

УДК 677.024.001.18

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИНАРНОЙ
ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ОПАСНОГО
ПЕРИОДА ТКАНЕФОРМИРОВАНИЯ**

С.Д.НИКОЛАЕВ

(Московская государственная текстильная академия им. А.Н.Косыгина)

С применением нового метода [1] делаем оценку степени влияния основных периодов тканеформирования на обрывность нитей основы в ткачестве. В табл. 1 представлены статистические данные натяжения основы в основные периоды тка-

неформирования на станке АТПР-100-5 и обрывность основных нитей на 1 м вырабатываемой ткани. Выясним причинно-следственную связь между данными параметрами и оценим тесноту связи между ними:

Таблица 1

№ п/п	Натяжение основы, сН			Обрывность основы, обр/м
	заправочное	при прибое	при зевобразовании	
1	15	38	37	0,50
2	15	32	31	0,71
3	15	36	27	0,67
4	15	36	21	0,62
5	15	43	42	0,35
6	20	37	36	0,54
7	20	41	32	0,32
8	20	35	26	0,51
9	20	48	45	0,20
10	20	43	42	0,35
11	25	41	37	0,28
12	25	37	32	0,40
13	25	54	52	0,35
14	25	48	50	0,30
15	25	55	42	0,31
16	30	44	38	0,29
17	30	60	58	0,77
18	30	55	51	0,68
19	30	55	48	0,65
20	30	60	41	0,62

Приведем численный пример расчета коэффициентов Γ_i и g_{ij} для ткани арт. 142.

В целях вычисления коэффициентов g_{ij} исследуемую систему (F_1, F_2, F_3, r_4)

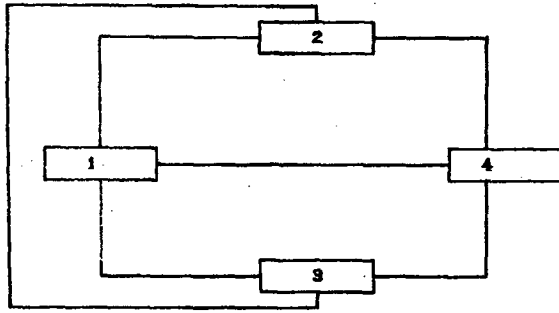


Рис. 1

представим в виде неориентированного графа (рис. 1). При этом каждой вершине соответствует одна из переменных, а дуга (ориентированное ребро) соответствует направленности причинного воздействия.

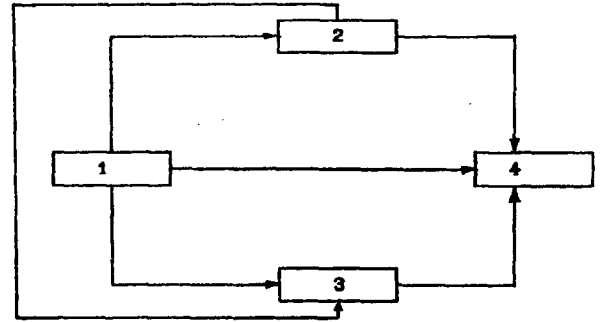


Рис. 2

Для определения направленности связей между исследуемыми параметрами найдем величины H_i :

$$H_1 = -20 (0,2 \lg 0,2) = 2,80;$$

$$H_2 = -5 (0,05 \lg 0,05) - 8 (0,1 \lg 0,1) - 3 (0,15 \lg 0,15) - 4 (0,2 \lg 0,2) = 2,057;$$

$$H_3 = -12 (0,05 \lg 0,05) - 4 (0,1 \lg 0,1) - 4 (0,2 \lg 0,2) = 1,74;$$

$$H_4 = -15 (0,05 \lg 0,05) - 2 (0,1 \lg 0,1) - 3 (0,15 \lg 0,15) = 1,547.$$

Из анализа полученных результатов определим направление причинно-следственных связей, показанных на рис. 2.

Величины $I_{ij} = I_{ji}$:

$$I_{14} = I_{41} = 15 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,05) + 2(0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,1) + 3 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,15) = 0,598;$$

$$I_{24} = I_{42} = 4 (0,05 \lg 0,05 / 0,05 \cdot 0,05) + 8 (0,05 \lg 0,05 / 0,05 \cdot 0,1) + 2 (0,1 \lg 0,1 / 0,15 \cdot 0,15) + 0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,15 + 3 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,05) + 0,05 \lg 0,05 / 0,15 \cdot 0,15 + 0,05 \lg 0,05 / 0,1 \cdot 0,1 = 0,987;$$

$$I_{34} = I_{43} = 5 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,05) + 10 (0,05 \lg 0,05 / 0,05 \cdot 0,05) + 2 (0,1 \lg 0,1 / 0,2 \cdot 0,15) + 0,05 \lg 0,05 / 0,05 \cdot 0,15 + 0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,05 + 0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,1 = 1,10;$$

$$I_{13} = I_{31} = 12 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,05) + 4 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,1) + 4(0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,2) = 0,518;$$

$$I_{12} = I_{21} = 5 (0,05 \lg 0,05/0,2 \cdot 0,05) +$$

$$+ 4 (0,05 \lg 0,05/0,2 \cdot 0,1) +$$

$$+ 5 (0,05 \lg 0,05/0,2 \cdot 0,1) + 4 (0,1 \lg 0,1/$$

$$/0,2 \cdot 0,2) + 2 (0,1 \lg 0,1/0,2 \cdot 0,1) = 0,617;$$

$$I_{23} = I_{32} = 5 (0,05 \lg 0,05/0,05 \cdot 0,1) +$$

$$+ 4 (0,05 \lg 0,05/0,05 \cdot 0,05) +$$

$$+ 2 (0,1 \lg 0,1/0,15 \cdot 0,2) + 3(0,05 \lg 0,05/$$

$$/0,1 \cdot 0,1) + 3 (0,05 \lg 0,05/0,05 \cdot 0,2) +$$

$$+ 0,05 \lg 0,05/0,2 \cdot 0,2 + 0,05 \lg 0,05/$$

$$/0,15 \cdot 0,05 + 0,05 \lg 0,05/0,2 \cdot 0,1 = 0,43.$$

Парные коэффициенты причинного влияния будут:

$$\Gamma_{41} = 0,598 : 2,80 = 0,21;$$

$$\Gamma_{42} = 0,987 : 2,057 = 0,48;$$

$$\Gamma_{43} = 1,10 : 1,74 = 0,63;$$

$$\Gamma_{31} = 0,518 : 2,80 = 0,19;$$

$$\Gamma_{21} = 0,617 : 2,80 = 0,22;$$

$$\Gamma_{32} = 0,891 : 2,057 = 0,43.$$

Для нахождения частных коэффициентов причинного влияния воспользуемся методикой [1]. При этом получается замкнутая система нелинейных относительно g_{ij} алгебраических уравнений:

$$\Gamma_{41} = g_{41} + g_{21}g_{42} + g_{21}g_{32}g_{43} + g_{31}g_{43},$$

$$\Gamma_{42} = g_{42} + g_{32}g_{43},$$

$$\Gamma_{43} = g_{43},$$

$$\Gamma_{31} = g_{31} + g_{21}g_{32},$$

$$\Gamma_{32} = g_{32},$$

$$\Gamma_{21} = g_{21}.$$

Решение этих шести уравнений дает следующие результаты:

$$g_{31} = 0,19 - 0,22 \cdot 0,43 = 0,10;$$

$$g_{42} = 0,48 - 0,63 \cdot 0,43 = 0,20;$$

$$g_{41} = 0,21 - 0,22 \cdot 0,20 - 0,22 \cdot 0,43 \cdot 0,63 -$$

$$- 0,10 \cdot 0,63 = 0,05.$$

Значения коэффициентов g_{ij} и Γ_{ij} даны в табл. 2.

Таблица 2

Направление связи	Γ_{ij}	g_{ij}	$\Gamma_{ij} - g_{ij}$
1→4	0,21	0,05	0,16
2→4	0,48	0,20	0,28
3→4	0,63	0,63	0
1→3	0,19	0,10	0,09
2→3	0,43	0,43	0
1→2	0,22	0,22	0

Анализ полученной информационной структурной модели влияния натяжения основных нитей в ткачестве на ее обрыв-

ность позволил обнаружить новые углубленные представления о процессе.

Итак, парный коэффициент причинного влияния заправочного натяжения основы на ее обрывность равен 0,21, а частный коэффициент непосредственного влияния равен 0,05, эффект сопутствия определяется величиной 0,16, что составляет 320 % от непосредственного влияния заправочного натяжения на натяжение при полном открытии зева.

Хотя общее влияние натяжения основы при полном открытии зева F_3 в 1,31 раза больше влияния натяжения при приборе F_2 на обрывность основы ($\Gamma_{42}=0,48$; $\Gamma_{43}=0,63$), непосредственное влияние F_3 в 3,15 раза больше непосредственного влияния F_2 ($g_{43}=0,63$; $g_{42}=0,20$). Влияние заправочного натяжения нитей основы на их разрушение значительно меньше ($\Gamma_{41}=0,21$; $g_{41}=0,05$). Это хорошо согласуется с поведением полимеров в реальных условиях работы ткацкого станка.

Процесс разрушения основных нитей зависит от двух факторов: величины абсолютного натяжения F нити, причем с увеличением натяжения вероятность обрыва увеличивается (для большинства тканей и для большинства конструкций ткацких станков $F_1 < F_3 < F_2$), и скорости изменения натяжения, причем с увеличением этой скорости вероятность обрыва уменьшается (всегда $V_{F_2} > V_{F_3} > V_{F_1}$).

Теоретически выяснить, насколько существенную роль приобретает длительность действия различных нагрузок на обрывность основы в ткачестве пока не удалось, поэтому обобщения, основанные на общих, взятых из опыта, закономерностях и гипотезах с использованием современных теорий обработки и анализа экспериментальных данных, представляют в настоящее время единственный путь совершенствования технологического процесса и снижения обрывности нитей.

Снижать обрывность в ткачестве необходимо за счет уменьшения натяжения нитей при полном открытии зева. Это можно осуществить за счет увеличения перемещений опушки ткани, скала или ламелей за цикл работы ткацкого станка. Увеличение перемещения опушки ткани малоперспективно, поскольку может серьезно ослож-

нить процесс формирования ткани. Лучшее решение данной проблемы – придание скалу принудительного движения. Этот тезис начинает реализовываться за рубежом. Да и опыт работ ряда отечественных предприятий свидетельствует о правильности сделанного нами вывода. Изменять натяжение нитей основы при приборе нецелесообразно, так как оно необходимо для получения ткани рационального строения. Вероятно, снизить обрывность основы за счет совершенствования процесса прибора не удастся. Обрывность основы вследствие прибора обусловлена тем, что процесс прибора очень кратковременный, он вызывает колебания в натяжении нитей, которые разрушают структуру основы. В связи с этим существует довольно тесная связь между F_2 и F_3 , причем причинно-следственная связь направлена от F_2 к F_3 .

Результаты расчета показывают, что величина заправочного натяжения предопределяет (хотя, вероятно, не только она одна, так как Γ_{12} , Γ_{13} , g_{12} , g_{13} небольшие) уровень натяжения основы при приборе F_2 и при полном открытии зева F_3 , при этом степень влияния заправочного натяжения примерно одинакова ($\Gamma_{12}=0,22$; $\Gamma_{13}=0,19$). Непосредственное влияние F_1 на F_2 больше, чем на F_3 ($g_{21}=0,121$, $g_{31}=0,1$). Это логично, потому что процесс прибора на станке АТПР-100 происходит при 0° оборота главного вала, а это раньше, нежели полное открытие зева (примерно 135° поворота главного вала).

Небольшая теснота связи F_2 и F_3 с F_1 обусловлена тем, что на F_1 , F_2 , F_3 влияют различные технологические параметры: величина заступа, положение скала, основонаблюдателя, высота зева, момент подачи основы и др. Причем влияние этих факторов различно. Немного снизить напряженность нити при полном открытии зева можно за счет более ранней подачи основы.

Аналогичные результаты были получены при исследовании других тканей, характеристика которых приведена в табл. 3, а результаты расчетов (коэффициентов Γ_{ij} и g_{ij}) в табл. 4.

№ п/п	Номер артикула ткани	Сырье		Линейная плотность, текс		Плотность ткани, нитей/дм	
		основа	уток	основы	утка	по основе	по утку
1	142	х/б	х/б	29	29	228	211
2	1591	х/б	х/б	25	25	319	265
3	1098	х/б	х/б	15,4x2	29	212	180
4	1250	х/б	х/б	15,4x2	29	248	210
5	1254	х/б	х/б	15,4x2	29	235	190
6	966	х/б	х/б	14	16,5	440	267
7	23776	шерсть	шерсть	25	84	254	210
8	Н-3456	шерсть	шерсть	22x2	22x2	293	236
9	25122	шерсть	шерсть	31x2	22x2	274	173
10	Н-3454	шерсть	шерсть	31x2	22x2	310	245
11	42771	капрон	капрон	25	25	180	140
12	35018	ацетат	ацетат	11	11	440	330
13	32290	вискоза	вискоза	13,3	13,3	280	170
14	56384	полиамид	капрон	4,8	5	531	424
15	62255	капрон	вискоза	6,7	25	438	255
16	35050	триацетат	триацетат	9,5	9,5	505	274
17	образец	углерод	углерод	165	165	100	80

Продолжение табл. 3

№ п/п	Уработка, %		Число нитей	Ширина ткани, см	Поверхностная плотность, г/м ²	Переплетение
	осно- вы	утка				
1	5,5	8,9	2088	90,5	142	полотняное
2	7,8	7,3	2883	90,5	162	комбинированное
3	7,0	6,2	2416	114	125	полотняное
4	7,0	6,2	2512	101,3	149	комбинированное
5	6,9	6,1	1824	76,8	158	комбинированное
6	8,0	4,7	3388	91	116	комбинированное
7	9,6	6,2	3822	150	233	саржа
8	9,0	6,9	4336	149	254	саржа
9	8,6	12,3	4530	160	395	сложное
10	9,0	6,5	4580	149	270	саржа 2/2
11	5,3	5,0	2832	154	56,5	полотняное
12	8,5	5,1	4464	100	87	полотняное
13	5,0	4,0	5086	102,2	103	саржа 3/1
14	3,1	7,9	5105	100	57,7	саржа 3/1
15	1,3	2,2	7619	158	113,4	полотняное
16	5,0	6,0	4509	89,3	83	полотняное
17	6,5	7,0	651	65,1	293	полотняное

Направление связи	Γ_{ij}	g_{ij}	$\Gamma_{ij} - g_{ij}$
1→4	0,15-0,25	0,03-0,06	0,14-0,18
2→4	0,44-0,51	0,19-0,21	0,25-0,28
3→4	0,57-0,65	0,57-0,65	0
1→3	0,17-0,20	0,08-0,11	0,07-0,10
2→3	0,40-0,42	0,40-0,42	0
1→2	0,21-0,24	0,21-0,24	0

ВЫВОДЫ

1. На основе использования бинарной причинно-следственной теории информации установлены причинно-следственные связи между натяжением основы на ткацком станке в различные периоды тканеформирования и обрывностью нитей.

2. Выявлено, что максимальное влияние на обрывность нитей основы на ткац-

ком станке оказывает натяжение при зевобразовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000 г., № 2. С. 43...46.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 09.12.99.