

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПО УТКУ И ВИДА ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ БАЗАЛЬТОВОЙ ТКАНИ

А. Н. ЛИСАКОВСКИЙ, В. Н. ВАСИЛЬЧЕНКО, Ц. В. АПОКИН

(Киевский национальный университет технологий и дизайна)

В последние годы ассортимент и объем производства технических тканей из базальтовых волокон значительно расширился. Уникальные свойства базальтовых тканей (огнестойкость, прочность, стойкость к агрессивным средам и практически неограниченный запас сырья – базальтового камня) дают возможность заменить натуральные и синтетические волокна в изделиях технического назначения.

Производство тканей из комплексных крученых базальтовых нитей относится к категории технологических процессов высокой сложности: необходимо учитывать жесткость нити на растяжение, ее слабую стойкость к стиранию и изгибу, а также наличие высокой прочности на разрыв.

Вследствие специфических свойств базальтовых нитей и в связи с развитием технологии производства тканей из них особый интерес представляет исследование влияния плотности ткани по утку на процесс ее формирования для тканей различного вида переплетения.

Такое исследование методами электро-тензометрии [1] проведено на ткацком станке АТ-2-120ШЛ5, при скорости 124 об/мин. В основе и утке использовали базальтовую комплексную нить линейной плотностью 330 текс с круткой $S =$

$=80...100$ кр/м. Ширина ткани по берду составляла 100 см, количество основных нитей в заправке 900, номер берда $N_B = 45$ с проборкой по две нити в зуб. Проборка нитей основы в глазки галев ремиз – рядовая. Зев равнотянутый; то есть скало на среднем уровне, заступ, близкий к нулевому. Эксперимент проводили при постоянной заправочной плотности ткани по основе.

Заправочное натяжение основы ткани полотняного переплетения подбиралось для различных вариантов плотностей по утку из принципа его минимально необходимой величины изменением массы груза основного тормоза; при этом натяжение ткани в момент прибоя должно быть минимальным, но не доходящим до нуля. Для саржевого, сатинового и репсового переплетений заправочное натяжение основы определялось условиями зевобразования, то есть подбирались минимально необходимые натяжения основных нитей, находящихся в положении заступа.

Из видов переплетений были выбраны те, которые чаще всего используются в практике производства базальтовых тканей, а именно полотно, саржа 1/3, саржа 2/2, сатин неправильный, репс основной и уточный.

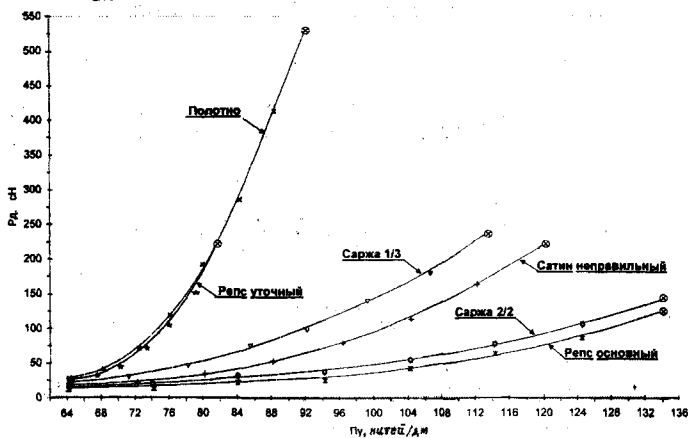


Рис. 1

Таблица 1

Вариант	Пере-пле-те-ние	Плот-ность Пу по утку, нитей/ дм	Заполнение		Неурав-новешен-ность по запол-нению	Прибей-ная поло-ска, мм	Масса m груза основ-ного тормоза, кг	Сила прибора (динамика)			Работа силы прибора $A_{пр}$, 10^{-4} Дж	Напряжение при приборе		Напряжение основы У скала		Кэф-фици-ент $K_{н}$
			по утку $Z_{у}$, %	среднее линейное $Z_{с}$, %				средняя на нить $P_{д}$, сН	напряже-ние $\sigma_{п}$ прибора, сН/текс	коэф-фици-ент $K_{пу}$		Т ткани, сН/нить	H_0 основы у олушки, статический, сН/нить	прибой Нс динами-ческий, сН/нить		
1	П	64	36,7	44,2	-0,34	3,2	2,0	27,2	0,08	0,22	4,4	9,8	37,0	24,1	33,9	1,09
2	О	68	39,0	45,5	-0,28	4,6	3,0	41,5	0,13	0,36	9,5	10,0	51,5	35,4	46,8	1,10
3	Л	72	41,3	46,8	-0,23	6,8	4,0	65,0	0,20	0,56	22,1	10,5	75,5	53,8	67,4	1,12
4	Т	76	43,6	47,9	-0,18	8,7	5,0	118,1	0,36	1,00	51,3	11,4	129,5	80,6	113,6	1,14
5	О	80	45,9	49,2	-0,13	11,6	5,5	181,1	0,55	1,53	105,0	12,0	193,1	92,8	166,4	1,16
6	Н	84	48,2	50,5	-0,09	14,9	6,0	280,0	0,85	2,36	208,6	11,6	291,5	116,6	245,0	1,19
7	О	88	50,5	51,8	-0,05	17,6	7,0	410,0	1,24	3,44	360,8	11,4	421,4	145,6	342,6	1,23
8		92	52,8	53,1	0,01	19,5	8,0	529,0	1,60	4,44	515,7	11,4	540,4	184,4	428,5	1,26
9	С	64	36,7	44,5	-0,35	3,6	4,0	15,0	0,05	0,42	2,7	5,7	20,7	51,3	20,1	1,03
10	А	74	42,5	47,4	-0,20	4,6	4,0	19,0	0,06	0,50	4,4	6,4	25,4	51,7	24,2	1,05
11	Р	84	48,2	50,5	-0,09	5,6	4,0	27,3	0,08	0,67	7,6	7,0	34,3	52,5	32,4	1,06
12	Ж	94	53,9	53,5	0,02	6,8	4,0	40,0	0,12	1,00	13,6	7,5	47,5	54,1	44,8	1,06
13	А	104	59,7	56,5	0,11	8,1	4,0	57,1	0,17	1,42	23,1	8,3	65,4	55,1	61,1	1,07
14		114	65,4	59,6	0,20	9,4	4,0	78,7	0,24	2,00	37,0	9,1	87,8	57,3	81,3	1,08
15	2/2	124	71,2	62,6	0,27	11,6	4,0	104,6	0,32	2,66	61,7	9,8	114,4	59,6	105,0	1,09
16		134	76,9	65,6	0,34	14,9	4,5	134,9	0,41	3,42	100,5	10,5	145,4	64,5	132,2	1,10
17	С	64	36,7	44,2	-0,34	2,8	4,0	22,0	0,07	0,32	3,1	5,9	27,9	51,4	27,3	1,02
18	А	71	40,8	46,5	-0,25	3,6	4,0	31,4	0,10	0,45	5,7	6,2	37,6	52,5	36,5	1,03
19	Р	78	44,8	48,5	-0,15	5,1	4,0	47,2	0,14	0,63	12,0	6,8	54,0	54,0	52,4	1,03
20	Ж	85	48,8	50,8	-0,08	6,8	4,0	73,8	0,22	1,00	25,1	7,5	81,3	56,2	78,2	1,04
21	А	92	52,8	53,1	-0,01	8,7	4,0	100,5	0,30	1,36	43,7	8,3	108,8	58,5	103,6	1,05
22		99	56,8	55,4	0,05	10,9	4,5	136,3	0,41	1,86	74,3	9,0	145,3	64,9	138,4	1,05
23	1/3	106	60,8	57,4	0,12	14,1	4,5	180,1	0,55	2,50	126,9	9,8	189,9	67,3	179,2	1,06
24		113	64,9	59,7	0,17	17,6	4,5	232,0	0,70	3,18	204,2	10,7	242,7	69,6	226,8	1,07

Примечание: $K_{пу} = \sigma_{п}/\sigma_{п}^*$, где $\sigma_{п}^*$ — напряжение при приборе, когда $K_{пу} = 1,00$; $K_{н} = H_0/H_0^*$.

Интервал изменения плотности ткани по утку был одинаковым для каждого из переплетений, но разным для других переплетений. При этом начальной точкой для всех вариантов исследований была плотность по утку, равная 64 нитей/дм (табл. 1 и рис. 1).

Для тканей полотняного, саржевого 2/2 и саржевого 1/3 переплетений, представляющих наибольший практический интерес, результаты исследований представлены в табл. 1, анализируя которую, можно отметить, что изменение плотности ткани по утку оказывает существенное влияние на напряженность процесса формирования базальтовой ткани (особенно это проявляется у ткани полотняного переплетения).

Проведенные нами исследования позволяют заключить, что на условия формирования ткани одновременно оказывают влияние среднее линейное заполнение ткани (%):

$$Z_c = (Z_o + Z_y) / 2$$

и неуравновешенность ткани по заполнению [1]:

$$n_z = (Z_y - Z_o) / Z_c,$$

где Z_o – заполнение ткани по основе:

$$Z_o = 0,0316 A P_o \sqrt{T_o} = 51,7 \%;$$

Z_y – заполнение ткани по утку: $Z_y = 0,0316 A P_y \sqrt{T_y}$;

P_o, P_y – плотность ткани по основе и утку, нитей/дм; T_o, T_y – линейная плотность основной и уточной нити, текс; A – коэффициент, характеризующий вид волокна.

Коэффициент, характеризующий неуравновешенность ткани полотняного переплетения по заполнению, изменялся от $n_z = -0,34$ для плотности по утку $P_y = 64$ нитей/дм, до $n_z = 0,01$ для $P_y = 92$ нитей/дм, при этом среднее Z_c линейное заполнение увеличивалось с 44,2 до 53,1%.

Для получения плотности по утку в вышеуказанных пределах заправочное натяжение пришлось увеличить в довольно широких пределах: с 15,8 до 241,0 сН на нить.

Сила P_d прибоя в этих условиях возросла с

27,2 до 529,0 сН на нить, то есть в 19,4 раза.

Если рассматривать вопрос о переработке нитей разной толщины (линейной плотности), то основным показателем, характеризующим условия формирования ткани, может стать напряжение прибоя (сН/текс):

$$\sigma_n = P_d / T,$$

где P_d – сила прибоя в среднем на одну нить в динамических условиях, сН; T – линейная плотность нити, текс.

Напряжение σ_n прибоя увеличилось с 0,08 до 1,6 сН/текс, то есть в 20 раз (с учетом фактической линейной плотности T_o основной нити).

Степень влияния плотности ткани по утку на условия прибоя можно характеризовать коэффициентом $K_{пу}$. Так, приняв величину этого коэффициента при $P_y = 76$ нитей/дм за единицу, отмечаем его изменение от 0,22 до 4,44.

Особенно значимое влияние исследуемого параметра строения ткани сказалось на работе прибоя (Дж):

$$A_{пр} = 0,05 P_d \lambda_n \cdot 10^{-4}.$$

Этот параметр, характеризующий условия формирования ткани на станке, прямо пропорционально зависит от силы P_d прибоя и величины λ_n прибойной полоски.

Из табл. 1 видно, что с изменением плотности P_y ткани по утку с 64 до 92 нитей/дм при одновременном увеличении заправочного натяжения массой m груза основного тормоза с 2 до 8 кг величина прибойной полоски растет с 3,2 до 19,5 мм (в 6 раз). В результате величина работы $A_{пр}$ силы прибоя в рассматриваемых условиях увеличилась с 4,4 до $515,7 \cdot 10^{-4}$ Дж (более чем в 117 раз).

Изменение натяжения основных нитей по глубине станка характеризуется коэффициентом K_n , величина которого при $P_y = 64$ нитей/дм составила $K_n = 1,09$, а при $P_y = 92$ нитей/дм увеличилась до $K_n = 1,26$. Это можно объяснить увеличением сил трения между нитями, бердом и галевами ремиз.

Максимальной плотностью ткани по утку для полотняного переплетения, которую удалось достичь в условиях эксперимента, оказалась $P_y = 92$ нитей/дм. Превышение этой критической плотности приводит к массовой обрывности основных нитей.

Совершенно иная напряженность формирования ткани имеет место при саржевом 1/3 и 2/2 переплетениях (табл. 1 и рис. 1). Плотность P_y по утку увеличилась с 64 до 113 нитей/дм у саржи 1/3 и с 64 до 134 нитей/дм у саржи 2/2. При этом заполнение Z_y по утку увеличилось с 36,7 до 64,9% в первом случае и с 36,7 до 76,9% – во втором. Коэффициент неуравновешенности ткани n_z по заполнению у саржи 1/3 и 2/2 значительно отличается от полотна и имеет значения 0,17 и 0,34 соответственно.

Заправочное натяжение практически не изменялось (масса груза основного тормоза $m = 4,0...4,5$ кг) и определялось минимально необходимым натяжением основных нитей, которые приходят в положение заступа. Несмотря на значительно большие величины плотностей по утку, приборная полоска у саржи 1/3 и 2/2 оказалась существенно меньше, чем у полотна, даже при максимально возможных (критических) для наших условий плотностях.

Динамическая сила P_d прибора у саржи 1/3 с ростом плотности P_y по утку с 64 до 113 нитей/дм возросла с 22 до 232 сН, а у саржи 2/2 с ростом P_y от 64 до 134 нитей/дм увеличилась с 15 до 134,9 сН, что соответственно в 2,3 и 3,9 раза меньше, чем у полотна. Соответственно изменялось и напряжение σ_n прибора.

Работа прибора с увеличением плотности по утку возросла для саржи 1/3 в 65,9 раза, а для саржи 2/2 – в 37,2 раза, что в 1,8 и 3,1 раза меньше величины работы прибора утка при полотняном переплетении. Такая значительная разница в величинах работы прибора утка объясняется не только жесткостью нитей на изгиб и наличием сил трения между нитями разных переплетений, но и существенным влиянием заполнения ткани и неуравновешенности ткани по заполнению на условия ее фор-

мирования. Характер изменения величин коэффициентов $K_{пу}$ и K_n для саржи 1/3 и 2/2 только подтверждает наши выводы.

Максимально допустимыми (критическими) для наших условий эксперимента плотностями по утку стали у саржи 1/3 113 нитей/дм, а у саржи 2/2 134 нитей/дм. Превышение этих величин приводило к массовой обрывности основных нитей.

Графическое представление результатов эксперимента наглядно отражает влияние плотности по утку и вида переплетения на величину силы прибора утка. Как видно из рис. 1, производство ткани полотняного переплетения при исследуемых параметрах заправки станка отличается напряженным технологическим процессом.

Условия формирования уточного репса сравнимы с условиями выработки ткани полотняного переплетения, у которого линейная плотность основных нитей в два раза больше уточных. При этом сила P_d прибора для критической плотности P_y по утку, равной 82 нитей/дм, составила 213,9 сН на одну нить, что практически соответствует силе прибора уточной нити полотняного переплетения такой же плотности, но почти в 2,5 раза меньше силы прибора при критической плотности ткани по утку полотняного переплетения.

В противоположность условиям формирования уточного репса наименее напряженным в рассматриваемой группе вариантов является процесс формирования основного репса, у которого линейная плотность уточных нитей фактически в два раза превышает линейную плотность основных нитей. Процесс формирования основного репса по своему характеру и численным величинам близок сарже 2/2. При этом сила прибора при максимальной плотности P_y по утку, равная 134 нитей/дм, соответствует $P_d = 128,7$ сН на одну нить.

Сатин неправильный близок по условиям процесса формирования к сарже 1/3, но значительно отличается от нее величиной силы прибора утка (рис. 1).

По результатам экспериментальных исследований и расчетов методом наи-

меньших квадратов получены математические зависимости силы прибора утка от плотности ткани по утку и вида ее переплетения в виде полиномов второй степени:

$$P_d = 0,68P_y^2 - 87,7P_y + 2852 \text{ (полотно)},$$

$$P_d = 0,071P_y^2 - 8,22P_y + 257,1 \text{ (саржа 1/3)},$$

$$P_d = 0,022P_y^2 - 2,64P_y - 94,3 \text{ (саржа 2/2)},$$

$$P_d = 0,62P_y^2 - 80,1P_y + 2613,2 \text{ (репс уточный)},$$

$$P_d = 0,028P_y^2 - 3,94P_y + 154,6 \text{ (репс основной)},$$

$$P_d = 0,071P_y^2 - 9,53P_y + 339,9 \text{ (сатин неправильный)}.$$

Адекватность полученных уравнений оценивалась по критерию Фишера для 95%-ной доверительной вероятности, расчетные значения которого оказались меньше табличных. Незначительное отличие расчетных величин P_d , указанных в табл. 1, связано с колебанием фактической линейной плотности базальтовой комплексной нити по сравнению с расчетной в пределах 5%.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально с помощью методов электротензометрии исследованы условия формирования базальтовой ткани в зависимости от плотности по утку при различных переплетениях вырабатываемой ткани (полотно, саржа 1/3 и 2/2, репс основной и уточный, сатин неправильный).

2. Получены математические зависимости величины силы прибора, определяющей условия формирования ткани на ткацком станке, от плотности вырабатываемой ткани по утку для упомянутых переплетений.

3. С учетом потребительских свойств ткани и условий ее формирования на ткацком станке наиболее приемлемым переплетением можно считать саржу 2/2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильченко В. Н. Прибой уточной нити. – М.: Легпромбытиздат, 1993.

2. Румицкий Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента. – М.: Наука, 1971.

Рекомендована кафедрой инженерной механики. Поступила 10.04.02.