ утка	0,088	0,078	0,090	0,084	0,090	0,084	0,095	0,092
Уработка нитей, %								
a_0 основы	8,35	10,99	10,36	12,99	8,07	10,74	9,94	13,34
$a_у$ утка	3,15	2,44	3,38	2,91	3,38	2,91	3,85	3,85
Результаты расчета по модифицированному методу южно-корейских ученых (приблизительному) [3]								
Расстояние между нитями в перекрытии, мм								
r_{0f} основы	0,1865	0,1865	0,1865	0,1865	0,1865	0,1865	0,1865	0,1865
r_{yf} утка	0,1865	0,2200	0,1865	0,2195	0,1865	0,2195	0,1865	0,2195
Высота волны изгиба нитей, мм								
h_0 основы	0,386	0,437	0,384	0,433	0,384	0,433	0,382	0,428
$h_у$ утка	0,088	0,080	0,090	0,083	0,090	0,083	0,093	0,088
Уработка нитей, %								
a_0 основы	8,96	11,63	11,02	13,65	8,71	11,45	10,68	14,14
$a_у$ утка	3,15	2,44	3,38	2,91	3,38	2,91	3,85	3,85
Результаты расчета по предлагаемому методу без учета коэффициентов наполнения ткани								
Расстояние между нитями в перекрытии, мм								
r_{0f} основы	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
r_{yf} утка	0,237	0,280	0,237	0,280	0,237	0,280	0,237	0,280
Высота волны изгиба нитей, мм								
h_0 основы	0,385	0,438	0,382	0,430	0,382	0,430	0,376	0,418
$h_у$ утка	0,090	0,079	0,093	0,086	0,093	0,086	0,099	0,099
Уработка нитей, %								
a_0 основы	8,06	10,49	9,80	12,11	7,78	10,20	9,37	12,18
$a_у$ утка	3,15	2,44	3,38	2,91	3,38	2,91	3,85	3,85
Экспериментальные значения уработки нитей, %								
a_0 основы	8,68	11,4	9,96	12,48	8,26	10,51	9,5	12,13
$a_у$ утка	2,13	2,26	3,26	3,48	3,81	3,18	2,94	2,91

Таким образом, предлагаемый метод расчета уработки нитей без учета коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом является достаточно точным и простым методом расчета, который позволяет оценивать уработку новых тканей без наработки пробных образцов. Он может быть использован для технического расчета ткани и предварительного анализа поступивших заказов без наработки опытных партий.

ВЫВОДЫ

1. Проведен сравнительный анализ современных методов расчета уработки нитей на примере хлопчатобумажных тканей саржевого переплетения. Установлено, что, несмотря на различный подход к геометрии ткани и к определению отдельных параметров ее строения, результаты расчета уработки нитей южно-корейских ученых очень хорошо согласуются с результа-

тами расчета российских ученых.

2. Предложена методика расчета уработки нитей в ткани без учета коэффициентов наполнения ткани волокнистым материалом, с помощью которой можно проводить предварительный технический расчет новых тканей и осуществлять анализ заказов, поступивших на предприятие, без наработки опытных партий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дамянов Г.Б. и др. Строение ткани и современные методы ее проектирования. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

2. Yukhin S.S. and Yukhina Ye.A. // J. Text. Inst. – 87, 1996. P.532...541.

3. Young Jin Jeong and Joon Seok Lee // J. Text. Inst. – 92, 2001. P.103...112.

Рекомендована кафедрой экономики. Поступила 01.12.03.