

Заправочное натяжение основы в льноткачестве

Кандидат технических наук П. В. КУРОЧКИН.
(Костромской текстильный институт)

Одним из основных условий нормального протекания технологического процесса в ткачестве является правильная установка заправочного натяжения основы. Она влияет как на строение вырабатываемой ткани, так и на ее физико-механические свойства. Этот вопрос еще слабо изучен и отражен в печати.

В настоящей работе дается анализ изменения заправочного натяжения основных нитей в зависимости от плотности ткани по основе и утку, а также диаметров пряжи для тканей полотняного переплетения.

Исследования проводились на автоматическом ткацком станке АТК-100. Заправочное натяжение основы устанавливалось и контролировалось при помощи оптического тензометра П. А. Колесникова. Критерием в оценке правильности выбора оптимальной величины заправочного натяжения принята обрывность основных нитей и сохранение расчетных данных плотности по основе и утку.

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЗАПРАВОЧНОГО НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОТНОСТИ ТКАНИ ПО УТКУ И НОМЕРА УТОЧНОЙ ПРЯЖИ

Исследования проводились с полотняными тканями, вырабатываемыми из пряжи (основы и утка) № 14,5 л/м, $\frac{1}{4}б$ и № 22 л/м, $\frac{1}{4}б$.

Для тканей, вырабатываемых из пряжи № 14,5, за исходную принято полотно белое артикул 201 с плотностью по основе 89,5 нитей на 5 см. Диапазон изменения плотности по утку (50; 65; 83; 98 и 105 нитей на 5 см) выбран с расчетом охвата максимального количества тканей, вырабатываемых из этого номера пряжи.

Исследованию подвергались аналогичные ткани, но из пряжи № 22 с плотностью по утку 61,5; 80; 101,5; 121 и 129 нитей по основе 110 нитей на 5 см, при этом линейные проценты заполнения по утку были одинаковыми. Следовательно, удобнее всего определять зависимость заправочного натяжения от линейного процента заполнения ткани и только затем перейти к зависимости от ее плотности по утку.

На рис. 1 приводится график изменения величины заправочного натяжения основы P_3 в зависимости от процента заполнения ткани по утку S_y . По оси абсцисс отложены линейные проценты заполнения тка-

ней по утку, по оси ординат — заправочное натяжение на одну нить основы в граммах.

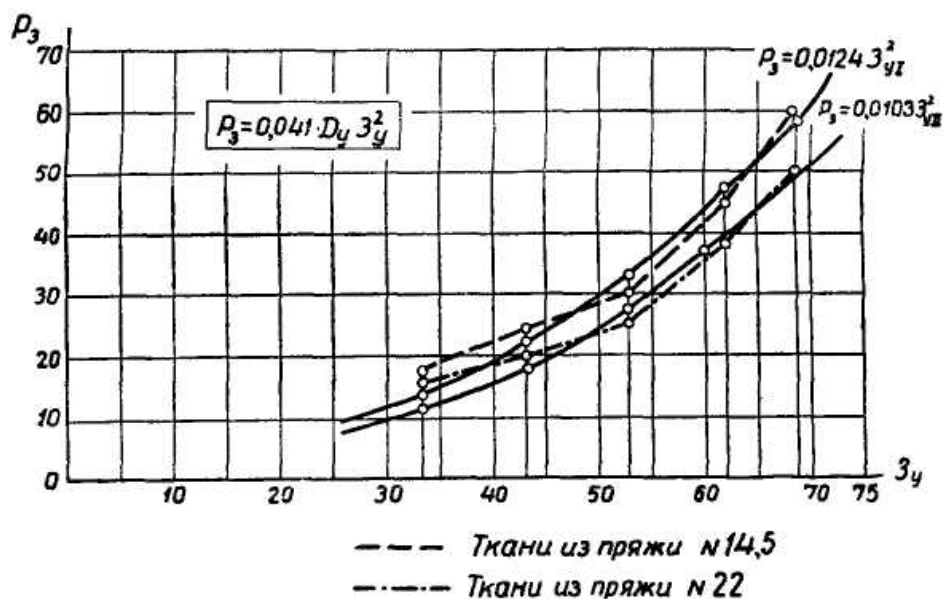


Рис. 1.

Из графика видно, что увеличение заправочного натяжения основы происходит не прямо пропорционально увеличению процента заполнения ткани по утку, а несколько быстрее. Полученные экспериментальные точки позволяют предполагать существование параболической зависимости для тканей, выработанных из пряжи № 14,5 и 22.

Пользуясь методом подбора, мы установили, что кривые, проходящие между экспериментальными точками, есть параболы вида: $y = ax^2$. Практически в качестве наиболее вероятных кривых мы приняли те, у которых коэффициент a представляет среднее арифметическое значение. Тогда парабола, проходящая между экспериментальными точками, для тканей, выработанных из основы и утка № 14,5, будет иметь вид:

$$P_3 = 0,0124S_y^2 \quad \dots \dots \dots 1$$

Для тканей, выработанных из пряжи № 22:

$$P_3 = 0,0103S_y^2 \quad \dots \dots \dots 2$$

В таблице 1 приводятся результаты вычислений заправочного натяжения основы по формулам 1 и 2 и сравнение их с величиной заправочного натяжения установленной опытом.

Таблица 1

Заправочное натяжение на одну нить в г	Ткани из пряжи № 14,5					Ткани из пряжи № 22				
	варианты плотности по утку					варианты плотности по утку				
	50	65	83	98	105	61,5	80	101,5	121	129
1. Опытное	17	23	30	45	60	15	20	26	38	50
2. По уравнениям 1 и 2	13,8	22,5	31,3	47,2	59,0	11,2	18,8	27,4	39,0	47,7
3. Отклонение 1 от 2	+3,2	+0,5	-1,3	-2,2	+1,0	+3,8	+1,2	-1,6	-1,0	+2,3

Из таблицы видно, что опытные и расчетные данные совпадают удовлетворительно. Уравнения 1 и 2 отличаются только коэффициентами,

различное значение которых объясняется различием в номерах пряжи. Если взять отношение этих коэффициентов и сравнить его с отношением диаметров нитей утка D_1 и D_2 , то найдем прямо пропорциональную зависимость:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{D_1}{D_2} \dots \dots \dots 3$$

Исходя из формулы 3 можем написать:

$$a_2 = \frac{a_1 D_2}{D_1} \dots \dots \dots 4$$

Последнее уравнение дает значение коэффициента, который следует взять для определения величины заправочного натяжения основы при выработке ткани из основы и утка одинакового номера, если известно, что другая ткань (пусть из основы и утка № 14,5) вырабатывается при заданном заправочном натяжении. С учетом этого обстоятельства уравнение 1 можно переписать так:

$$P_3 = \frac{a_1 D_2}{D_1} S_y^2$$

Заменяя a_1 и D_1 их цифровыми значениями, будем иметь:

$$P_3 = \frac{0,0124}{0,303} D_2 S_y^2$$

или

$$P_3 = 0,041 D_y S_y^2, \dots \dots \dots 5$$

где P_3 — заправочное натяжение на одну нить основы в граммах;

D_y — диаметр нити утка, определяемый по фактическому номеру пряжи;

S_y — процент линейного заполнения ткани по утку.

В таблице 2 приводятся результаты вычислений заправочного натяжения основы по формулам 1, 2 и 5 и сравнение их с величиной заправочного натяжения, установленной опытом.

Таблица 2

Заправочное натяжение на одну нить в г	Ткани из пряжи № 14,5					Ткани из пряжи № 22				
	варианты плотности по утку					варианты плотности по утку				
	50	65	83	98	105	61,5	80	101,5	121	129
1. Опытное	17	23	30	45	60	15	20	26	38	50
2. По уравнениям 1 и 2	13,8	22,5	31,3	47,2	59,0	11,2	18,8	27,4	39,0	47,7
3. По уравнению 5	14,2	22,4	31,5	47,3	58,7	11,6	18,9	27,3	38,8	47,7
4. Отклонение 1 от 2	+3,2	+0,5	-1,3	-2,2	+1,0	+3,8	+1,2	-1,6	-1,0	+2,3
5. Отклонение 1 от 3	+2,8	+0,6	-1,6	-2,3	+1,3	+3,4	+1,3	-1,7	-0,8	+2,3
6. Отклонение 3 от 2	-0,4	+0,1	-0,2	+0,1	+0,3	+0,1	-0,1	+0,1	-0,2	0,0

Данные таблицы показывают, что разность между заправочным натяжением, вычисленным по уравнениям 5 и 1, 2, составляют 0,1,—0,3 г на одну нить основы, т. е. ею можно пренебречь.

Следовательно, уравнение 5 можно принять как уравнение общего вида, выражающее зависимость заправочного натяжения основы от процента линейного заполнения по утку для льняных тканей полотняного переплетения, вырабатываемых из пряжи средних номеров.

Процент линейного заполнения ткани по утку будет выражаться формулой:

$$S_y = D_y S_y$$

где D_y — диаметр ткани.

S_y — плотность ткани по утку 10 см.

Подставим в уравнение 5 вместо S_y его значение.

Получим:

$$P_3 = 0,041 D_y^3 S_y^2 \dots \dots \dots 6$$

Уравнение 6 есть также уравнение параболы вида $y=ax$ и выражает зависимость заправочного натяжения основы от плотности по утку льняных тканей полотняного переплетения, вырабатываемых из пряжи средних номеров.

На рис. 2 приводится график зависимости заправочного натяжения основы от плотности ткани по утку для тканей, выработанных из пряжи № 14,5.

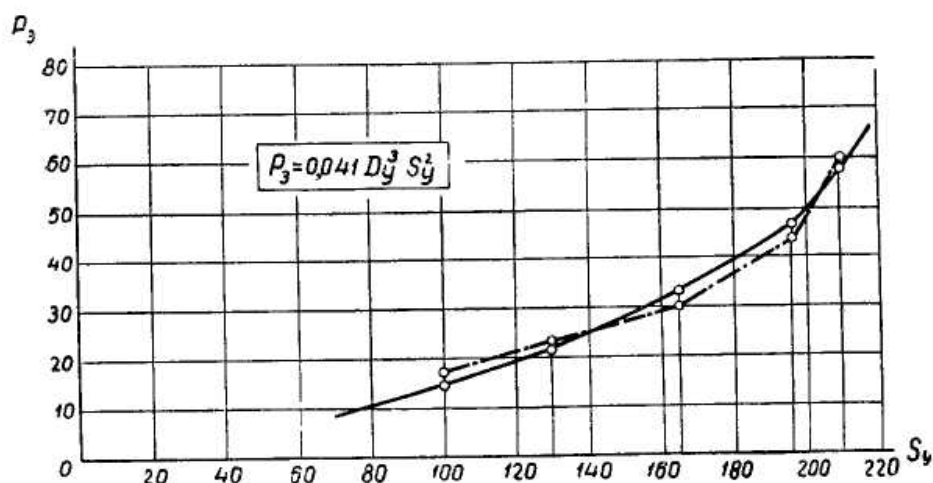


Рис. 2.

Парабола, построенная по уравнению 6, довольно близко подходит к экспериментальным точкам. Льняные полотна вырабатываются из основы и утка одного и того же номера, однако возможны случаи, когда

$$N_y > N_o \text{ и } N_y < N_o$$

Мы поставили задачу определить, как должно изменяться заправочное натяжение основы только в зависимости от номера утка.

Теперь воспользуемся уравнением 5 и найдем связь между заправочным натяжением основы при одинаковых процентах линейного заполнения тканей по утку и различных номерах уточной пряжи.

Выведем заправочное натяжение основы той и другой ткани при

$$S_{y_1} = S_{y_2} \quad P_1 = 0,041 D_{y_1}^3 S_{y_1}^2; \quad P_2 = 0,041 D_{y_2}^3 S_{y_2}^2 \quad 1$$

$$\text{При } S_{y_1} = S_{y_2} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{D_{y_1}^3}{D_{y_2}^3} \dots \dots \dots 7$$

Воспользовавшись уравнением 6, при $S_{y1} = S_{y2}$ будем иметь:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{D^3 y_1}{D^3 y_2} \dots \dots \dots 8$$

Для проверки формул 7 и 8 мы выработали ткани с различным номером уточной пряжи и постоянными процентами заполнения ткани по утку и основе и номером основной пряжи.

За исходную ткань принято полотно артикул 201.

Характеристики принятых вариантов приводятся в таблице 3.

Таблица 3

Варианты	Номер пряжи		Заполнение ткани в %		Плотность ткани на 5 см	
	основа	уток	по основе	по утку	по основе	по утку
I	14,5 л/м; 1/46	22 л/м; 1/4	58,8	64,3	89,5	121
II	"	18 л/м; 1/46	"	"	"	109
III	"	14,5 л/м; 1/46	"	"	"	98
IV	"	9,5 о/м; 1/46	"	"	"	79,5

Лучшие результаты для указанных в таблице вариантов были получены при заправочном натяжении 36, 39, 44 и 52 г на одну нить основы.

В таблице 4 приводятся результаты вычислений заправочного натяжения основы для принятых вариантов тканей по уравнениям 5, 6, 7 и 8. Приводится также сравнение их с величиной заправочного натяжения, установленной опытом.

При вычислениях заправочного натяжения по формулам, процент линейного заполнения ткани по утку и диаметр нити утка взяты по фактическому номеру утка.

Таблица 4

Заправочное натяжение на одну нить в г	ВАРИАНТЫ			
	I	II	III	IV
1. Опытное	36	39	44	52
2. По уравнениям 5 и 6	35,3	38,2	43,8	52
3. По уравнениям 7 и 8	35,3	38,2	43,8	52
4. Отклонение 1 от 2	+0,7	+0,8	+0,2	0,0
5. Отклонение 1 от 3	+0,7	+0,8	+0,2	0,0

Таблица показывает, что разность между опытным заправочным натяжением и вычисленным по уравнениям 5, 6, 7 и 8 составляет малую величину, которой можно пренебречь.

Следовательно, у тканей с одинаковым заполнением по утку, но с различными номерами уточной пряжи величина заправочного натяжения основы находится в прямо пропорциональной зависимости от диаметра утка, а у тканей с одинаковой плотностью по утку — в прямо пропорциональной зависимости от диаметра уточной нити, возведенной в куб.

На основе данных таблицы 4 можно сказать, что уравнения 5 и 6 выражают зависимость заправочного натяжения основы от процента линейного заполнения ткани или плотности её по утку не только когда

$$N_y = N_o, \text{ но и при } N_y < N_o \text{ и } N_y > N_o$$

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЗАПРАВОЧНОГО НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОТНОСТИ ТКАНИ ПО ОСНОВЕ И НОМЕРА ПРЯЖИ

Исследованию подвергались ткани, вырабатываемые из основы и утка № 14,5 л/м, 1/4б, № 22 л/м, 1/4б.

Для тканей, вырабатываемых из пряжи № 14,5, за исходную принято полотно белое артикул 201 с плотностью по утку 98 нитей на 5 см. Ткани из пряжи № 22 вырабатывались с плотностью 88,5; 94,8; 101; 110 и 113,2 нитей на 5 см, а по утку — 120,7 нитей на 5 см.

Вначале определим зависимость заправочного натяжения основы от линейного процента заполнения ткани по основе, а затем перейдем к зависимости от плотности по основе.

На рис. 3 приводится график изменения величины заправочного натяжения основы P_3 в зависимости от процента заполнения ткани по основе S_0 . По оси абсцисс отложены линейные проценты заполнения ткани, по оси ординат — заправочное натяжение на одну нить основы в граммах.

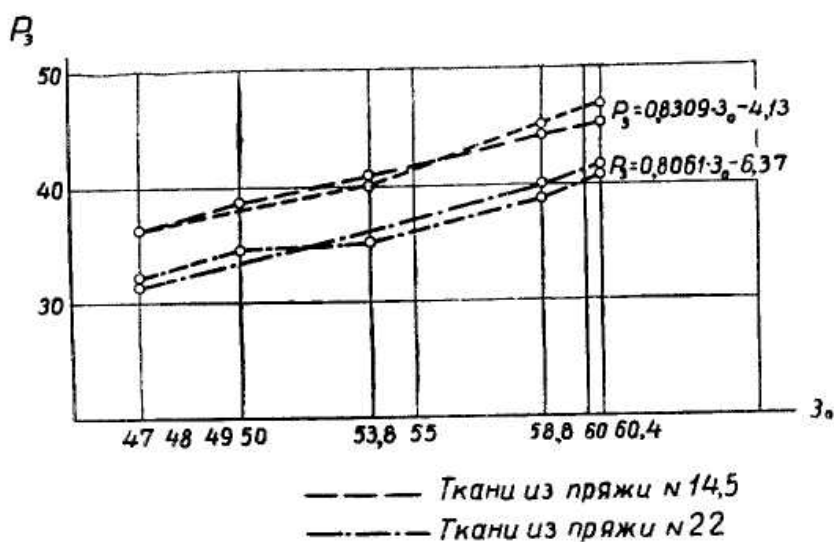


Рис. 3.

Из графика видно, что экспериментальные точки располагаются примерно по прямой линии. Поэтому в первом приближении можно предположить, что зависимость между заправочным натяжением и процентом заполнения ткани по основе выражается уравнением прямой линии вида:

$$y = ax + b$$

или

$$P_3 = aS_0 + b$$

Если определить по методу наименьших квадратов значение коэффициентов a и b , то для тканей, выработанных из пряжи № 14,5, уравнение будет:

$$P_3 = 0,8309S_0 - 4,13 \quad \dots \dots \dots 9$$

Для тканей, выработанных из пряжи № 22:

$$P_3 = 0,8061S_0 - 6,37 \quad \dots \dots \dots 10$$

В таблице 5 приводятся результаты вычислений заправочного натяжения основы по уравнениям 9 и 10 и отклонение их от величины заправочного натяжения, установленной опытом.

Таблица

Заправочное натяжение на одну нить в г	Ткани из пряжи № 14,5					Ткани из пряжи № 22				
	Варианты плотности по основе					Варианты плотности по основе				
	72	77	82	89	92	88,5	94,8	101	110	113,2
1. Спытное . . .	35	37	40	45	47	32	34	35	39	41
2. По уравнениям 9 и 10	35,1	37,5	40,6	44,7	46,1	31,7	33,6	35,6	39,6	41,3
3. Отклонение 1 от 2	-0,1	-0,5	-0,6	+0,3	+0,9	+0,3	+0,4	-0,4	-0,6	-0,3

Данные показывают, что максимальное отклонение заправочного натяжения основы, вычисленного по формулам, от опытного заправочного натяжения составляет менее 1 грамма, т. е., менее 2% на одну нить основы.

Коэффициент a в уравнениях 9 и 10 есть угловой коэффициент прямой:

$$a = \operatorname{tg} \alpha,$$

где α — угол между прямой и осью абсцисс.

Для уравнения 9 $\alpha \approx 39^{\circ}44'$, а для уравнения 10 $\alpha \approx 38^{\circ}52'$.

Можно считать, что прямые параллельны друг другу.

Процент линейного заполнения ткани по основе выражается формулой:

$$S_0 = D_0 S_0,$$

где D_0 — диаметр нити основы;

S_0 — плотность ткани по основе на 10 см.

Поставим в уравнения 9 и 10 вместо S_0 его значение.

Получим:

$$P_3 = (0,8309D_0S_0) - 4,13 \quad 11$$

$$P_3 = (0,8061D_0S_0) - 6,37 \quad 12$$

Эти уравнения есть также уравнения прямой вида $y = ax + b$ и выражают зависимость заправочного натяжения основы от плотности ткани по основе.

В уравнениях 11 и 12 коэффициенты a по своему значению близки друг к другу и если принять плотности тканей по основе равными, то очевидно, различное значение коэффициентов b обуславливается различием диаметров нитей основы.

Если взять отношение коэффициентов и сравнить их с отношением диаметров нитей основы, то найдем:

$$\frac{b_2}{b_1} = \frac{D_{01}^2}{D_{02}^2}$$

или

$$\frac{b_2}{b_1} = \frac{N_{02}}{N_{01}} \quad 13$$

Следовательно, зная коэффициент b для какой-либо ткани, можно найти коэффициент b для ткани с другим номером основы, но одинаковой плотности. Например, нужно определить, каким должно быть заправочное натяжение на одну нить основы для ткани, вырабатываемой из основы и утка № 22, если известно, что заправочное натяжение основы из пряжи № 14,5 определяется по уравнению 11.

Плотность первой и второй тканей равняется 154 нитям на 10 см (соответствует плотности второго варианта).

Коэффициент b для уравнения новой ткани определяется из уравнения 13 т. е.

$$b_2 = \frac{b_1 N_{02}}{N_{01}} = \frac{22(-413)}{14,5} = -6,3$$

Тогда уравнение для новой ткани примет вид:

$$P_3 = (0,8309 D_0 S_0) - 6,3$$

При подстановке значений D_0 и S_0 получаем:

$$P_3 = (0,8309 \cdot 0,266 \cdot 154) - 6,3 = 27,6 \text{ г}$$

Если же подсчитать заправочное натяжение для этой ткани по уравнению 12, то получим:

$$P_3 = 27 \text{ г}$$

Если возьмем отношение заправочного натяжения ткани второго варианта и новой и сравним с отношением между номерами пряжи выработанных тканей, то получим:

$$\frac{P_{31}}{P_2} = 1,4; \quad \text{а} \quad \frac{N_{02}}{N_{01}} = 1,5$$

Полученные отношения являются по величине близкими, поэтому можем написать:

$$\frac{P_{31}}{P_{32}} = \frac{N_{02}}{N_{01}},$$

т. е., у тканей с одинаковой плотностью по основе, но с различными номерами основы величина заправочного натяжения находится в обратно пропорциональной зависимости от номера пряжи.

ВЫВОДЫ

1. Зависимость заправочного натяжения основы от процента линейного заполнения ткани по утку и от ее плотности выражается уравнением параболы вида: $y = ax^2$

2. При изменении заполнения ткани по утку величина заправочного натяжения для льняных тканей полотняного переплетения, вырабатываемых из пряжи средних номеров, может быть определена по формуле 5, а при изменении плотности по утку — по форме 6.

3. У тканей с одинаковым заполнением по утку, но с различными номерами утка величина заправочного натяжения основы находится в прямой пропорциональной зависимости от диаметра уточной нити, у тканей с одинаковой плотностью — в прямой пропорциональной зависимости от диаметра утка, возведенной в куб.

4. Зависимость заправочного натяжения основы от процента линейного заполнения ее и от плотности ткани имеет вид уравнения прямой линии вида: $y = ax + b$. У тканей с равными плотностями коэффициент b в уравнении изменяется обратно пропорционально квадратам диаметров нити основы или прямо пропорционально номерам основной пряжи.

5. При изменении заполнения ткани по основе величина заправочного

натяжения для льняных тканей полотняного переплетения, вырабатываемых из пряжи № 14,5, может быть определена по уравнению 9, а для тканей, вырабатываемых из пряжи № 22, — по уравнению 10, в случае же изменения плотности по основе — соответственно по уравнениям 11 и 12.

6. Если ткани имеют одинаковую плотность по основе, то их номера основы различны, величина заправочного натяжения основы находится в обратно пропорциональной зависимости от номера основной пряжи.

Опечатки

107	16 сверху	$y = ax$	$y = ax^2$
111	26 снизу	$a \frac{N_{o2}}{N_{o1}} = 1,5$	$a = \frac{N_{o2}}{N_{o1}} = 1,5$