

## МЕТОД ОТОБРАЖЕНИЯ ОДНОСЛОЙНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ НА ОСЬ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

Л. П. ПОЛЯКОВА, Б. М. ПРИМАЧЕНКО

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

При проектировании ткани по одному или нескольким параметрам, имеющим числовые значения, отсутствие количественной характеристики переплетения при исследовании его влияния на интересующие параметры строения ткани создает определенные трудности. Предлагаемый метод дает возможность получить такую характеристику и позволяет значительно облегчить решение подобных задач.

Существует ряд исследований, где переплетение рассматривается как самостоятельный объект [1...3], однако предлагаемые в них коэффициенты являются одинаковыми для переплетений, имеющих равное число пересечений основы с утком. Так, в [4] и [5] предлагаемый коэффициент переплетения  $F$ , не учитывает того, что общая связанность и напряженность нитей в переплетении зависят не только от числа связей (мест пересечений) в раппорте, но и от их взаимного расположения, от степени равномерности их распределения по площади раппорта переплетения. Таким образом, различные переплетения, имеющие одно и то же число связей и число нитей в раппорте, характеризуются одинаковым значением  $F$ . В [6], напротив, особое внимание уделяется взаимному расположению нитей в раппорте переплетения и разрабатывается метод по определению полей связи, свободных полей и полей просветов.

В отличие от приведенных примеров предлагаемый метод отображения переплетения на ось действительных чисел позволяет идентифицировать переплетение и число, предоставляя возможность отличать одно переплетение от другого. Поэтому полученный коэффициент  $F_n$  переплетения можно рассматривать в качестве своеобразного "имени".

Классический способ обозначения переплетений позволяет однозначно пони-

мать, о каком из них идет речь, и воспроизводить его на бумаге. Например, саржу 1/3 и саржу 3/1 мы воспринимаем и изображаем как два различных переплетения, хотя они дают один и тот же способ переплетения основных и уточных нитей. Фактически, это одно и то же переплетение, изображенное с лицевой и изнаночной стороны, поэтому вполне логично определять его одним "именем", а не двумя различными.

Предлагаемый коэффициент  $F_n$  учитывает не только количество и взаимное расположение перекрытий в раппорте, но и длину настилов, а его числовое значение не зависит от того, какую сторону переплетения (лицевую или изнаночную) мы рассматриваем. Он объединяет в себе три коэффициента, каждый из которых вычисляется по принципу – отношение фактического значения к максимальному:

$$F_n = f_c + f_{\text{ж}} + f_n,$$

где  $f_c$  – коэффициент использования ближайших связей;  $f_{\text{ж}}$  – коэффициент жесткости переплетения;  $f_n$  – коэффициент "непрерывности" настилов.

При вычислении коэффициента  $F_n$  используется только графическое изображение переплетения, а основной целью является наиболее точная оценка взаимного расположения перекрытий в пределах раппорта, поэтому "связь" в данном случае понятие условное, а не технологическое. Под "связью" следует понимать степень свободы (или возможность) смещения перекрытия: чем большее количество перекрытий, окружающих данное, относится к противоположной системе нитей, тем меньшую возможность смещения оно имеет.

Каждую клетку раппорта окружают восемь других клеток: две по горизонтали, две по вертикали и четыре по диагонали – восемь степеней свободы (связей), каждая из которых оказывает влияние на прочность закрепления рассматриваемого перекрытия. В случае, когда соседнее перекрытие является перекрытием другой системы (основное по отношению к уточному или уточное по отношению к основному), условимся считать связь, использованной для взаимодействия с противоположной системой нитей. Соответственно, если соседнее перекрытие той же системы – будем считать связь не использованной для взаимодействия с другой системой нитей. Граница между закрашенной и пустой клетками на рисунке переплетения обозначает, что в этом месте происходит смена системы нитей, выходящей на лицевую поверхность ткани.

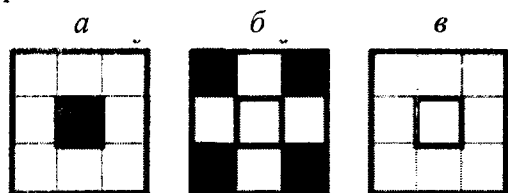


Рис. 1

На рис.1-а центральная клетка имеет четыре границы (четыре перевязки), по-

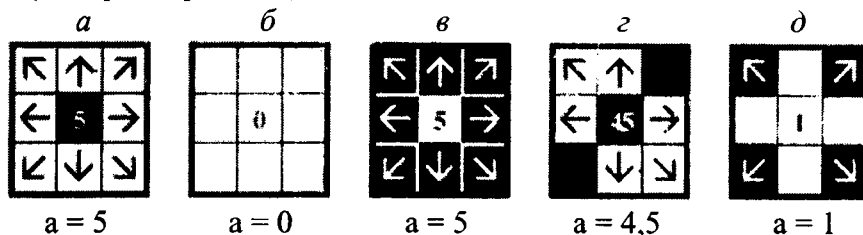


Рис. 2

Для подсчета общего числа использованных связей ( $A = \sum a_i$ ) в пределах раппорта переплетения оценивается каждое перекрытие аналогично примерам, представленным на рис.2, где рассматриваемая клетка располагается в центре, а цифра показывает количество использованных данным перекрытием связей (связи изображены стрелками).

Коэффициент использования ближайших связей представляет собой отношение фактического числа использованных в раппорте переплетения связей к максимальному:

этому данное перекрытие прочно закреплено. Наличие влияния перекрытий, расположенных по диагонали к данному, продемонстрировано на рис.1-б и в, где центральное перекрытие в обоих случаях не имеет перевязок, однако нельзя не заметить, что закрепление рассматриваемого перекрытия на рис.1-б более прочно, чем на рис.1-в. Поэтому величину связи в направлении горизонтали и вертикали будем считать равной единице, а по диагонали – 0,25 (на основании того, что четыре перекрытия, расположенные по диагонали к данному, оказывают на него равноценное действие, то есть влияние каждого из них условно можно считать равным одной четверти или 0,25). Таким образом, максимальное число ближайших связей для одного перекрытия будет

$$a_{\max} = (2 + 2) \times 1 + 4 \times 0,25 = 5,$$

а максимальное число ближайших связей всего раппорта переплетения

$$A_{\max} = R_o \times R_y \times 5.$$

$$f_c = A / A_{\max}.$$

Немаловажным фактором, оказывающим влияние на свойства ткани, является степень жесткости переплетения. Поэтому при определении  $F_n$  введение показателя, характеризующего переплетение с этой точки зрения, вполне обосновано. Известно, что максимальной жесткостью обладает полотняное переплетение, на графическом изображении которого легко заметить, что каждое перекрытие окружено с

четырёх сторон перекрытиями нитей другой системы.

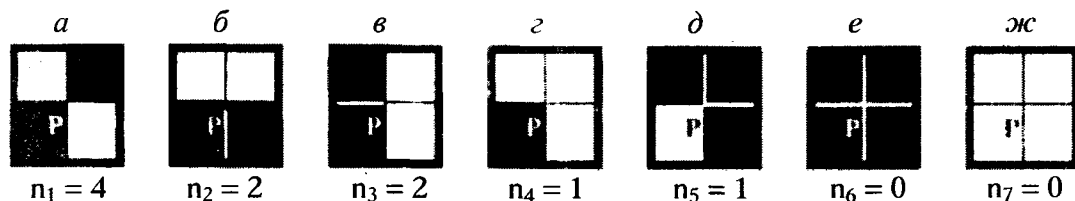


Рис. 3

Рассмотрим элемент переплетения, состоящий из четырех клеток (рис.3). В нем имеется четыре границы и точка Р пересечения границ, разделяющих перекрытия – она же точка соприкосновения четырех ближайших клеток. Количество таких точек в раппорте переплетения зависит только от его размера ( $R_o R_y$ ). В представленных элементах переплетения число переходов от основного перекрытия к уточному (или наоборот) может быть равным четырем (рис.3-а), двум (рис.3-б, в, г и д) или нулю (рис.3-е и ж).

На рис.3 показаны все случаи возможного взаимного расположения перекрытий в элементе переплетения. При уменьшении числа переходов (перевязок) связность нитей в элементе переплетения убывает, а при нуле полностью отсутствует. Это означает, что точка Р находится внутри уточного или основного настила, где нити не переплетаются между собой (рис.3-е и ж). Если же все четыре нити переплетаются между собой по закону полотняного переплетения (рис.3-а), то жесткость в данной точке будет максимальной.

Элемент переплетения (рис.3-а) имеет четыре одиночных настила, последовательно сменяющие друг друга, то есть число  $n$  настилов, создающих жесткость в данной точке равняется четырем ( $n = n_{\max} = 4$ ). Если элемент содержит два настила, то возможны два варианта их расположения (рис.3-б, в и рис.3-г, д). В первом случае имеются два равноценных настила, состоящих из двух перекрытий каждый. Поэтому  $n = 2$  – жесткость в элементе создается двумя настилами – двумя различными нитями основы (рис.3-б) или двумя различными нитями утка (рис.3-в). Во втором случае настилы неодинаковые: один из на-

стилов состоит из одиночного перекрытия, а другой – из трех перекрытий (рис.3-г, д).

Вполне очевидно, что жесткость в данной точке Р создается именно за счет одиночного перекрытия ( $n = 1$ ), имеющего перевязку и по основе, и по утку, а не за счет настила, состоящего из трех перекрытий, где нити слабо взаимодействуют друг с другом. Коэффициент  $f_{\text{ж}}$  жесткости переплетения показывает, какую часть от жесткости полотняного составляет жесткость оцениваемого переплетения и определяется как отношение суммы настилов ( $K = \sum n_i$ ), создающих жесткость в каждой точке  $P_i$  к максимальному числу настилов ( $K_{\max} = 4R_o R_y$ ) в раппорте переплетения:

$$f_{\text{ж}} = K / K_{\max}.$$

Существенное влияние на формирование строения ткани оказывает не только длина настилов основных и уточных нитей, но и их взаимное расположение в раппорте переплетения. Влияние длины настила станет очевидным, если сравнить некоторые характеристики сатина 6-рем., саржи 2/4 и 3/3:  $f_c = 0,3333$ ;  $f_{\text{ж}} = 0,1667$  (табл.1);  $R_o \times R_y = 36$ ;  $t = 2$  – все показатели у трех различных переплетений одинаковы.

Вероятно, их отличает друг от друга именно величина "непрерывной площади" настила. Коэффициент  $f_n$  оценивает переплетение с точки зрения величины "непрерывной площади" настила, которая является достаточно значимым в характеристике переплетения показателем, так как от нее зависит, насколько прочно нити связываются между собой: чем больше однотипных перекрытий располагается рядом, тем слабее нити основы и утка взаимодействуют.

вуют между собой, а значит, переплетение становится более рыхлым.

Под "непрерывной площадью" настила следует понимать совокупность перекрытий одной системы нитей (только основные или только уточные), которые соприкасаются друг с другом, образуя на рисунке переплетения области белого (уточные) или черного (основные) цвета (в соответствии с классическим способом изображения переплетений, когда закрашенная клетка обозначает основное перекрытие, а пустая (белая) – уточное).

Перекрытия, расположенные по диагонали, нельзя в прямом смысле считать длиной настила, однако и не учитывать наличие в раппорте переплетения непрерывных диагональных цепочек из одиночных перекрытий (как у саржи) было бы ошибочным. Так, например, саржа 1/5 и сатин 6-рем. имеют настилы одинаковой длины, однако саржа 1/5 имеет более значительную "непрерывную площадь", занятую уточными настилами.

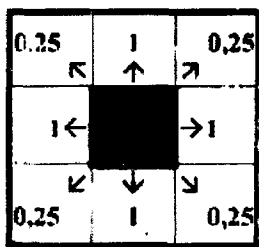


Рис. 4

Для определения величины "непрерывности настила", внутри которого находится оцениваемое перекрытие, рассмотрим (начиная с данного) перекрытия, расположенные во всех направлениях (рис.4) на расстоянии  $R-1$  (это необходимо для получения показателя, не зависящего от того, с какой нити раппорта начинается переплетение). Затем суммируем соприкасающиеся перекрытия аналогичной системы нитей, считая саму оцениваемую клетку, а также перекрытия в горизонтальном и вертикальном направлениях равными 1 – на основании того, что каждое присоединенное перекрытие увеличивает длину настила на единицу.

Любая клетка на рисунке переплетения имеет четыре точки соприкосновения  $P_i$  с

соседними перекрытиями, расположенными по диагонали к данному, следовательно, диагональные цепочки могут образовываться в четырех направлениях: в плотняном переплетении от каждого перекрытия образуется четыре диагональные цепочки, соответственно одна цепочка составляет одну четверть (или 0,25) от возможного числа цепочек, поэтому перекрытия, составляющие диагональную цепочку, при суммировании будем считать равными 0,25.

Величина  $Z$  "непрерывной площади" настила всего переплетения представляет собой сумму значений, полученных при оценке  $z_i$  – каждого перекрытия раппорта:

$$Z = \sum z_i.$$

Максимальная величина "непрерывной площади" настила для одного перекрытия зависит только от размера раппорта переплетения:

$$Z_{\max} = 1 + 4(R - 1) \times 1 + 4(R - 1) \times 0,25 = 5R - 4.$$

Соответственно максимальная величина "непрерывной площади настила" для всех перекрытий раппорта переплетения будет

$$Z_{\max} = (5R - 4) \times R_o \times R_y.$$

По мере увеличения  $Z$  степень закрепления нитей в ткани уменьшается. Следовательно, чем больше разница между максимальным и фактическим значением ( $Z_{\max} - Z$ ), тем больше связность нитей в ткани. Оценивая различные переплетения, мы фактически сравниваем их с плотняным, поэтому при вычислении коэффициента  $f_n$  целесообразно применять следующее отношение:

$$(Z_{\max} - Z) / Z_{\max} = Z^* / Z_{\max}.$$

Однако величина  $Z^* / Z_{\max}$  не позволяет сравнивать переплетения, отличающиеся размером раппорта, который в данном случае имеет существенное значение, так как для плотняного переплетения ( $R_o = 2$ )

одиночное перекрытие составляет 50% раппорта, а, например, для саржи 1/3+4/4 ( $R_o = 12$ ) соответственно 8,33% раппорта. В связи с этим при вычислении  $f_n$  необходимо ввести уточняющий коэффициент  $k$ , учитывающий среднюю длину перекрытий в переплетении:

$$k = \frac{1}{2} \left( \frac{R_o R_y}{m_o} + \frac{R_o R_y}{m_y} \right),$$

где  $m_o, m_y$  – число настилов в раппорте переплетения по основе и по утку.

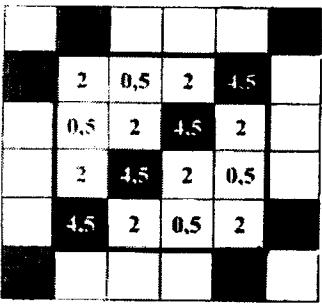
Коэффициент  $f_n$ , характеризующий степень рыхлости ткани, вычислим по формуле

$$f_n = Z^*/k \times Z_{max}.$$

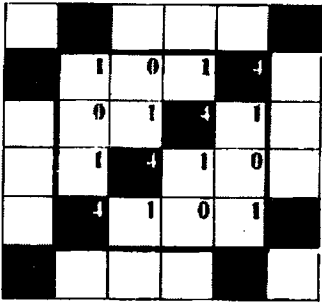
Таблица 1

Переплетение	A	A <sub>max</sub>	f <sub>c</sub>	K	K <sub>max</sub>	f <sub>ж</sub>	Z	Z <sub>max</sub>	Z*	Z*/Z <sub>max</sub>	k	f <sub>n</sub>	F <sub>n</sub>
Полотно	16	20	0.8000	16	16	1.0000	8	24	16	0.6667	1	0.6667	2.4667
Репс осн. 2/1	22	30	0.7333	20	24	0.8333	14	48	34	0.7083	1.25	0.5667	2.1333
Репс ут. 2/1	22	30	0.7333	20	24	0.8333	14	48	34	0.7083	1.25	0.5667	2.1333
Репс осн. 2/2	28	40	0.7000	24	32	0.7500	20	80	60	0.7500	1.5	0.5000	1.9500
Репс ут. 2/2	28	40	0.7000	24	32	0.7500	20	80	60	0.7500	1.5	0.5000	1.9500
Репс осн. 3/1	28	40	0.7000	24	32	0.7500	24	80	56	0.7000	1.5	0.4667	1.9167
Саржа 1/2	27	45	0.6000	18	36	0.5000	31.5	99	67.5	0.6818	1.5	0.4545	1.5545
Рогожка 2/2	40	80	0.5000	32	64	0.5000	72	256	184	0.7188	2	0.3594	1.3594
Саржа 1/3	36	80	0.4500	24	64	0.3750	100	256	156	0.6094	2	0.3047	1.1297
Сатин 4-рем.	38	80	0.4750	20	64	0.3125	84	256	172	0.6719	2	0.3359	1.1234
Саржа 2/2	40	80	0.5000	16	64	0.2500	72	256	184	0.7188	2	0.3594	1.1094
Сатин утил. 7/3	112	245	0.4571	56	196	0.2857	332.5	1519	1186.5	0.7811	2.625	0.2976	1.0404
Рогожка 3/3	64	180	0.3556	48	144	0.3333	238	936	698	0.7457	3	0.2486	0.9375
Саржа 1/4	45	125	0.3600	30	100	0.3000	210	525	315	0.6000	2.5	0.2400	0.9000
Сатин 5/2	50	125	0.4000	20	100	0.2000	175	525	350	0.6667	2.5	0.2667	0.8667
Сатин 5/3	50	125	0.4000	20	100	0.2000	175	525	350	0.6667	2.5	0.2667	0.8667
Саржа 1/3+4/4	228	720	0.3167	120	576	0.2083	1746	8064	6318	0.7835	3	0.2612	0.7862
Саржа 1/5	54	180	0.3000	36	144	0.2500	414	936	522	0.5577	3	0.1859	0.7359
Саржа 3/3	60	180	0.3333	24	144	0.1667	276	936	660	0.7051	3	0.2350	0.7350
Саржа 2/4	60	180	0.3333	24	144	0.1667	300	936	636	0.6795	3	0.2265	0.7265
Рогожка 4/4	88	320	0.2750	64	256	0.2500	584	2304	1720	0.7465	4	0.1866	0.7116
Сатин б-рем.	60	180	0.3333	24	144	0.1667	362	936	574	0.6132	3	0.2044	0.7044
Саржа 1/6	63	245	0.2571	42	196	0.2143	668.5	1519	850.5	0.5599	3.5	0.1600	0.6314
Сатин 7/3	70	245	0.2857	28	196	0.1429	574	1519	945	0.6221	3.5	0.1777	0.6063
Саржа 4/4	80	320	0.2500	32	256	0.1250	688	2304	1616	0.7014	4	0.1753	0.5503

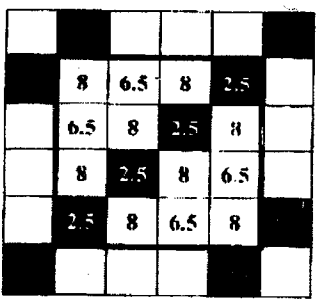
В табл.1. представлены коэффициенты  $f_c, f_{ж}, f_n$  и  $F_n$  для 25 переплетений.



A = 36  
Рис. 5



K = 24  
Рис. 6



Z = 100  
Рис. 7

Приведем пример расчета коэффициента  $F_n$  для саржи 1/3 (рис.5...7):

- 1) A = 36; A<sub>max</sub> = 5×4×4 = 80;  
f<sub>c</sub> = 36/80 = 0,4500;

- 2) K = 24; K<sub>max</sub> = 4×4×4 = 64; f<sub>ж</sub> = 24/64 = 0,3750;

- 3) Z = 100; Z<sub>max</sub> = (5×4 – 4)×4×4 = 256;

$Z^* = 256 - 100 = 156$ ;  $k = 1/2(16/8 + 16/8) = 2$ ;  
 $f_n = 156/2 \times 256 = 0,3047$ ;

4)  $F_n = 0,4500 + 0,3750 + 0,3047 = 1,1297$ .

Анализ полученных значений  $F_n$  показывает, что расположенный в порядке убывания  $F_n$  числовой ряд вполне логично отражает свойства переплетений: по мере увеличения длины перекрытия жесткость переплетения уменьшается.

Экспериментальные исследования напряженности технологического процесса ткачества при выработке 10 тканей различных переплетений и испытания их физико-механических свойств подтверждают теоретические предположения о характере и степени влияния различных переплетений на исследуемые параметры.

## ВЫВОДЫ

1. Разработан метод, позволяющий идентифицировать переплетение и число, предоставляя возможность отличать одно переплетение от другого.

2. Установлено, что коэффициент переплетения  $F_n$  является характеристикой именно переплетения, а не ткани, выработанной данным переплетением.

Числовое значение  $F_n$  можно использовать при проектировании тканей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кутепов О. С. Строение и проектирование тканей. – М.: Легпромбытиздат, 1988.
2. Брайерлей С. Теория и практические расчеты плотности тканей. – М.: Гизлегпром, 1937.
3. Дамянов Г. Б., Бачев Ц. З., Сурнина Н. Ф. Строение ткани и современные методы ее проектирования. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
4. Еремина Н. С. Составление номограмм показателей физико-механических свойств тканей для их проектирования // Сб. рефератов ЦНИХБИ: Ткачество. – М.: Гизлегпром, 1952, вып. 5. С.36...53.
5. Хлопчаткачество / Справочник под ред. П.Т. Букаева. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
6. Селиванов Г. И. Текстильная промышленность. – 1963, №3.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 08.02.02.