

УДК 677.025

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗАПРАВКИ  
ПЛОСКОВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН  
НА ИЗМЕНЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ  
НА ВХОДЕ В ЗОНУ ВЯЗАНИЯ**

**THE ANALYSIS OF INFLUENCE OF PARAMETERS  
FLAT KNITTING MACHINES  
TO CHANGE THREAD TENSION ZONE INLET KNITTING**

*Н.В. БАНАКОВА, В.Р. КРУТИКОВА*  
*N.V. BANAKOVA, V.R. KRUTIKOVA*

**(Костромской государственный технологический университет)**  
**(Kostroma State Technological University)**  
E-mail: info@kstu.edu.ru

*В работе проведены экспериментальные исследования влияния усилия оттяжки и настройки регулятора плотности вязания на изменение натяжения нити. Выполнен расчет средней скорости движения нити при*

*вязании конкретных образцов трикотажа. Доказана существенность влияния усилия оттяжки полотна на среднее натяжение нити, поступающей в зону вязания.*

*In work experimental studies of the effects of stress and procrastination controller settings to change the density of knitting yarn tension. The calculation of the average speed when knitting yarn knitwear specific samples. Proved the significance of the effects of stress on the average web procrastination thread tension to zone knitting.*

**Ключевые слова:** натяжение нити, скорость движения нити, усилие оттяжки полотна, плотность вязания, плосковязальная машина.

**Keywords:** a tension of a string, speed of movement of a string, effort of a delay of a cloth, density of knitting, flat knitting machine.

Использование международных стандартов требует повышения требований к качеству выпускаемой продукции. Эксплуатационные показатели трикотажного полотна во многом определяются стабильностью и точностью технологических параметров процесса вязания, в частности, натяжением нити, поступающем в зону вязания. Характер изменения натяжения нити, в свою очередь, зависит от заправочных параметров процесса вязания, которые определяют условия протекания процесса и его напряженность.

Одним из важных заправочных параметров является задаваемое усилие оттяжки полотна, влияние которого на протекающие технологического процесса и изменение размеров полотна достаточно хорошо изучено для трикотажа, вырабатываемого из искусственных нитей на круглых машинах [1], и недостаточно отражено в литера-

туре для трикотажа с плосковязальных машин, вырабатываемого из пряжи с натуральными волокнами, в частности, льняными. Особенностью переработки такой пряжи в вязальном производстве является ее большая жесткость при изгибе и малое удлинение при растяжении.

Экспериментальные исследования влияния усилия оттяжки на натяжение нити проводились на плосковязальных машинах типа SILVER 5 кл. и 7 кл. при переработке льняной пряжи и нити СВМ (вискоза) одинаковой линейной плотности 30 текс. Характеристики сырья представлены в табл.1, где  $f$  – коэффициент трения нити о направляющие;  $C_p$  – коэффициент жесткости при растяжении;  $\varepsilon$  – разрывное удлинение;  $H_{из}$  – коэффициент жесткости при изгибе;  $\alpha_{п}$  – доля пластической составляющей деформации нити при изгибе.

Т а б л и ц а 1

Вид пряжи и нити	$f$	$C_p$ , Н/м	$\varepsilon$ , %	$H_{из}$ , сН·мм <sup>2</sup>	$\alpha_{п}$
Льняная беленая	0,23	325	1,28	4,48	0,34
Специальная высокомодульная	0,15	422	1,71	0,55	0,96

При проведении опытов нарабатывались образцы трикотажа переплетением гладь с одинаковой шириной вязания при постоянной и одинаковой для обеих машин настройке пружинного натяжного устройства. Исследования проводились на основе многоуровневых однофакторных экспериментов. Усилие оттяжки трикотажа

устанавливалось на трех уровнях: минимальном – 6,6 сН/пет, среднем – 11,6 сН/пет и максимальном – 18,3 сН/пет. В качестве дополнительного фактора, непосредственно влияющего на структуру трикотажа, выбрана глубина кулирования, которая задавалась на четырех уровнях с помощью настройки регулятора плотности

вязания (3, 4, 5 и 6 – увеличение условной единицы соответствует увеличению глубины кулирования и соответственно уменьшению плотности вязания).

Натяжение нити регистрировалось в процессе вязания в зоне неподвижных направляющих после натяжного прибора. Непрерывная запись натяжения проводилась для нескольких ходов вязальной каретки при каждом сочетании настройки независимых факторов. Расшифровка тен-

зограмм осуществлялась с учетом тарировки с помощью специальной программы. Тензограммы и спектрограммы исследуемых нитей для машин 5 и 7 класса при минимальной (3) настройке регулятора плотности вязания представлены на рис.1...4 (тензограммы и спектрограммы льняной нити на машине 5 класса (рис. 1), льняной нити на машине 7 класса (рис. 2), СВМ нити на машине 5 класса (рис. 3), СВМ нити на машине 7 класса (рис. 4)).

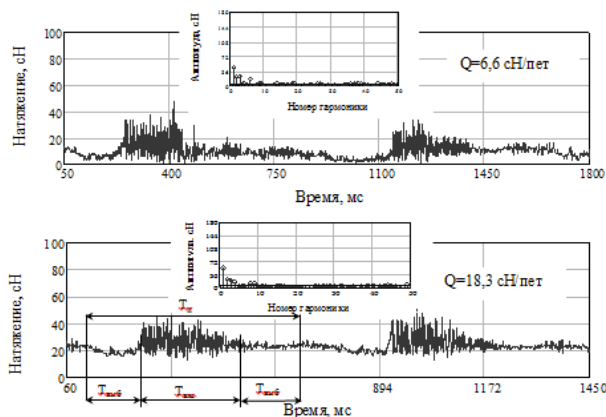


Рис. 1

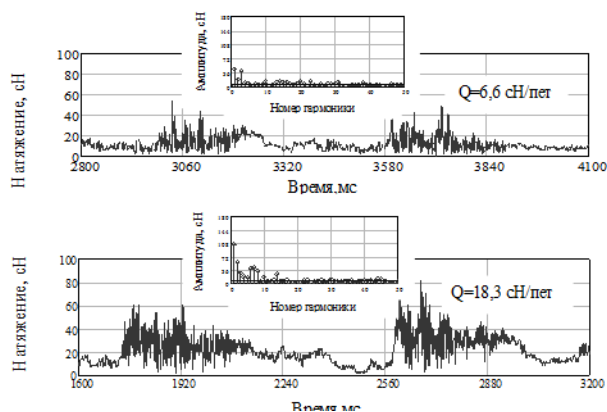


Рис. 2

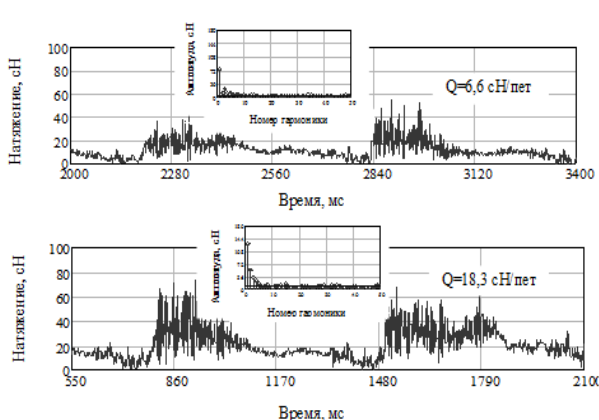


Рис. 3

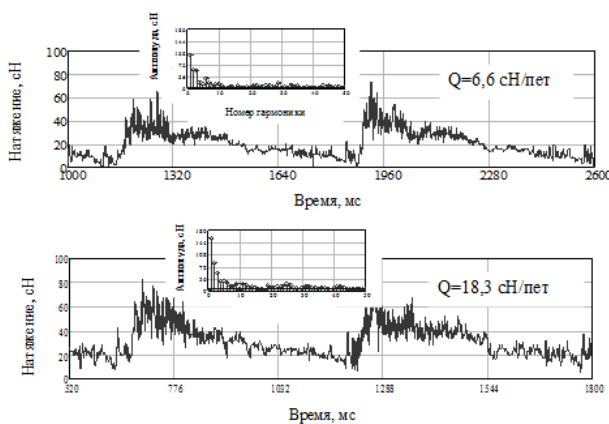


Рис. 4

Характеристики натяжения льняной пряжи на машине SILVER 5 кл. представлены в табл.2, льняной пряжи на машине SILVER 7 кл. – в табл.3, нити СВМ на машине SILVER 5 кл. – в табл.4, нити СВМ на машине SILVER 7 кл. – в табл.5. В табл. 2...5 указаны: Q – усилие оттяжки полотна; ПП – настройка регулятора плотности вязания;  $F_{cp}$  – среднее натяжение

нити за несколько циклов вязания;  $\sigma$  – дисперсия натяжения; C – коэффициент вариации натяжения;  $F_{max}$  – среднее максимальное натяжение нити за несколько циклов вязания. Для оценки стабильности натяжения выбран показатель напряженности Н процесса вязания [2], который характеризует скорость приращения натяжения нити.

Таблица 2

Q, сН/пет	РП	F, сН	$\sigma$ , сН <sup>2</sup>	C	F <sub>max</sub> , сН	H, сН/с
6,6	3	8,61	58	0,68	51,3	3,6
11,6		19,8	60	0,39	61,6	22,7
18,3		20,7	63	0,38	60,4	32,7
6,6	4	15,6	46	0,43	57,9	4,5
11,6		22,9	59	0,34	63,9	22,3
18,3		25,4	60	0,28	62,1	18,5
6,6	5	19,2	68	0,43	64,4	3,6
11,6		21,3	25	0,23	51,1	20,5
18,3		21,4	77	0,41	67,5	21,1
6,6	6	23,4	19	0,19	47,0	2,4
11,6		23,4	27	0,22	61,1	1,8
18,3		23,4	29	0,23	56,9	19,4

Таблица 3

Q, сН/пет	РП	F, сН	$\sigma$ , сН <sup>2</sup>	C	F <sub>max</sub> , сН	H, сН/с
6,6	3	13,5	66	0,44	60,1	3,1
11,6		18,4	28	0,40	40,4	8,1
18,3		23,7	44	0,29	56,0	13,2
6,6	4	17,3	95	0,57	67,1	10,7
11,6		22,9	175	0,57	68,3	22,2
18,3		38,9	136	0,30	89,2	32,7
6,6	5	39,7	112	0,27	92,5	13,6
11,6		40,6	249	0,39	78,9	12,3
18,3		42,7	349	0,43	98,4	48,7
6,6	6	35,3	126	0,31	86,5	13,1
11,6		39,0	117	0,27	87,9	6,8
18,3		39,3	80	0,22	83,9	6,9

Существенность изменения среднего натяжения нити в цикле вязания в каждой группе опытов (табл. 2...5) определялась по критерию Стьюдента [3]. Поскольку в каждой группе опытов изменяемым фактором была оттяжка полотна, следует предположить, что увеличение натяжения нити для всех режимов плотности вязания связано с ростом усилия оттяжки. Это можно объяснить тем, что с возрастанием усилия оттяжки увеличивается и длина нити, расходуемая на петлю за счет того, что смещается положение старой петли на отбойной плоскости, таким образом, путь, который проходит нить при кулировании, увеличивается. При неизменном времени движения замочной системы увеличивается и скорость движения нити.

Рассчитаем среднюю скорость движения нити при вязании конкретных образцов трикотажа в соответствии с настройками, указанными в табл. 2...4. Скорость движения нити будет зависеть от скорости движения каретки и значения длины нити в петле для трикотажа, находящегося в де-

формированном состоянии в процессе вязания:

$$V_n = V_k \cdot \frac{L_m}{t_i}, \quad (1)$$

где  $V_k$  – средняя скорость движения каретки, рассчитанная по экспериментальным тензограммам нити;  $t_i$  – игольный шаг вязальной машины;  $L_m$  – длина нити в петле, находящаяся в деформированном состоянии в процессе вязания.

Среднюю скорость движения каретки рассчитывали исходя из фактического времени вязания одного ряда трикотажа или одного цикла вязания  $T_{ц}$  (рис.1), который складывается из времени формирования трикотажа  $T_{вяз}$  и времени выбега каретки  $2T_{выб}$  при возвратно-поступательном движении каретки.

Выделим на экспериментальной тензограмме (рис. 5 – реализация натяжения льняной пряжи) число целых циклов вязания  $n$  и время  $t_m$ , затрачиваемое на вяза-

ние  $n$  рядов трикотажа. Для того чтобы точно определить время  $t_m$ , необходимо определить на тензограмме точку начала вязания первого цикла  $t_1$  и точку  $t_2$  – окончания вязания последнего цикла.

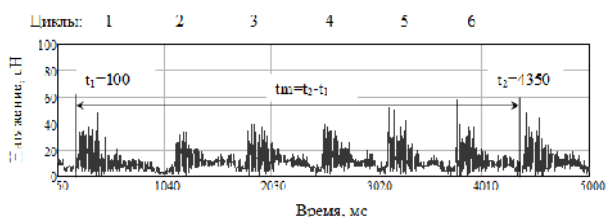


Рис. 5

Затем рассчитаем частоту процесса формирования одного ряда трикотажа:

$$f = \frac{n \cdot 10^3}{t_m} \quad (2)$$

Период одного цикла вязания:

$$T = \frac{1}{f} \quad (3)$$

Длина хода каретки:

$$L = (I_1 + 2I_2)t_i \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где  $I_1$  – количество игл в заправке;  $I_2$  – количество игл, укладываемых на расстояние выбега каретки (принимается удвоенная величина выбега, с учетом обеих сторон по ширине заправки игл).

Средняя скорость движения каретки:

$$V_K = \frac{L}{T} \quad (5)$$

Для расчета  $L_m$  необходимо фактическое значение длины нити в петле после отлежки трикотажа увеличить на величину относительной деформации нити в процессе вязания.

Величина абсолютной  $\lambda$  деформации нити в процессе вязания определяется на основе расчетной тензограммы, характеризующей изменение натяжения по ширине заправки вязальной машины:

$$\lambda = \frac{F}{C_p}, \quad (6)$$

где  $\lambda$  – абсолютная деформация;  $F$  – среднее натяжение нити в цикле вязания;  $C_p$  – коэффициент жесткости при растяжении.

Относительная  $\varepsilon$  деформация:

$$\varepsilon = \frac{\lambda}{L_z} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где  $L_z$  – длина нити в заправке вязальной машины, тогда

$$L_m = L_\phi \varepsilon, \quad (8)$$

где  $L_\phi$  – длина нити в петле образца трикотажа после отлежки.

На рис. 6 представлены графики изменения скорости движения нити при разных вариантах настройки регулятора плотности вязания для различных усилий оттяжки полотна.

В результате анализа изменения скорости движения нити (рис.6) установлено, что с увеличением усилия оттяжки трикотажного полотна при неизменной настройке регулятора плотности вязания скорость движения нити возрастает. Такая тенденция сохраняется для всех исследуемых вариантов плотности вязания.

Наибольшие изменения натяжения нити (табл. 2...5) с увеличением усилия оттяжки полотна проявляются на меньших настройках регулятора плотности вязания РП=3–5 (меньшей глубине кулирования) и соответственно меньшей скорости движения нити. Для настройки РП=6 (большей скорости движения нити) увеличение  $Q$  приводит к незначительному изменению среднего уровня натяжения нити, поступающей в зону вязания, но значительному изменению дисперсии натяжения, коэффициента вариации и показателя напряженности процесса вязания. Рост колебаний натяжения нити и показателя напряженности могут привести к нарушению стабильности петельной структуры трикотажа и изменению конфигурации петли.

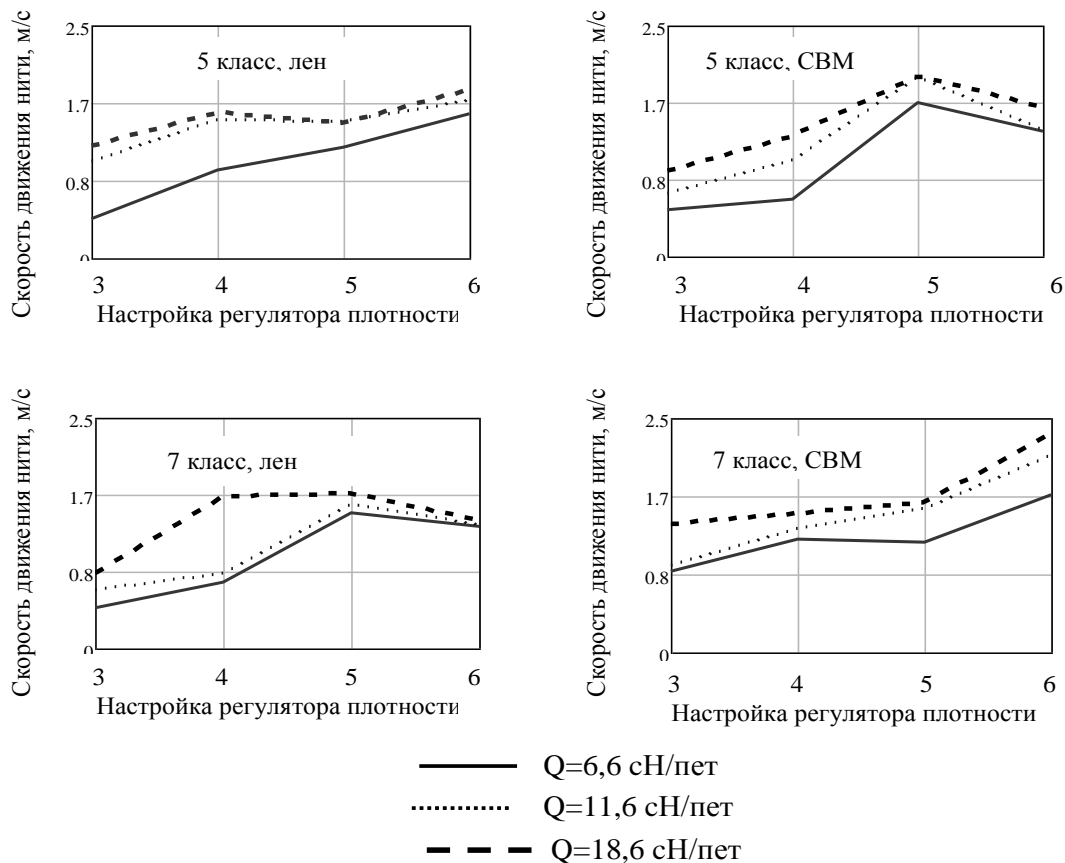


Рис. 6

Для настройки РП=6 характерно невысокое значение показателя напряженности  $H$ , что может свидетельствовать о стабилизации процесса вязания, но для машин данных классов при переработке нитей, обладающих высокими коэффициентом трения и жесткостью при изгибе (льняная пряжа) такие значения показателя напряженности являются неприемлемыми для формирования трикотажа равномерной пе-

тельной структуры. В данном случае для стабилизации процесса вязания и получения трикотажного полотна заданной петельной структуры следует использовать проведение многокритериальной оптимизации, где в качестве критериев оптимизации будут выбраны показатель напряженности процесса вязания и структурные параметры трикотажа.

Таблица 4

Q, сН/пет	РП	F, сН	$\sigma$ , сН <sup>2</sup>	C	F <sub>max</sub> , сН	H, сН/с
6,6	3	13,7	104	0,69	59,4	6,8
11,6		17,2	126	0,62	67,0	7,7
18,3		23,7	157	0,51	76,7	35,9
6,6	4	14,1	234	1,03	89,5	30,0
11,6		23,1	187	0,54	82,8	34,0
18,3		29,1	128	0,38	87,2	56,1
6,6	5	31,1	164	0,33	98,6	21,0
11,6		35,3	142	0,34	103	42,1
18,3		37,0	171	0,39	105	27,0
6,6	6	24,5	136	0,40	90,2	45,0
11,6		24,8	153	0,45	90,7	49,0
18,3		25,7	112	0,48	91,5	53,0

Q, сН/пет	РП	F, сН	$\sigma$ , сН <sup>2</sup>	C	F <sub>max</sub> , сН	H, сН/с
6,6	3	34,7	218	0,42	101	13,6
11,6		37,8	219	0,39	93,5	16,2
18,3		38,2	242	0,48	97,3	17,7
6,6	4	34,9	150	0,35	76,2	15,5
11,6		35,3	155	0,35	79,6	10,1
18,3		40,2	234	0,38	94,8	17,3
6,6	5	26,8	208	0,55	81,5	9,1
11,6		36,4	363	0,52	93,8	19,6
18,3		37,4	226	0,40	90,7	21,9
6,6	6	45,7	344	0,40	94,5	26,1
11,6		47,1	318	0,41	98,1	24,0
18,3		48,2	381	0,43	99,1	28,1

Характер натяжения в цикле вязания исследуемых видов нити (рис. 1...4) практически не изменяется. Процесс переработки СВМ нитей (рис. 1, 2) по сравнению с льняной пряжей (рис. 3, 4) протекает при большем среднем значении натяжения нити, поступающей в зону вязания, что вызвано более высоким значением жесткости на растяжение и разрывным удлинением СВМ нитей.

В результате сравнительного анализа спектров натяжения (рис. 1...4) исследуемых видов нитей и показателя напряженности (табл. 2...5) установлено, что СВМ нити перерабатываются в более напряженных условиях по сравнению с льняными. Для спектров СВМ нитей характерны высокие значения амплитуды первых низкочастотных составляющих, определяющих характер натяжения в цикле вязания. Достаточно высокие значения амплитуд гармоник СВМ нити свидетельствуют о напряженных условиях протекания процесса вязания. Увеличение усилия оттяжки приводит к росту значений амплитуды максимальной гармоники спектров для всех исследуемых режимов вязания.

## ВЫВОДЫ

1. Изменение усилия оттяжки полотна из льняной пряжи и нитей СВМ оказывает существенное влияние на среднее натяжение нити, поступающей в зону вязания, что объясняется увеличением скорости движения нити за счет увеличения длины нити в петле при увеличении оттяжки полотна.

2. Установлено, что при одинаковом изменении условий вязания уровень напряженности процесса переработки льняной пряжи ниже, чем при переработке СВМ нитей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цитович И.Г. Технологическое обеспечение качества и эффективности процессов вязания поперечновязанного трикотажа. – М.: Легпромиздат, 1992.
2. Крутикова В.Р., Банакова Н.В. Оценка показателя напряженности процесса вязания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №6. С.72...75.
3. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования тканей и трикотажа. Поступила 30.09.14.