

УДК 677.024.001.18

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НИТЕЙ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОВИЗОРА

С.Д.НИКОЛАЕВ, О.В.КОВАЛЕВА, А.А.ЛИКУЧЕВА

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

В настоящей работе осуществлено исследование напряженно-деформированного состояния нитей на ткацком станке с использованием тепловизионной установки [1]. Преимущество данного метода заключается в следующем: при съемке тепловизор на расстоянии регистрирует тепловое излучение контролируемого объекта, что позволяет делать измерения в любой зоне ткацкого станка.

Исследования проводились на кафедре ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина на станке АТПР-100-4 с частотой вращения главного вала 330 об/мин. Вырабатывали хлопчатобумажную двухслойную ткань с соединением слоев по контуру заданного узора. В слоях использовалось полотняное переплетение; плотность ткани по основе и утку в верхнем и нижнем слоях составила 140 нитей/дм; линейная плотность основных и уточных нитей 25×2 текс.

В экспериментах использовали тепловизионную систему на базе инфракрасной камеры ThermoCam^{SC} 3000, состоящую из приемника, детектора излучения, оптики, сканера, устройства охлаждения приемника, встроенного эталона температуры, монитора и блока питания. Тепловизионная камера подключалась непосредственно к портативному компьютеру, что позволяло в динамике отображать на мониторе и сохранять на жестком диске 14-битовые изо-

бражения со скоростью до 750 кадров в секунду. Высокая скорость получения изображения дает возможность фиксировать изменение температуры в момент прибоя, который длится доли секунд.

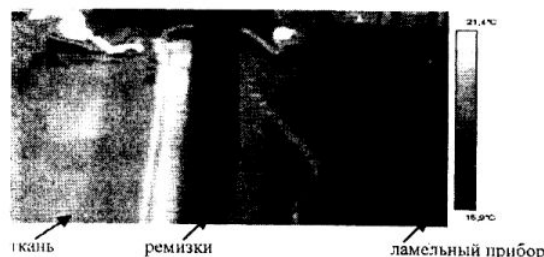


Рис. 1

На рис. 1 представлено тепловизионное изображение, выводимое на экран компьютера. Встроенная в электронный блок программа AgremaTH Research определяет температуру в любой точке тепловизионного изображения до 0,01°C.

Исследования проводили по глубине заправки ткацкого станка в зонах навой-скало, скало-ламели, ламели-ремиз, ремиз-опушка ткани.

В табл. 1 приведено распределение температуры по глубине заправки ткацкого станка в периоды заступа, прибоя и зевобразования при различном заправочном натяжении.

Таблица 1

Период тканеформирования	Заправочное натяжение, сН				
	20	25	30	35	40
Зона навой–скало					
Заступ	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8
Прибой	18,6	18,7	18,8	18,9	19
Зевобразование	18,6	18,7	18,8	18,9	19
Зона скало–ламели					
Заступ	18,6	18,7	18,8	18,9	19
Прибой	18,9	19	19,1	19,2	19,3
Зевобразование	18,9	19	19,1	19,2	19,3
Зона ламели–ремиз					
Заступ	19,3	19,5	19,7	19,9	20,1
Прибой	19,9	20,1	20,3	20,5	20,7
Зевобразование	19,8	20	20,2	20,4	20,6
Зона ремиз–опушка ткани					
Заступ	21,2	21,6	22	22,4	22,8
Прибой	21,9	22,3	22,7	23,1	23,5
Зевобразование	21,8	22,2	22,6	23	23,4

Из табл. 1 видно, что:

– характер изменения температуры нити аналогичен характеру изменения натяжения основы;

– температура нити при прибое больше температуры нити при заступе и зевобразовании;

– по мере продвижения к опушке ткани температура увеличивается;

– температура в одной и той же зоне увеличивается по мере нахождения ее под нагрузкой в этой зоне;

– температура нити максимальна у опушки ткани, где происходит формирование нового элемента ткани;

Как показали экспериментальные данные, на температуру нитей оказывает влияние не только натяжение основных нитей, а также и время нахождения нити под нагрузкой. При помощи программы RAGA нами установлены оптимальные зависимости между температурой, натяжением и временем нагружения нити [2]:

$$F = (A - Bt)^{-1}, \quad (1)$$

$$T = (C - Dt)^{-1}, \quad (2)$$

где F – натяжение нити основы, сН; T – температура нити основы, град; t – время

нагружения нити основы; A, B, C, D – эмпирические коэффициенты.

Из выражений (1) и (2) можно перейти к следующим зависимостям температуры от времени:

$$T = F \frac{A - Bt}{C - Dt}, \quad (3)$$

$$F = T \frac{C - Dt}{A - Bt}. \quad (4)$$

Время нахождения нити под нагрузкой в исследуемых зонах рассчитывалось с учетом того, что двухслойная ткань вырабатывалась на станке АТПР-100-4 при скоростном режиме 330 об/мин.

Замеры натяжения и температуры основы проводили в центрах исследуемых зон. Для каждой зоны с помощью программы RAGA получены соответствующие эмпирические уравнения для температуры и натяжения нитей при прибое и заступе.

На основе полученных уравнений в табл. 2 представлены расчетные значения температуры и натяжения основных нитей по глубине заправки станка.

Таблица 2

№	F _{запр}	T _{запр}	F _{пр}	T _{пр}	F _{зев}	T _{зев}	Уравнения
Зона навой–скало, t = 2,12 мин							
1	20	18,4	28	18,6	27	18,6	$F_{запр} = 1/(0,055-0,0022t)$ $T_{запр} = 1/(0,057-0,0009t)$ $F_{пр} = 1/(0,04-0,002t)$ $T_{пр} = 1/(0,056-0,0009t)$ $F_{зев} = 1/(0,041-0,002t)$ $T_{зев} = 1/(0,0565-0,0009t)$
2	22	18,8	32	19,2	30	19,2	
3	24	19,3	36	19,7	34	19,7	
4	28,2	20,4	45	20,8	43,1	20,8	
5	32,5	21,2	55,7	21,7	52,9	21,7	
Зона скало, t = 4,24 мин							
1	25	18,5	35	18,8	34	18,5	$F_{запр} = 1/(0,046-0,0022t)$ $T_{запр} = 1/(0,056-0,0009t)$ $F_{пр} = 1/(0,032-0,0016t)$ $T_{пр} = 1/(0,055-0,0009t)$ $F_{зев} = 1/(0,033-0,0016t)$ $T_{зев} = 1/(0,0555-0,0009t)$
2	27	19,1	40	19,5	38	18,9	
3	30	19,7	45	20,1	43	19,5	
4	37,8	20,8	56,4	21,3	53,4	20,6	
5	46	21,7	69,7	22,2	65,3	21,5	
Зона скало–ламели, t = 4,94 мин							
1	30	18,8	42	19,2	39	18,5	$F_{запр} = 1/(0,037-0,0014t)$ $T_{запр} = 1/(0,0545-0,0009t)$ $F_{пр} = 1/(0,022-0,0009t)$ $T_{пр} = 1/(0,053-0,0009t)$ $F_{зев} = 1/(0,023-0,0009t)$ $T_{зев} = 1/(0,0535-0,0009t)$
2	33	19,5	46	19,9	44	19,3	
3	36	20,1	50	20,6	50	19,9	
4	43,2	21,3	66,9	21,7	63,9	21,1	
5	50,4	22,2	75,2	22,7	70,2	22	
Зона ламели–ремиз, t = 8,91 мин							
1	35	19	50	19,6	47	19	$F_{запр} = 1/(0,028-0,0012t)$ $T_{запр} = 1/(0,054-0,0009t)$ $F_{пр} = 1/(0,023-0,0012t)$ $T_{пр} = 1/(0,052-0,0009t)$ $F_{зев} = 1/(0,021-0,0012t)$ $T_{зев} = 1/(0,0525-0,0009t)$
2	38	19,7	55	20,3	52	19,7	
3	42	20,3	60	21	57	20,3	
4	51,2	21,5	71,4	22,2	66,1	21,5	
5	60,3	22,4	82,8	23,2	75,5	22,4	
Зона ремиз–опушка, t = 11,03 мин							
1	40	19,2	56	20	53	19,8	$F_{запр} = 1/(0,028-0,0012t)$ $T_{запр} = 1/(0,054-0,0009t)$ $F_{пр} = 1/(0,023-0,0012t)$ $T_{пр} = 1/(0,052-0,0009t)$ $F_{зев} = 1/(0,021-0,0012t)$ $T_{зев} = 1/(0,0525-0,0009t)$
2	44	19,9	62	20,8	58	20,5	
3	48	20,6	68	21,4	64	21,2	
4	57,9	21,8	75	22,7	81	22,5	
5	67,8	22,7	93	23,8	88	23,5	

В табл. 3 приведен сравнительный анализ расчетных и экспериментальных данных температуры нити в точках 1, 2, 3 зо-

ны ламели–ремиз и точках 4, 5, 6 зоны ремиз–опушка при заступе, зевобразовании и прибое.

Таблица 3

Период тканефор- мирования	F _{запр}	Экспериментальные данные			Расчетные данные		
		т.1	т.2	т.3	т.1	т.2	т.3
Заступ	20	19,9	20,3	20,7	20,04	20,42	20,8
	25	20,4	20,8	21,3	20,45	20,84	21,24
	30	20,9	21,3	21,7	20,89	21,29	21,7
	35	21	21,6	22,1	21,1	21,51	21,94
	40	21,3	21,8	22,3	21,33	21,75	22,18
Прибой	20	20,5	20,9	21,2	20,46	20,84	21,24
	25	20,9	21,4	21,9	20,89	21,29	21,71
	30	21,3	21,8	22,4	21,33	21,75	22,18
	35	21,9	22	22,6	21,8	22,03	22,64
	40	22,4	22,7	23,3	22,28	22,73	23,21
Зевобразование	20	20,2	20,6	21	20,25	20,62	21,02
	25	20,7	21,1	21,5	20,67	21,06	21,47
	30	21,2	21,5	22	21,11	21,5	21,94
	35	21,5	22	22,4	21,56	21,99	22,43
	40	22	22,5	23	22,04	22,48	22,95

Период тканеформирования	F _{запр}	Экспериментальные данные			Расчетные данные		
		т.4	т.5	т.6	т.4	т.5	т.6
Заступ	20	21	21,2	21,5	21,04	21,24	21,44
	25	21,3	21,6	22	21,4	21,7	21,91
	30	22	22,3	22,4	21,97	22,18	22,4
	35	22,2	22,4	22,8	22,1	22,44	22,66
	40	22,3	22,7	23	22,46	22,69	22,92
Прибой	20	21,5	21,8	21,9	21,49	21,7	21,92
	25	22	22,3	22,4	21,97	22,19	22,41
	30	22,3	22,7	23,1	22,46	22,69	22,92
	35	23	23,1	23,5	22,97	23,21	23,46
	40	23,5	23,8	24	23,51	23,76	24,03
Зевобразование	20	21,3	21,5	21,7	21,27	21,47	21,68
	25	21,8	22	22,2	21,73	21,94	22,16
	30	22,3	22,4	22,7	22,21	22,44	22,66
	35	22,6	23	23,2	22,72	22,95	23,19
	40	23,2	23,5	23,8	23,24	23,49	23,74

Точка 1 находится на расстоянии 20 мм от ламельного прибора; т.2 – в середине зоны ламели-ремиз; т. 3 – на расстоянии 20 мм от ремиза; т.4 – на расстоянии 20 мм от ремиза; т.5 – в середине зоны ремиз-опушка ткани; т.6 – на расстоянии 20 мм от опушки ткани.

Анализ полученных расчетных данных свидетельствует об их хорошей воспроизводимости с результатами экспериментальных исследований. По мере продвижения нити основы к опушке ткани при одном и том же натяжении температура повышается и достигает своего максимального результата у опушки ткани.

ВЫВОДЫ

1. Проведены исследования напряженно-деформированного состояния нитей на

станке АТПР-100-4 с использованием тепловизора.

2. Установлена регрессионная зависимость между температурой и натяжением нитей основы по глубине заправки, что позволяет рассчитать напряженно-деформированное состояние нитей основы в труднодоступных для экспериментирования зонах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов В.П., Климов А.Г. Тепловизоры и их применение. – М.: ИнтелУниверсал, 2002.
2. Власов П.В., Шосланд Я., Николаев С.Д. Прогнозирование технологического процесса ткачества. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1989.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 23.03.04.