

# ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ И ПОДАЧИ ОСНОВЫ НА СТАНКЕ СТБ II.

ЕДЕРАН М., КАТУНСКИС Ю.,\* ЛЮДВИГ Г\*\*.

Кафедра Текстильной и легкой промышленности Будапештского Технического Университета

Поступило: 12 мая 1981 г.

Представлено: Проф. д-р ЕДЕРАН М.

В статье [1] была представлена математическая модель натяжения и подачи основы на станке СТБ. Для исследования этой модели с помощью ЭВМ необходимо иметь математические выражения функций  $\lambda = \lambda(\beta)$ ,  $\lambda_S = \lambda_S(\beta)$  и  $\lambda_Q = \lambda_Q(\beta)$  (здесь и далее все обозначения взяты согласно [1]), представляющих изменение деформации основы соответственно вследствие зевобразования, отвода ткани товарным регулятором и прибоа утка в течении одного оборота главного вала ткацкого станка ( $\beta$  — угол поворота вала).

Обобщенные математические модели отдельных этих функций ждут своего времени. В данной работе применялись только упрощенные модели, составленные исходя из конкретных условий эксперимента, по результатам которого проверялась теория [1].

Модель функции  $\lambda(\beta)$  составлялась таким образом. Путем замера были определены для всех шести ремизок\*\*\* графики перемещений во время открытия и закрытия зева. Располагая значениями высоты  $h(\beta)$ , длины  $L$ , глубины  $I_1$  и выноса  $L_2$  зева, для всех нитей одного раппорта переплетения были рассчитаны деформации основы в течении одного оборота главного вала. Далее, согласно полученным значениям, был построен усредненный график деформации основы  $\lambda(\beta)$  (рис. 1), который свидетельствует, что закон изменения деформации основы  $\lambda(\beta)$  во время открытия и закрытия зева на станке СТБ—216 имеет форму неполных косинусоид. Тогда математическая модель для функции  $\lambda(\beta)$  в течении всего оборота главного вала станка запишется в виде:

$$\lambda = H_\lambda \left\{ \left( 1 - \cos \frac{\pi}{2,825} \beta \right) + \left[ 1 - \cos \frac{\pi}{2,3792} (2\pi - \beta) \right] \right\}, \quad (2)$$

\* Доцент кафедры текстильной технологии Каунасского политехнического института. Работа осуществлена во время его пребывания на стажировке в Будапештском Техническом Университете (БТУ).

\*\* Кафедра механики Будапештского Технического Университета

\*\*\* Данные о параметрах эксперимента представлены ниже.

где  $H_\lambda$  — среднее значение амплитуды всех косинусоид, представляющих деформацию основных нитей одного раппорта переплетения;

$\beta$  — угол поворота коленчатого вала в рад.

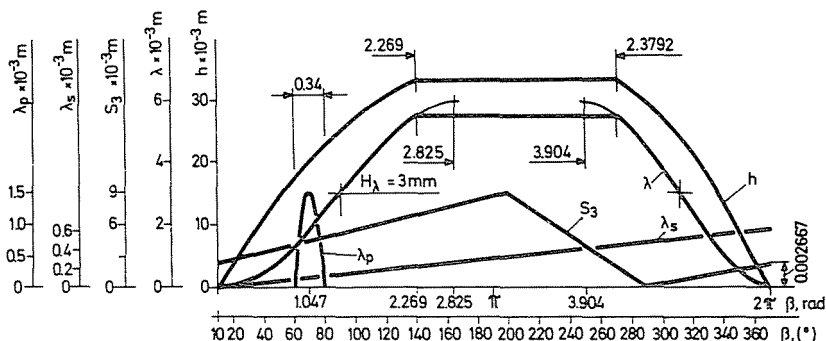


Рис. 1

Для функции деформирования основы  $\lambda_Q = \lambda_Q(\beta)$  (имея в виду, что делается определенное допущение) было принято, что она изменяется по косинусoidalному закону и несимметрично относительно точки прибоа. Тогда математическую модель функции  $\lambda_Q(\beta)$  можно представить в виде

$$\lambda_Q = s_1 \left( \frac{\beta - 1,11}{-0,17} + 1 \right) \cos \left( \frac{\pi}{0,34} |\beta - 1,11| \right), \quad (3)$$

где  $s_1$  — величина приборной полоски.

На станке СТБ—216 ткань отводится товарным регулятором непрерывного действия, поэтому для третьей функции  $\lambda_s(\beta)$  можно написать, что:

$$\lambda_s = \frac{\beta 0,5(1 + 0,01\alpha_m)}{\pi p_a}, \quad (4)$$

где  $\alpha_m$  — уработка основы;

$p_a$  — плотность ткани по утку.

Подставляя выражения (2), (3) и (4) в (10) уравнение [1], получим полное выражение усилия  $K''$ , которое успешно можно моделировать на ЭВМ.

Функцию  $s_3 = s_3(t) = s_3(\beta)$ , также входящую в математическую модель [1], согласно закону изменения профилированной поверхности кулачка на ведущем фрикционном диске основного регулятора станка СТБ—216, представленного на рис. 1, математически можно выразить в таком виде:

$$s_3 = 0,002\,67 + 0,001\,91\beta - 0,003\,82[(\beta - 3,316) + |\beta - 3,316|] + \\ + 0,003\,82[(\beta - 4,887) + |\beta - 4,887|]. \quad (5)$$

В статье [1] для расчета натяжения нитей пользовались коэффициентами жесткости при растяжении  $c'$ ,  $c''_0$ ,  $c''$  которых можно определить используя динамические испытания нитей основы и ткани.

Допустим, что образцу, длиной  $l_0$ , на пульсаторе, после предварительного растяжения образца до длины  $l_m$ , сообщается циклическая деформация по синусoidalному закону амплитудой  $l_a$  и частотой  $w$ . Для вязкоэластичных материалов в таком случае свойственна потеря энергии при растяжении, которую графически можно представить в виде гистерезисной петли (рис. 2). Согласно [2] площадь  $A_h$  гистерезисной петли

$$A_h = \frac{1}{2} A_0 l_0 \left( \frac{l_a}{l_m} \right)^2 2\pi \operatorname{tg} \delta E, \quad (6)$$

где  $A_0$  — площадь поперечного сечения образца;  
 $\operatorname{tg} \delta$  — фактор потери энергии при растяжении;  
 $E$  — начальный модуль жесткости.

Площадь  $A_h$  также, согласно [3], можно представить в виде

$$A_h = \pi F_a l_a \sin \delta, \quad (7)$$

где  $F_a$  — амплитуда изменения силы при растяжении (рис. 2).

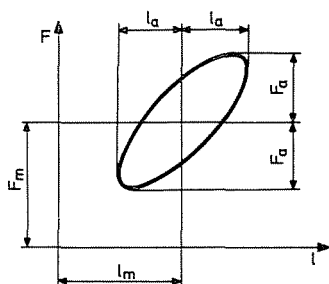


Рис. 2

Решая совместно уравнения (6) и (7), получим

$$E = \frac{F_a}{l_a} \frac{l_m^2}{l_0 A_0} \cos \delta. \quad (8)$$

Согласно [2] комплексный модуль жесткости  $E^*$  в динамических условиях

$$E^* = E' + iE'' = E(1 + i \operatorname{tg} \delta). \quad (9)$$

Так как нас интересует только абсолютное значение комплексного числа  $(1 + i \cdot \operatorname{tg} \delta)$ , то можно написать, что

$$E^* = E \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}. \quad (10)$$

Подставляя значение  $E$  из уравнения (8) в (10), получим

$$E^* = \frac{F_a l_m^2}{l_a l_0 A_0} = \frac{F_a l_m^2}{l_a l_0 s_0 n}, \quad (11)$$

где  $s_0$  — площадь поперечного сечения нити;

$n$  — число одновременно испытываемых нитей.

Тогда выражение коэффициента жесткости для расчетного отрезка нити основы или ткани запишется в виде:

$$c = \frac{E^* s_0 m}{L_p} = \frac{F_a l_m^2 m}{l_a l_0 L_p n}, \quad (12)$$

где  $m$  — число нитей основы в заправке ткацкого станка;

$L_p$  — расчетная длина основы или ткани в заправке ткацкого станка.

Формула (12) удобна тем, что во время динамических испытаний нитей основы или ткани, необходимо определить только амплитуду силы  $F_a$ , возникающей из-за циклического деформирования образца по заданной амплитуде  $l_a$ .

В данной работе динамические испытания проводились пульсатором, изготовленным на кафедре текстильной и легкой промышленности БТУ [4]. Гистерезисные кривые, аналогичные на рис. 2, характеризующие потери энергии при растяжении нитей основы или ткани, фиксировались осциллографом ТР—4653 (Universalmesseinrichtung UM—131). Далее, располагая данными экспериментов и расчетными длинами основы или ткани в заправке ткацкого станка СТБ—216, согласно формуле (12) были определены коэффициенты жесткости:  $c'$  — в зоне «ткацкий навой-скало»,  $c''$  — в зоне «скало-опушка ткани»,  $c'''$  — в зоне «опушка ткани».

вальян» и коэффициент  $c'' = \frac{c''_0 \cdot c''_T}{c''_0 + c''_T}$ . Конкретные данные коэффициентов жесткости, а также другие параметры, необходимые для решения математической модели, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Числовые значения исходных данных для решения математической модели согласно [1].

№ п.п	Обозначение	Размерность	Величина	№ п.п	Обозначение	Размерность	Величина
1	$l_1$	m	0,080	22	$s_1$	m	0,002
2	$l_2$	m	0,215	23	$r$	m	0,062
3	$Gl_3$	Nm	121,0	24	$m$	kg	34
4	$l_4$	m	0,160	25	$e$	m	0,006
5	$l_5$	m	0,085	26	$\rho_0$	m	0,078
6	$l_6$	m	0,031	27	$\rho_1$	m	0,135
7	$l_7$	m	0,030	28	$\mu$	—	0,2
8	$l_8$	m	0,050	29	$c_1$	N/m	15000
9	$l'_5$	m	0,084	30	$c_2$	N/m	4000
10	$l'_6$	m	0,030	31	$c'$	N/m	$1250 \cdot 10^3$
11	$l'_7$	m	0,0295	32	$c''$	N/m	$480 \cdot 10^3$
12	$l'_8$	m	0,0495	33	$c''_0$	N/m	$625 \cdot 10^3$
13	$I_1$	kg · m <sup>2</sup>	2,0	34	$\omega$	s <sup>-1</sup>	18,85
14	$I_2$	kg · m <sup>2</sup>	2,2	35	$H_z$	m	0,003
15	$I_3$	kg · m <sup>2</sup>	3,0	36	$K_0$	N	1000
16	$P_1$	N	1600	37	$\alpha_m$	%	6
17	$P_2$	N	20	38	$P_a$	1/m	3000
18	$\Delta_1$	m	0,001	39	$A_1$	—	20
19	$\Delta_2$	m	0,009	40	$A_2$	—	19
20	$i_1$	$z_2/z_1$	42	41	$A_3$	—	8
21	$i_2$	$z_4/z_3$	5	42	$A_4$	—	30

### Экспериментальное исследование натяжения и подачи основы на станке СТБ—216

Для проверки теории, изложенной в статье [1] нами проведен эксперимент на станке СТБ—216 при выработке хлопчатобумажной ткани. Заправочные данные ткани таковы: переплетение саржевое  $\frac{3 \cdot 1}{1 \cdot 1}$ ,

плотность по утку  $P_a = 300$  1/дм, плотность по основе  $P_m = 320$  1/дм, линейная плотность основы  $T_m = 20$  тек.

Во время эксперимента измерялось натяжение нитей основы в зоне между скалом и ламельным прибором. В измерениях применялся тензометрический датчик. Электрические сигналы, снятые с датчика усиливались усилителем KWS/11—5, а результаты фиксировались на ленте осциллографа 8 LS—201. Копия осциллограммы об изменении натяжения нитей основы  $K''$  (кривая 1) представлена на рис. 3.

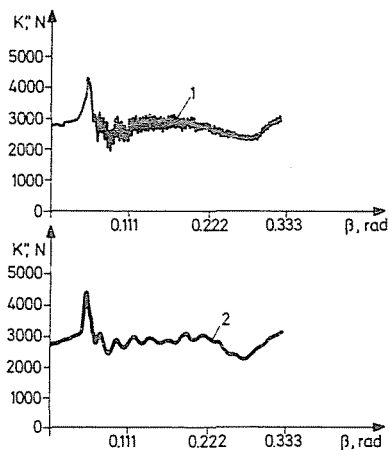


Рис. 3

### Обобщение экспериментальных и теоретических результатов

После эксперимента на том же самом станке были измерены необходимые параметры для решения математической модели натяжения и подачи основы согласно [1] (данные представлены в таблице 1). Результаты решения этой модели, используя программируемую вычислительную машину типа EMG—666, представлены в виде кривой 2 на рис. 3.

Сравнивая аналогичные кривые можно заметить хорошее сходство экспериментальных и теоретических результатов, хотя при составлении математической модели были сделаны некоторые допущения. Поэтому можно сделать вывод, что математическая модель [1] хорошо описывает процесс совместного движения системы скала и навоя. Меняя различные параметры этой модели представляется возможность без экспериментальных исследований прогнозировать изменение натяжения основы, а тем самым обрывать основу во время формирования ткани и производительность ткацкого станка.

## Резюме

Математическая модель натяжения и подачи основы на станке СТБ была представлена авторами в своей прежней (1) статье. Настоящая работа дает конкретное решение общей модели при использовании определенных основных зависимостей станка. Графики, вычисленные обобщенной математической моделью и определенные измерением очень хорошо совпадают. Поэтому математическая модель считается авторами пригодной к точным анализам, позволяющим прогнозировать ход натяжения основы, ожидаемую величину разрывов и производительность ткацкого станка.

## Литература

1. КАТУНСКИС Ю., ЛЮДВИГ Г., ЕДЕРАН М.: Математическая модель натяжения и подачи основы на станке СТБ. *Periodica Polytechnica M. E. Budapest* (в печати).
2. MORTON W. E., HEARLE J. W. S.: *Physical Properties of Textile Fibres*, Butterworths; Manchester et London, 1962.
3. SZABÓ ARANKA.: *Vizskoelasztikus anyagok anyagjellemzőinek vizsgálata útgerjesztéses dinamikus eljárással (BME diplomaterv.)* Budapest, 1979.
4. JEDERÁN M.: *A szövet kialakulása és a szövés közbeni tonaligénybevételt meghatározó technológiai paraméterek vizsgálata. Doktori értekezés.* Budapest, 1967.

Проф., д-р ЕДЕРАН М. }  
Доц. ЛЮДВИГ Г. } Н-1521 Будапешт  
д-р. КАТУНСКИС Ю. КПИ, Гедимино 47, Каунас, Литовская ССР,