

## **Влияние технологических параметров заправки ткацкого станка СТБМ-180 на натяжение нитей коренной и петельной основы**

**М. В. Назарова, В. Ю. Романов**

**Камышинский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»,  
г. Камышин, Российская Федерация  
ttp@kti.ru**

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы исследования, позволяющего установить взаимосвязь между технологическими параметрами выработки петельной ткани и натяжением нитей коренной и петельной основы за цикл работы ткацкого станка СТБМ-180.

В работе был проведён активный эксперимент, в результате которого были получены математические модели, описывающие изменение натяжения нитей коренной и петельной основы в основные периоды тканеобразования от параметров заправки ткацкого станка.

В результате анализа полученных математических моделей и последующей оптимизации методом канонического преобразования полученной в результате эксперимента математической модели, были получены оптимальные технологические параметры выработки петельной ткани с минимальными значениями натяжения нитей коренной и петельной основы.

*Ключевые слова:* петельные ткани, натяжение основных нитей, исследование.

## **Research of Influence of Initial Parameters of STBM-180 Loom on Warp Yarns Tension**

**M. Nazarova, V. Romanov**

**Kamyshin Technological Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russia  
ttp@kti.ru**

*Abstract.* The article examines the research issues, allowing to determine the relationship between technological parameters of loop fabric production and the tension of ground and loop warp threads during a working cycle STBM-180 loom.

During the research an active experiment was done, resulting in mathematical models, describing the change in the tension of the ground and loop warp threads during the main periods of fabric formation.

The analysis of the mathematical models and its subsequent optimization by canonical transformation of the model enabled to receive optimal technological parameters for loop fabric production with the minimum values of ground and loop warp threads tension.

*Keywords:* loop fabric, warp yarns tension, research.

В России в последнее время отмечается рост производства изделий легкой промышленности. Причем повышенным спросом пользуются ткани новых структур и улучшенных потребительских свойств. Поставленная правительством задача импортозамещения ставит перед текстильщиками задачу повышения качества выпускаемых тканей, которые могут составить конкуренцию тканям, поступающим из стран азиатского региона. Традиционно высоким сохраняется спрос на ткани петельные, которые используются для производства полотенец. К полоте-

чным тканям предъявляются повышенные требования по таким физико-механическим показателям, как прочность и гигроскопичность. Поэтому целью данной научной работы является изучение условий выработки петельной ткани, которые в конечном итоге позволят улучшить её качественные характеристики. Например, при выработке петельных тканей максимальной прочности необходимо на ткацком станке установить такие заправочные параметры, при которых натяжение нитей основы будет минимальным.

Как известно, натяжение основных нитей на лю-

бом ткацком станке создаётся соответствующей наладкой основного регулятора и установкой соответствующего заправочного натяжения.

Исходя из особенностей выработки петельных тканей, характер изменения натяжения основных нитей несколько отличается от характера изменения натяжения основных нитей при изготовлении тканей главных переплетений, так как при выработке петельных тканей используется две системы основных нитей, кроме того, присутствуют особые условия прибора уточных нитей.

Кроме того, характер изменения натяжения нитей основы в основные периоды тканеформирования зависит от геометрических размеров образующего зева. Поэтому в данной работе проведены исследования по изучению влияния заправочных параметров выработки петельной ткани на натяжение нитей коренной и петельной основы в основные периоды тканеобразования.

Проведённый анализ научных работ, посвящённых исследованию технологического процесса выработки тканей, показал что, например, в работе [4] Н. П. Розанова исследовался вопрос о соотношении натяжения нитей петельной и коренной основ при выработке петельной ткани и характер изменения натяжения нитей основы при её формировании.

В результате этого исследования было установлено, что незначительное изменение плотности ткани по утку (на 2–3 н/см) требует соответствующей установки заправочного натяжения коренной и петельной основ, так как иначе петли получаются неравномерными и выработка ткани может быть вообще затруднена.

Кроме того, соотношение заправочного натяжения коренной и петельной основ зависит от переплетения грунта ткани, причём натяжение петельной основы должно быть в 1,4–1,6 раз меньше заправочного натяжения коренной основы.

А. А. Арбитан в работе [1] делает вывод, что качество основоворсовой ткани определяется главным образом структурой ворсового покрова и в первую очередь количеством петель ворса на единице площади ткани и линейной плотностью ворсовой нити.

В одном из разделов автором [1] исследован процесс отпуска и натяжения ворсовой основы. Проведённые расчёты показывают, что динамическая составляющая натяжения ворсовой основы в некоторых случаях достигает половины общего заправочного натяжения. С увеличением высоты ворса это натяжение ещё больше возрастает. В результате анализа некоторых эксплуатационных свойств основоворсовых перевивочных тканей было установлено, что величина шага петли по основе оказывает определённое влияние на устойчивость ворса к смятию и особенно на прочность закрепления петли в грунте. Кроме того, была выведена зависимость прочности за-

крепления ворсовых петель от угла изгиба ворсовой нити, которая выражается экспоненциальной функцией.

К недостаткам этой работы можно отнести то, что автоматические ткацкие станки уже потеряли свою актуальность и в настоящее время применение данного способа либо невозможно, либо вызовет большие трудности в переоснащении имеющегося оборудования.

В работе [2] Михлиной Л. П. определялись закономерности в изменениях деформации и натяжения основных нитей при изменении положения конструктивно-заправочной линии ткацкого станка, перемещения скала по высоте и величине заступа, устанавливалась их связь от каждого параметра в отдельности и от всех вместе. В результате отмечалось, что полное натяжение основы, имеющее место в любой момент работы станка, будет состоять из заправочного натяжения и из приращения, возникающих от действия на упругую систему ряда механизмов станка и положения конструктивно-заправочной линии в этот момент времени.

Таким образом, анализ этих работ показал, что исследования технологических режимов изготовления тканей необходимо проводить комплексно с учетом технологии изготовления, строения и свойств вырабатываемых тканей. Кроме того, целесообразно использовать современные методы исследования и оптимизации, позволяющие учитывать одновременно большое количество факторов и взаимное влияние их друг на друга.

Базой для проведения исследований по изучению условий выработки петельной ткани являлась лаборатория ткачества Камышинского технологического института (филиал) Волгоградского государственного технического университета.

В качестве объекта исследования была выбрана хлопчатобумажная петельная ткань, вырабатываемая на ткацком станке СТБМ-180 [5]. Надо отметить, что особенностью строения петельной ткани является то, что для её выработки требуется две системы основных и одна система уточных нитей. Причем конструкция основных регуляторов для коренной и петельной основ совершенно разная.

Поэтому для оценки степени влияния основных технологических параметров выработки петельной ткани на изменение натяжения основы в основные моменты тканеформирования в качестве управляемых параметров выбраны:  $X_1$  – заправочное натяжение коренной основы, сН;  $X_2$  – заправочное натяжение петельной основы, сН;  $X_3$  – величина задней части зева (вынос зева), мм [3].

Уровни варьирования факторов выбирались из условий возможности получения качественной ткани в ходе предварительного эксперимента и приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения варьируемых факторов

Факторы	Уровни варьирования			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
$X_1$ , сН	40	55	70	15
$X_2$ , сН	20	30	40	10
$X_3$ , мм	310	360	410	50

Для изучения влияния технологических параметров выработки петельной ткани на натяжение нитей основы использовался метод проведения эксперимента по матрице планирования Бокс-3, так как она удо-

влетворяет требованиям оптимальности оценок коэффициентов модели и выходных параметров при меньшем числе опытов. В таблице 2 представлены результаты эксперимента по плану Бокс-3.

Таблица 2 – Результаты проведения эксперимента [5]

№	$X_1$	$X_2$	$X_3$	Коренная основа			Петельная основа		
				$Y_1$ , сН	$Y_2$ , сН	$Y_3$ , сН	$Y_4$ , сН	$Y_5$ , сН	$Y_6$ , сН
1	+	+	+	75	150	115	55	83	80
2	-	+	+	45	85	70	54	85	86
3	+	-	+	65	128	98	37	60	55
4	-	-	+	35	70	52	34	57	52
5	+	+	-	80	155	120	54	81	76
6	-	+	-	50	100	75	50	77	72
7	+	-	-	70	141	105	30	45	40
8	-	-	-	40	81	61	31	46	42
9	+	0	0	70	140	105	44	66	62
10	-	0	0	40	80	60	40	60	56
11	0	+	0	60	120	90	42	63	57
12	0	-	0	50	100	77	38	57	53
13	0	0	+	55	110	83	40	60	55
14	0	0	-	50	99	76	40	60	56

В результате обработки экспериментальных данных были получены следующие регрессионные уравнения, устанавливающие связь между технологическими параметрами ткацкого станка СТБМ-180 и натяжением нитей *коренной* и *петельной* основой за цикл работы ткацкого станка:

1) натяжение коренной основы:

– в момент заступа

$$Y_1 = 52,5 + 15X_1 + 5X_2 - 1,5X_3 + 2,5X_1^2 - 2,5X_2^2;$$

– в момент прибоа

$$Y_2 = 105,38 + 29,8X_1 + 9X_2 - 3,3X_3 + 0,25X_1X_2 + X_1X_3 + 0,5X_2X_3 + 4,625X_1^2 + 4,625X_2^2 - 0,875X_3^2;$$

– в момент полного открытия зева

$$Y_3 = 79,25 + 22,5X_1 + 7,7X_2 - 1,9X_3 + 0,25X_1X_3 + 0,75X_2X_3 + 3,25X_1^2 + 4,25X_2^2 - 0,25X_3^2;$$

2) натяжение петельной основы:

– в момент заступа

$$Y_4 = 39,44 + 1,1X_1 + 8,5X_2 + 1,5X_3 + 0,37X_1X_2 + 0,13X_1X_3 - 0,63X_2X_3 + 2,56X_1^2 + 0,56X_2^2 - 0,56X_3^2;$$

– в момент прибоа

$$Y_5 = 58,13 + X_1 + 12,4X_2 - 3,6X_3 - 0,25X_1X_3 - 2X_2X_3 + 4,87X_1^2 + 1,87X_2^2 + 1,87X_3^2;$$

– в момент полного открытия зева:

$$Y_6 = 53,31 + 0,5X_1 + 12,9X_2 + 4,2X_3 - 0,38X_1X_2 - 0,63X_1X_3 - 0,88X_2X_3 + 5,69X_1^2 + 1,69X_2^2 + 2,19X_3^2.$$

На основании анализа уравнений регрессии, характеризующих связь между технологическими параметрами и натяжением нитей *коренной* основы за

цикл работы ткацкого станка можно сделать следующие выводы:

1) максимальное влияние на натяжение нитей коренной основы в моменты заступа, прибоа и при полном открытии зева с учетом выбранных интервалов варьируемых факторов оказывает заправочное натяжение коренной основы (фактор  $X_1$ );

2) увеличение заправочного натяжения как коренной, так и петельной основы приводит к росту натяжения коренной основы;

3) минимальное влияние на среднее натяжение коренной основы в основные моменты тканеформирования оказывает величина задней части зева (фактор  $X_3$ );

4) увеличение величины задней части зева приводит к уменьшению натяжения коренной основы в основные моменты тканеформирования.

Для получения оптимальных заправочных параметров ткацкого станка в качестве метода оптимизации использовался метод канонического преобразования полученных математических моделей. Этот метод реализовывался в программной среде Mathcad, где были построены двухмерные сечения поверхностей отклика.

В результате анализа этих поверхностей были получены следующие выводы:

1) оптимальные технологические параметры выработки петельных тканей, позволяющие вырабатывать ткань с минимальным натяжением нитей коренной основы в момент заступа ( $Y_1 = 31$  сН), равны:  $X_1 = 40$  сН;  $X_2 = 20$  сН;  $X_3 = 410$  мм;

2) оптимальные технологические параметры выработки петельных тканей, позволяющие вырабатывать ткань с минимальным натяжением нитей коренной основы в момент прибоа ( $Y_2 = 70,4$  сН), равны:  $X_1 = 40$  сН;  $X_2 = 20$  сН;  $X_3 = 410$  мм;

3) оптимальные технологические параметры выработки петельных тканей, позволяющие вырабатывать ткань с минимальным натяжением нитей коренной основы в момент полного открытия зева ( $Y_3 = 53,4$  сН), равны:  $X_1 = 40$  сН;  $X_2 = 20$  сН;  $X_3 = 410$  мм.

На основании анализа уравнений регрессии, характеризующих связь между технологическими параметрами и натяжением нитей петельной основы за цикл работы ткацкого станка, можно сделать следующие выводы:

1) максимальное влияние на натяжение нитей петельной основы в моменты заступа, прибоя и при полном открытии зева с учетом выбранных интервалов варьируемых факторов оказывает заправочное натяжение петельной основы (фактор  $X_2$ );

2) увеличение заправочного натяжения петельной основы приводит к росту её натяжения в основные моменты тканеформирования;

3) минимальное влияние на среднее натяжение петельной основы в основные моменты тканеформирования оказывает величина заправочного натяжения коренной основы (фактор  $X_1$ ), что может быть связано с тем, что нити петельной основы во время прибоя утка скользят по сильно натянутым нитям коренной основы;

4) в отличие от изменения натяжения коренной основы, увеличение величины задней части зева приводит к увеличению натяжения петельной основы, что может быть связано с особой конструкцией механизма отпуска петельной основы.

В результате проведения процесса оптимизации по петельной основе можно сделать следующие выводы:

1) оптимальные технологические параметры выработки петельных тканей, позволяющие вырабатывать ткань с минимальным натяжением нитей петельной основы в момент заступа ( $Y_4 = 28,78$  сН), равны:  $X_1 = 53,2$  сН;  $X_2 = 20$  сН;  $X_3 = 310$  мм;

2) оптимальные технологические параметры выработки петельных тканей, позволяющие вырабатывать ткань с минимальным натяжением нитей петельной основы в момент прибоя ( $Y_5 = 47,22$  сН), равны:  $X_1 = 53,6$  сН;  $X_2 = 20$  сН;  $X_3 = 381,1$  мм;

3) оптимальные технологические параметры выработки петельных тканей, позволяющие вырабатывать ткань с минимальным натяжением нитей петель-

ной основы в момент полного открытия зева ( $Y_6 = 39,1$  сН), равны:  $X_1 = 53$  сН;  $X_2 = 20$  сН;  $X_3 = 310$  мм.

Полученные математические модели изменения натяжения основы в различные моменты тканеформирования позволяют прогнозировать напряженность заправки ткацкого станка и управлять технологическим процессом за счет соответствующего сочетания технологических параметров.

Решая компромиссную многокритериальную задачу оптимизации были получены следующие оптимальные заправочные параметры:  $X_1 = 47,5$  сН;  $X_2 = 20$  сН;  $X_3 = 360$  мм.

При наладке ткацкого станка следует руководствоваться полученными уравнениями и изменять параметры в необходимых пределах для достижения оптимального натяжения основы в различные моменты тканеформирования.

Натяжение основы в конечном итоге предопределяет напряженно-деформированное состояние нитей на ткацком станке, влияет в значительной степени на обрывность нитей, производительность ткацкого станка и труда.

## Выводы

1. Определены технологические параметры, в наибольшей степени влияющие на натяжение нитей коренной и петельной основ и предопределяющие напряженно-деформированное состояние заправки ткацкого станка.

2. Анализ полученных математических моделей натяжения коренной и петельной основ в различные периоды тканеформирования в зависимости от заправочного натяжения коренной основы, заправочного натяжения петельной основы и величины задней части зева свидетельствует о том, что две системы основных нитей не являются изолированными друг от друга при изготовлении петельных тканей. Изменение заправочного натяжения одной системы нитей приводит к изменению натяжения нитей в различные периоды тканеформирования уже обеих систем нитей. Можно предположить, что это происходит за счёт изменения сил нормального давления коренной и петельной основы на уточную нить, в следствие чего меняется изогнутость нитей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арбитан, А. А. Исследование технологии изготовления петельных основоворсовых тканей перевивочного переплетения : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. А. Арбитан. – Ленинград, 1967. – 18 с.
2. Михлина, Л. П. Исследование влияния технологических параметров заправки ткацкого станка СТБ2-330 на процесс формирования капроновой ткани : дис. ... канд. техн. наук / Л. П. Михлина. – Москва, 1970. – 224 с.
3. Назарова, М. В. Определение оптимальных заправочных параметров строения петельной ткани / М. В. Назарова, В. Ю. Романов // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 4. – С. 92–98.
4. Розанова, Н. П. О натяжении петельной и грунтовой основ при выработке петельной ткани / Н. П. Розанова // Сборник научных трудов МТИ. – Москва, 1958. – Т. XX. – С. 124–128.
5. Романов, В. Ю. Разработка оптимальных технологических параметров выработки петельной ткани : дис. ... канд. техн. наук / В. Ю. Романов. – Москва, 2009. – 201 с.

#### REFERENCES

1. Arbitan, A. Investigation of the technology of manufacturing the loopy pile fabrics of the leno interweaving : abstract of dissertation ... kand. techn. sciences / A. Arbitan. – Leningrad, 1967. – 18 p.
2. Mihlina, L. Investigation of the influence of technological parameters of refilling the weaving loom STB2-330 on the process of production of nylon fabric : dissertation ... kand. techn. sciences / L. Mihlina. – Moscow, 1970. – 224 p.
3. Nazarova, M. Definition of optimum threading refueling parameters of the structure looping fabric / M. Nazarova, V. Romanov // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. – 2007. – № 4. – P. 92–98.
4. Rozanova, N. On the tension of the ground and loop warp threads in the production of terry fabric / N. Rozanova // *Collection of scientific papers MTI*. – Moscow, 1958. – Vol. XX. – P. 124–128.
5. Romanov, V. Development of optimal technological parameters for the production of terry fabric : dissertation ... kand. techn. sciences / V. Romanov. – Moscow, 2009. – 201 p.

#### SPISOK LITERATURY

1. Arbitan, A. A. Issledovanie tehnologii izgotovlenija petel'nyh osnovovorsovnyh tkaney perevivochnogo pereplet-enija : avtoref. diss. ... kand. tehn. nauk / A. A. Arbitan. – Leningrad, 1967. – 18 s.
2. Mihlina, L. P. Issledovanie vlijanija tehnologicheskikh parametrov zapravki tkackogo stanka STB2-330 na process formirovanija kapronovoj tkani : diss. ...kand. tehn. nauk / L. P. Mihlina. – Moskva, 1970. – 224 s.
3. Nazarova, M. V. Opredelenie optimal'nyh zapravochnykh parametrov stroenija petel'noj tkani / M. V. Nazarova, V. Yu. Romanov // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. – 2007. – № 4. – S. 92–98.
4. Rozanova, N. P. O natjazhenii petel'noj i gruntovoj osnov pri vyrabotke petel'noj tkani / N. P. Rozanova // *Sbornik nauchnyh trudov MTI*. – Moskva, 1958. – T. XX. – S. 124–128.
5. Romanov, V. Yu. Razrabotka optimal'nyh tehnologicheskikh parametrov vyrabotki petel'noj tkani : diss. ... kand. tehn. nauk / V. Yu. Romanov. – Moskva, 2009. – 201 s.

Статья поступила в редакцию 14.11.2017