

УДК 677.026.4

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ
НА ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕОРИЕНТАЦИИ ПРОШИВНЫХ НИТЕЙ
В ПРОЦЕССЕ РАСТЯЖЕНИЯ ХОЛСТОПРОШИВНЫХ ПОЛОТЕН
В ПРОДОЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ***А.П.СЕРГЕЕНКОВ***(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)**

Принципиальное отличие холстопршивных нетканых полотен от основовязанных заключается в наличии наполнителя – волокнистого холста. Пучки волокон холста заключены в петлях, образованных прошивными нитями, и существенно влияют как на свойства холстопршивных полотен, так и на их поведение под действием растягивающих и других нагрузок.

В частности, наличие и содержание наполнителя в значительной степени определяет деформационные свойства холстопршивных полотен.

Количественные зависимости, устанавливающие влияние наполнителя на удлинения холстопршивных полотен при разрыве, могут быть получены путем анализа поведения этого полотна в процессе растяжения.

Относительное удлинение при разрыве холстопршивного полотна складывается из трех составляющих:

– удлинения вследствие переориентации в направлении действия растягивающей нагрузки и перетяжки друг в друга различно ориентированных отдельных элементов петель прошивных нитей;

– удлинения вследствие переориентации элементов петель прошивных нитей, обусловленной сжатием и уменьшением толщины заключенных в петли пучков наполнителя;

– удлинения собственно прошивных нитей вплоть до достижения величины удлинения при разрыве.

В настоящей работе изучены возможности теоретического расчета второй составляющей удлинения, обусловленной сжатием наполнителя.

Относительное удлинение при разрыве холстопршивного полотна соответствует относительному удлинению при разрыве каждого структурного элемента этого полотна, ограниченного одной петлей. Вследствие этого при дальнейшем анализе ограничимся рассмотрением только этого структурного элемента полотна.

При растяжении холстопршивных полотен в продольном и поперечном направлениях растягивающие усилия воспринимаются отдельными элементами каждой петли в разной степени, что объясняет очень большую разницу в показателях удлинения при разрыве в обоих направлениях.

По этой причине анализ процесса растяжения холстопршивного полотна в продольном и поперечном направлениях следует выполнять раздельно.

Длина структурного элемента холстопршивного полотна, ограниченного одной петлей, до растяжения соответствует высоте петельного ряда V_n , мм:

$$V_n = 50 / \Pi_d, \quad (1)$$

где Π_d – плотность прошива по длине, петель/50 мм.

Схематично изменение формы поперечного сечения этого структурного элемента при растяжении полотна в продольном направлении показано на рис. 1 (а – до растяжения, б – в растянутом состоянии).

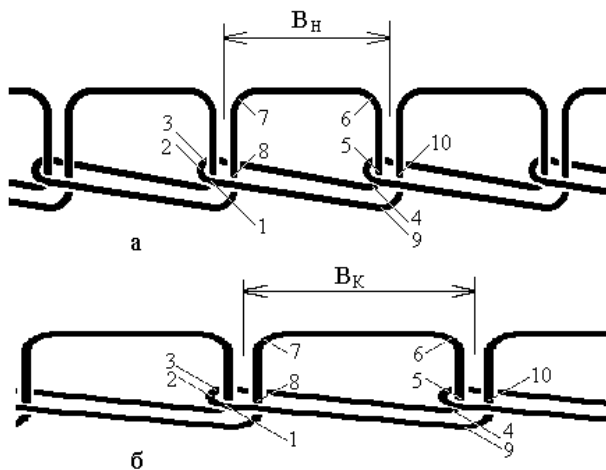


Рис. 1

Цифрами на рис. 1 обозначены характерные точки петли, что позволяет разделить ее на ряд отдельных участков:

1-2-3 – большая петельная дуга;

7-8, 5-6 – проходящие через наполнитель участки протяжки;

6-7 – проекция расположенного на поверхности полотна участка протяжки на направление растяжения полотна;

4-5 и 9-10 – малые петельные дуги;

3-4, 1-9 – петельные палочки.

В исходном материале (до растяжения) длина $L_{п.н}$ каждой петельной палочки 3-4 и 1-9 может быть принята равной начальной высоте петельного ряда V_n :

$$L_{3-4} = L_{1-9} = V_n. \quad (2)$$

Длина проекции участка протяжки 6-7, расположенного на поверхности полотна, также примерно равна начальной высоте петельного ряда V_n :

$$L_{6-7} = V_n. \quad (3)$$

Длина каждого участка протяжки 7-8 и 5-6, проходящего через наполнитель, может быть принята примерно равной начальной толщине наполнителя T_n :

$$L_{7-8} = L_{5-6} = T_n. \quad (4)$$

С учетом принятых обозначений суммарная длина всех показанных на рис.1 элементов петли составит:

$$L_{п.н} = L_{1-2-3} + L_{3-4} + L_{4-5} + L_{5-6} + L_{6-7} + L_{7-8} + L_{1-9} + L_{9-10} = 3V_n + 2T_n + L_{п.д}, \quad (5)$$

где $L_{п.д} = L_{1-2-3} + L_{4-5} + L_{9-10}$ – общая длина большой и малых петельных дуг.

В процессе растяжения образца проходящие через него элементы петли переориентируются в направлении действия растягивающей силы. Петельные столбики и протяжка сближаются, сжимая наполнитель. Одновременно они вытягиваются в максимальной степени в направлении действия растягивающей силы. Несколько деформируются также петельные дуги, увеличивая общее удлинение образца.

На конечной стадии растяжения петли будут состоять из тех же элементов, однако их длина изменится, так как толщина наполнителя уменьшится с начального

значения T_n до конечного значения T_k , а высота петельного ряда, напротив, увеличится с начального значения V_n до конечного значения V_k .

Петельные дуги по сравнению с другими элементами петли имеют небольшую длину и поэтому изменением их длины в процессе растяжения полотна можно пренебречь.

Тогда выражение для суммарной длины всех элементов петли растянутого полотна можно записать в виде:

$$L_{п.к} = 3V_k + 2T_k + L_{п.д}. \quad (6)$$

Деформация петли происходит за счет

перетягивания проходящих через наполнитель участков протяжки в петельные палочки и в расположенный на поверхности полотна участок протяжки. Учитывая это, выражение для расчета высоты петельного ряда растянутого полотна можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} B_k &= B_n + (2T_n - 2T_k)/3 = \\ &= B_n + 2(T_n - T_k)/3. \end{aligned}$$

При очень сильном сжатии наполнителя $T_k \rightarrow 0$. Достижимая в этом случае максимальная величина высоты петельного ряда составит:

$$B_k = B_n + 2T_n/3. \quad (7)$$

Учитывая, что длина нити в петле до и после растяжения остается неизменной, приравняем выражения (5) и (6):

$$\begin{aligned} 3B_n + 2T_n + L_{п.д} &= 3B_k + 2T_k + L_{п.д}, \\ B_k - B_n &= 2(T_n - T_k)/3. \quad (8) \end{aligned}$$

Разность $(B_k - B_n)$ соответствует изменению длины структурного элемента холстопршивного полотна в результате его растяжения.

Учитывая, что начальная длина этого элемента была равна B_n , относительное удлинение, %, рассматриваемого элемента петельной структуры, обусловленное сжатием наполнителя, с учетом проведенного выше анализа можно вычислить по формуле:

$$E_{сж} = 100(B_k - B_n)/B_n = 100(B_k/B_n - 1).$$

Подставляя B_k из формулы (8), получаем:

$$\begin{aligned} E_{сж} &= 100 \left(\frac{B_n + 2(T_n - T_k)/3}{B_n} - 1 \right) = \\ &= 66,7 \frac{T_n - T_k}{B_n}. \quad (9) \end{aligned}$$

Предельное удлинение полотна при разрыве за счет сжатия наполнителя и деформации элементов структуры определяется по формуле:

$$E_{сж.пред} = 66,7 \frac{T_n}{B_n}.$$

Учитывая (1), уравнение (9) можно записать в виде:

$$E_d = 66,7 \frac{(T_n - T_k) \Pi_d}{50} = 1,33 \Pi_d (T_n - T_k).$$

Из полученного выражения следует, что разрывное удлинение холстопршивного полотна при разрыве, обусловленное переориентацией элементов петли, изменяется прямо пропорционально плотности прошива по длине.

В полученном выражении начальная толщина наполнителя при наличии исследуемых образцов может быть измерена инструментальным способом.

При проектировании новых холстопршивных полотен (то есть при отсутствии образцов для исследования) вместо фактической толщины наполнителя может быть использована условная толщина, способ определения которой описан в работе [1].

ВЫВОДЫ

1. Установлены взаимосвязи между структурными характеристиками полотна и величиной его удлинения при разрыве в продольном направлении.

2. Выведены формулы для расчета удлинения холстопршивного полотна в продольном и поперечном направлениях, обусловленного сжатием наполнителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горенек О.А., Сергеенков А.П. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 6. С.77...79.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 03.07.06.