

**К ВОПРОСУ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА ТИПОРАЗМЕРА ГАЛЕВА РЕМИЗКИ****TO THE QUESTION OF RATIONAL CHOICE SIZE GALEVA HEALDS**

*Л.А. СЕКОВАНОВА, Ю.А. СОБАШКО, А.В. САВКИН*  
*L.A. SEKOVANOVA, J.A. SOBASHKO, A.V. SAVKIN*

(Костромской государственный технологический университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: sekovla@yandex.ru

*Рассмотрен метод поддержки рационального выбора типоразмера галев ремизки. Рациональный выбор основан на математическом моделировании процесса воздействия галев на основные нити и численном критерии интенсивности этого воздействия. Разработанная ранее модель процесса уточнена и дополнена моделью расчета длины основы, необходимой для формирования одного элемента ткани.*

*The method support rational choice size heddles healds. Rational choice based on mathematical modeling of the process of impact heddles on the main thread and numerical criteria intensity of this impact. A General model of the process of revised and up-complete model of calculating the length of the basics needed to form one element of the fabric.*

**Ключевые слова:** технологическая оснастка, галево, основные нити, моделирование процесса, критерий эффективности, уработка основных нитей.

**Keywords:** technological equipment, galeva, the main thread, process modeling, the criterion of efficiency, run-in of thread.

В настоящее время ассортимент технологической оснастки (галева, ламели, шпарутки, берда и др.), выпускаемой отечественными и зарубежными производителями, весьма широк и насчитывает десятки типоразмеров каждого наименования. При выборе оснастки текстильные предприятия, как правило, руководствуются ее стоимостью, сроком службы и удобством в эксплуатации, что подразумевает также снижение себестоимости и повышение качества вырабатываемых тканей. Чтобы сделать правильный выбор, сравнивая между собой по эффективности различные варианты, нужно иметь количественный критерий – показатель эффективности.

Для исследования воздействия оснастки на текстильные нити и ткань в основном используются физическое и математическое моделирование. Физическое моделирование менее универсально, чем ма-

тематическое, требует больших затрат времени и средств. Кроме того, при исследовании влияния отдельных параметров на ход процесса иногда требуется исключить воздействие внешних случайных факторов. Этого практически невозможно добиться при проведении физических и натурных экспериментов.

В работе [1] в общем виде рассмотрен метод автоматизированного выбора рационального варианта технологической оснастки на основе математической модели ее взаимодействия с текстильным продуктом. Для успешного решения поставленной задачи математическая модель должна эффективно (достаточно правильно) отображать реальный процесс.

Одним из наиболее важных элементов оснастки является галево ремизки. Значимость его связана не только с массой и сроком службы, но и существенным

влиянием на уровень обрывности и, следовательно, на производительность ткацкого станка и качество вырабатываемой ткани. Известно, что наибольшие разрушающие воздействия при взаимодействии с нитенаправляющими элементами ткацкого станка основные нити получают именно в глазках галев ремиз:

1) нить в процессе ткачества совершает возвратно-поступательные движения через глазок, и элемент нити может подвергаться воздействию сил трения неоднократно;

2) интенсивность истирающих воздействий зависит от скорости нарастания фрикционных связей;

3) фрикционные связи обусловлены контактным напряжением смятия нити, величина которого определяется формой поверхности контакта, ее площадью и т.д.

Поэтому интенсивность разрушающих воздействий, воспринимаемых основными нитями в процессе ткачества, можно характеризовать интенсивностью их контактного и фрикционного взаимодействия с галевами [2].

В математической модели взаимодействия основной нити с галевом, представленной в работе [3], за критерий интенсивности разрушающих воздействий, воспринимаемых основной нитью за период образования элемента ткани, принята величина

$$\text{Int} = f\sigma_{\text{см}} m v_{\text{ср}}, \quad (1)$$

где  $f$  – коэффициент трения скольжения нити по поверхности глазка;  $\sigma_{\text{см}}$  – максимальное напряжение смятия нити;  $m$  – число взаимных перемещений при возвратно-поступательном движении нити относительно глазка;  $v_{\text{ср}}$  – средняя скорость перемещения нити через глазок.

Для расчета максимального напряжения смятия  $\sigma_{\text{см}}$  взята известная формула Герца контактного взаимодействия двух цилиндров с взаимно перпендикулярными осями [4]. Число взаимных перемещений  $m$  нити относительно глазка галева зависит от суммарной величины пути трения  $\sum S_t$  и длины основы  $\Delta\ell_o$ , необходимой для формирования одного элемента ткани:

$$m = \sum S_t / \Delta\ell_o. \quad (2)$$

В работе [3] величина  $\Delta\ell_o$  рассчитывалась по формуле  $\Delta\ell_o = 100(1 + 0,01a_o)/P_y$ , где  $P_y$  – плотность ткани по утку (нитей/дм),  $a_o$  – величина уработки нитей основы (%).

Величина уработки, указанная в технических заправочных расчетах на ткань, вычисляется как относительная разность между длиной основной нити, заработанной в ткань, и длиной выработанной ткани после отлежки. Поэтому может значительно отличаться от расчетной для однородной идеально гибкой, нерастяжимой нити с круговым поперечным сечением, принятой в работе [3]. Следовательно, для уточнения Int-критерия эффективности (1) необходима математическая модель расчета величины  $\Delta\ell_o$  – длины нити основы, которая, с учетом указанных допущений и ограничений, требуется на образование одного элемента ткани полотняного переплетения на ткацком станке.

Известно, что основная нить, огибая уточные нити, по форме близка к синусоиде. Поэтому за величину  $\Delta\ell_o$  обычно принимают длину полуволны синусоиды:

$$f(t) = 0,5(r_o + r_y) \sin \frac{\pi}{\Delta\ell_y} t,$$

где  $\Delta\ell_y$  – расстояние между центрами двух соседних уточных нитей;  $r_y$  и  $r_o$  – радиусы поперечного сечения уточной и основной нити соответственно.

Однако аналитический метод расчета длины дуги синусоиды приводит к небезрешаемому интегралу, который вычисляется только численными методами:

$$\Delta\ell_o = \int_0^{\Delta\ell_y} \sqrt{1 + a \cos^2 \frac{\pi}{\Delta\ell_y} t} dt, \quad (3)$$

где  $\Delta\ell_y = \frac{100}{P_y}$ ,  $a = \frac{\pi^2 (r_o + r_y)^2}{4(\Delta\ell_y)^2}$

Для того чтобы получить аналитическое выражение для вычисления длины

дуги основной нити и тем самым ускорить процесс ее вычисления в программной модели, примем ее за дугу окружности подходящего радиуса. В этом случае удобно воспользоваться формулой Гюйгенса:

$$\Delta l_o \approx 2l + \frac{1}{3}(2l - L), \quad (4)$$

где  $l = |OA|$ ,  $L = |OB| = \Delta l_y$ . С уменьшением угловой меры дуги относительная погрешность формулы Гюйгенса резко уменьшается. Если дуга OAB содержит  $60^\circ$ , то относительная погрешность составляет примерно  $0.02\%$  (рис. 1 – дуга окружности OAB с центром в точке  $O_1$ ).

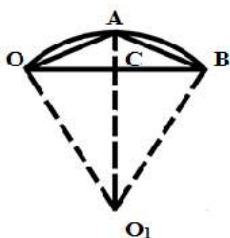


Рис. 1

На основе формулы Гюйгенса и с учетом принятых допущений получена математическая модель расчета  $\Delta l_o$  длины нити основы (мм), которая требуется на об-

разование одного элемента ткани полотняного переплетения:

$$\Delta l_o = \frac{8}{3} \sqrt{\left(\frac{50}{p_y}\right)^2 + 0,25(r_o + r_y)^2} - \frac{100}{3p_y}. \quad (5)$$

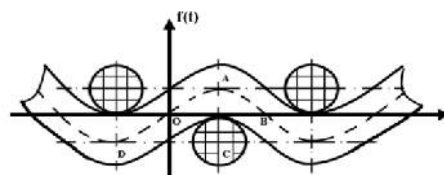


Рис. 2

Для ткани полотняного переплетения с одинаковой линейной плотностью нитей основы и утка (рис.2) формула (5) примет вид:

$$\Delta l_o = \frac{8}{3} \sqrt{\left(\frac{50}{p_y}\right)^2 + (r_y)^2} - \frac{100}{3p_y}. \quad (6)$$

В табл. 1 приведены характеристики тканей и расчетные значения длины основы, приходящейся на один продольный элемент некоторых видов тканей, вырабатываемых в настоящее время в ткацком производстве ООО "БКЛМ-АКТИВ" (г. Кострома).

Таблица 1

Ткань	Вид и линейная плотность пряжи, текс	Число нитей на1дм		Расчетные радиусы поперечного сечения нитей, мм		Расчетные значения $\Delta l_o$ , мм	
		основа( $P_o$ )	уток( $P_y$ )	основа( $r_o$ )	уток( $r_y$ )	формула(6)	интеграл(3)
№1 Обр. 06003	БМ 56 ВЛ	172	156	0,14	0,14	0,72	0,70
№2 Обр. 876	БМ 86 ОЛ	139	132	0,17	0,17	0,85	0,83
№3 Обр. 506080	БМ 86 ОЛ	109	83	0,17	0,17	1,27	1,3
№4 Обр. 905069	С 29 х/б	208	115	0,1	0,1	0,9	0,92

Для каждой ткани вычислены значения  $\Delta l_o$  по формуле (6) и численным методом Симпсона с помощью интеграла (3). Результаты расчета показали, что значения  $\Delta l_o$ , вычисленные через длину дуги окружности (6) и длину дуги синусоиды (3),

отличаются незначительно. При этом численный метод, ввиду накапливающейся погрешности, в некоторых случаях дает столь малые значения  $\Delta l_o$ , что приводит к отрицательной уработке. Анализ значений уработки, указанной в технических запра-

вочных расчетах на ткани данного ассортимента и вычисленной согласно модели (5), показал, что данная модель вполне адекватно представляет величину  $\Delta\ell_0$ .

На основе программной модели, представленной в работе [3], разработана подсистема СППР (система поддержки принятия решения) автоматизированного выбора рационального типоразмера галева для заданного артикула ткани. Программная модель дополнена моделью расчета  $\Delta\ell_0$  и переведена на язык Microsoft Visual C# 2010 Express с улучшенным интерфейсом. По усовершенствованной программной

модели проведен машинный эксперимент с целью определения рационального типоразмера галева для рассматриваемых видов тканей, а также влияния фазы строения ткани на величину выходного параметра Int.

Для машинного эксперимента были взяты семь типоразмеров металлических галев из ремизной проволоки (ОАО "Ремиз", г. Иваново) и три типоразмера пластинчатых галев для ремизных рам с узкими галевоносителями (ОАО "Красная Маевка", г. Кострома). Характеристики галев приведены в табл. 2.

Таблица 2

Обозначение	Вид галева	Тип галева	Размеры поперечного сечения проволоки или пластины, мм	Размеры ушка, мм	Размеры глазка, мм
2 М	Металлическое	II	d=0,4	16,0×5,0	6,0×3,0
3 М	Металлическое	II	d=0,5	16,0×5,0	4,0×2,0
6 М	Металлическое	II	d=0,8	16,0×5,0	6,0×3,0
7 М	Металлическое	II	d=0,8	16,0×8,0	8,0×3,0
1 П	Пластинчатое	I	2,3×0,35	16,0×1,7	6,0×1,5
2 П	Пластинчатое	I	2,6×0,4	16,0×1,7	6,5×1,8
3 П	Пластинчатое	I	2,0×0,3	16,0×1,7	5,5×1,2

Для тканей, указанных в табл.1, вычислялось значение Int-критерия интенсивности разрушающих воздействий галева на основную нить. В табл. 3 (результаты машинного эксперимента), в порядке возрастания числовых значений критерия, помещены три "лучших" результата для каждой ткани. Эксперимент с моделью (6), адап-

тированной к расчету величины  $\Delta\ell_0$  для 9-й фазы строения ткани, показал, что значения выходного параметра Int реагируют на изменение фазы строения ткани, но сравнительное соотношение его значений не изменяется. Таким образом, изменение фазы строения ткани не влияет на выбор рационального типоразмера галева.

Таблица 3

Номер ткани	Пластинчатые галева		Наилучший вариант галева	Металлические галева		Наилучший вариант галева
	критерий Int, Дж/мм <sup>2</sup>	галево		критерий Int, Дж/мм <sup>2</sup>	галево	
1	12,8	1П	1П	12,17	6М	6М
	13,79	3П		12,43	7М	
	16,91	2П		17,18	3М	
2	10,47	1П	1П	9,45	6М	6М
	11,31	3П		9,66	7М	
	14,23	2П		12,46	3М	
3	6,32	1П	1П	5,37	6М	6М
	6,87	3П		5,49	7М	
	8,79	2П		7,66	3М	
4	9,13	1П	1П	9,39	6М	6М
	9,97	3П		9,6	7М	
	12,62	2П		13,02	2М	

Результаты машинного эксперимента для рассматриваемых тканей показали, что проволочные галева оказывают меньшие разрушающие воздействия на льняную и оческовую пряжу, чем пластинчатые. Для ткани из хлопчатобумажной пряжи в основе и утке (обр. 905069), вырабатываемой на ООО "БКЛМ-Актив", г. Кострома, целесообразнее использовать пластинчатые галева 1П.

Дальнейшее совершенствование модели предполагается в направлении учета стохастичности процесса. Рассматриваемая модель имитирует взаимодействие нити с элементами технологической оснастки во времени без учета неровноты пряжи по толщине. Для определения влияния на критерий интенсивности  $I_{\text{нр}}(\text{нр})$  неровноты пряжи по линейной плотности разработаны стохастические модели расчета толщины пряжи в момент ее взаимодействия с глазком галева ([5], [6]).

## ВЫВОДЫ

1. Для уточнения критерия интенсивности взаимодействия основной нити с галевом разработана математическая модель для расчета длины нити основы, зарабатываемой в ткань при образовании одного элемента ткани полотняного переплетения, исключая, за счет применения формулы Гюйгенса, в алгоритме расчета применение тригонометрических функций и численное интегрирование.

2. Результаты машинного эксперимента с уточненной моделью показали, что интенсивность разрушающих воздействий галева на основную нить зависит, кроме всего прочего, и от его типоразмера. Рациональный вариант галева не зависит от фазы строения ткани и его целесообразно выбирать по наименьшему значению критерия интенсивности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Секованова Л.А. Методический подход к моделированию взаимодействия основной нити с технологической оснасткой ткацкого станка // С. тр. XX Междунар. научн.-техн. конф.: Математические методы в технике и технологиях. – Ярославль: ЯГТУ, 2007.

2. Секованова Л.А. Анализ силового взаимодействия в зоне контакта основной нити с глазком галева ремизы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №3.

3. Секованова Л.А. Теория взаимодействия основной нити с элементами технологической оснастки ткацкого станка и принципы моделирования процесса. – Кострома: Изд-во КГТУ, 2006.

4. Секованова Л.А. Метод оценки контактных напряжений при взаимодействии основной нити с глазком галева ремизы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №3.

5. Секованова Л.А., Рыбакова Н.А. Стохастическое моделирование пряжи по толщине // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №5.

6. Секованова Л.А., Рыбакова Н.А. Применение теории случайных функций к моделированию неровноты пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5.

Рекомендована кафедрой высшей математики.  
Поступила 30.09.14.