

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТРОЕНИЯ АРАМИДНЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ТКАНЕЙ

Н.В. ЕГОРОВ, В.П. ЩЕРБАКОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

На основе нелинейной теории изгиба упругих стержней проведен расчет параметров строения арамидных огнезащитных тканей.

On the basis of the nonlinear theory of the elastic rods bend the calculation of the parametres of the aramide fire-proof fabrics structure is carried out.

Ключевые слова: рисунок переплетения, технологические параметры выработки, нелинейная теория изгиба упругих стержней, расчет параметров строения арамидных тканей.

При проектировании тканей необходимо ответить на вопрос: можно ли выработать спроектированную ткань и получить необходимый рисунок переплетения? Если можно, то при каких условиях, на каком ткацком станке и при каком скоростном режиме?

Для ответа на эти вопросы необходимо иметь функциональную зависимость между параметрами строения ткани и технологическими параметрами ее выработки на ткацком станке. Существующие зависимости не учитывают многих реальных условий формирования ткани.

В работе для этой цели использована нелинейная теория изгиба упругих стержней. При решении задачи приходится учитывать тот факт, что в процессе изгиба нитей сильно изменяется ее конфигурация, причем перемещения нитей основы и утка при формировании ткани становятся соизмеримыми с длиной перекрытий нитей в ткани и ее геометрической плотностью. При этом наблюдается существенно нелинейная зависимость больших перемещений от внешних сил, хотя деформации остаются малыми. В связи с этим ряд важных для практики особенностей поведения нитей и возможных форм их расположения в ткани не может быть изучен даже качественно с помощью обычной линейной теории изгиба.

Большинство задач изгиба можно решить, если знать решение задачи поперечного и продольно-поперечного изгиба консоли.

Рассмотрим поперечный изгиб нитей (рис. 1).

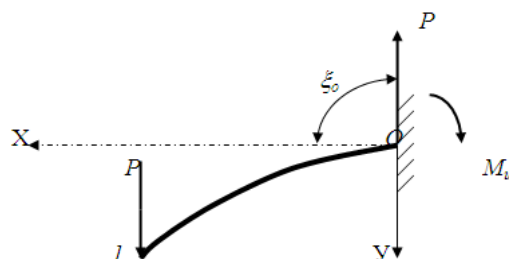


Рис. 1

Сила P в процессе изгиба перемещается поступательно, сохраняя перпендикулярность к первоначальной оси нити.

Рассмотрим продольно-поперечный изгиб консольного стержня (нити в ткани) – рис.2.

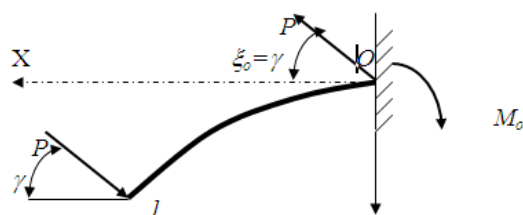


Рис. 2

Решение этих задач известно и приведено в [1].

Решения, полученные ранее, можно использовать и для решения задачи изгиба по схеме изгиба нити в ткани, показанной на рис. 3. На схеме упругая линия разбита на четыре части. Тогда участок 01 на рис. 3 будет подобен участку 01 на рис. 2.

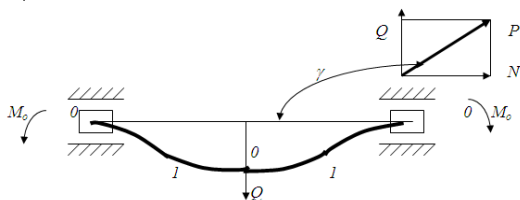


Рис. 3

Приведем решение задачи методом упругих параметров, который представляется более приемлемым и наиболее простым. В общем виде точный метод решения задачи для всех рассмотренных схем имеет следующий вид:

$$\frac{h_o}{L} = \frac{\eta_o'' \cos \gamma - \xi_o'' \cos \gamma}{B},$$

$$B = \sqrt{\frac{PL^2}{EI}},$$

где h_o – половина высоты волны изгиба нити; η_o'' , ξ_o'' – упругие параметры; L – расстояние между соседними нитями в местах изгиба нитей; P – результирующая сила; E – модуль упругости нити; I – момент инерции сечения нитей.

Порядок расчета следующий:

– задаемся значениями натяжения основы и утка при изготовлении данной ткани соответственно F_o и F_y ;

– задаемся значением силы нормально-го давления нитей основы и утка N ;

– определяем результирующие силы:

$$P_1 = \sqrt{F_o^2 + N^2} \text{ и } P_2 = \sqrt{F_y^2 + N^2};$$

– выбираем модули упругости нитей E_o и E_y ;

– определяем момент инерции сечения нитей:

$$I_o = 0,05d_o^4 \text{ и } I_y = 0,05d_y^4,$$

где $d_o = 0,125\sqrt{0,1T_o}$ и $d_y = 0,125\sqrt{0,1T_y}$ – диаметры нитей, а T_o и T_y – линейные плотности нитей;

– находим параметр B по формуле

$$B = \sqrt{\frac{PL^2}{EI}};$$

– определяем геометрические плотности тканей, для ткани полотняного переплетения:

$$L_o = 100/P_y \text{ и } L_y = 100/P_o,$$

где P_o и P_y – плотности ткани по основе и по утку;

– определяем углы $\gamma_1 = \arctg \frac{N}{2F_o}$ и

$$\gamma_2 = \arctg \frac{N}{2F_y};$$

– по составленным таблицам и известным $B = \lambda_o''$ и $\gamma = \xi$ находим значения параметров η_o'' и ξ_o'' ;

– проводим расчет высот волн изгиба основы и утка по формуле:

$$\frac{h_o}{L} = \frac{h_o \cos \gamma - \xi_o \cos \gamma}{B};$$

– если сумма высот волн изгиба нитей основы и утка не равна сумме диаметров нитей основы и утка, то выбирается новое значение силы N и расчет повторяется;

– проводим расчеты при различных N и строим график влияния этой силы (ось абсцисс) на сумму высот волн изгиба основы и утка:

– находим значение силы N , при которой сумма высот волн изгиба основы и утка равна сумме диаметров нитей основы и утка;

– находим отношение высот волн изгиба $h_o / h_y = \varphi$;

– находим порядок фазы строения ткани $ПФС = (9\varphi + 1) / (\varphi + 1)$;

– из геометрии моделей строения тканей определяем уработки основных и уточных нитей.

В работе проведен расчет параметров строения для арамидных огнезащитных

тканей, вырабатываемых на ЗАО "Передовая текстильщица", характеристика которых представлена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Артикул ткани	Переплетение	Линейная плотность нитей, текс		Плотность ткани, нит/дм	
			основы	утка	по основе	по утку
1	84127	саржа 3/3	24	24	29,4	29,4
2	86146	полотно	11	11	110	110
3	86211-09	полотно	11	14	110	110
4	86494-05	полотно	25,5	26	29,4	29,4
5	5356	саржа 1/2	18	18,5	53,4	53,4
6	56313	атлас 8/3	30	28	14,3	14,3

Были сделаны микросрезы тканей, сканированы и по методике, разработанной на кафедре ткачества, определены параметры строения исследуемых тканей.

Результаты расчетов и обработки микросрезков приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Артикул ткани	Порядок фазы строения ткани		Высота волны изгиба нити, мм			
		расч.	эксп.	основы		утка	
				расч.	эксп.	расч.	эксп.
1	84127	5	5,11	0,189	0,189	0,169	0,161
2	86146	5	5,10	0,365	0,365	0,334	0,326
3	86211-09	4,43	4,48	0,313	0,417	0,280	0,377
4	86494-05	4,86	4,99	0,177	0,201	0,170	0,172
5	5356	4,77	4,84	0,239	0,269	0,216	0,235
6	56313	5,6	5,63	0,152	0,112	0,139	0,100

Как видно из табл. 2, расчетные и экспериментальные значения порядка фазы строения тканей отличаются незначительно. Однако расчетные значения высот волн изгиба превышают экспериментальные значения на 10...15%. Это связано с тем, что при расчете высот волн изгиба сечение нити принималось за круглое и не учитывалось смятие нитей основы и утка, а в реальной ткани сечение нити представляет собой эллипс.

ВЫВОДЫ

1. На основе нелинейной теории изгиба упругих стержней проведен расчет параметров строения арамидных огнезащитных тканей.

2. По методике, разработанной на кафедре ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина, по микросрезам ткани определены параметры строения арамидных тканей.

3. Сравнительный анализ расчетных и экспериментальных данных дает хорошую сходимость результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 09.04.10.