

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛОКОН ХОЛСТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ХОЛСТОПРОШИВНЫХ ПОЛОТЕН

А.П.СЕРГЕЕНКОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)

Волокна холста являются одной из двух составляющих холстопршивного полотна и определяют многие его физико-механические и эксплуатационные свойства. Решающее влияние волокнистый состав холста и его поверхностная плотность оказывают, в частности, на фильтрующие, гигроскопические, тепло- и звукоизоляционные свойства. Правильный выбор вида, длины и линейной плотности волокон холста позволяет также существенно повысить разрывную нагрузку полотна.

Поскольку полотно состоит из двух структурных элементов (прошивных нитей и волокон холста), его суммарную разрывную нагрузку можно выразить как сумму двух составляющих:

$$P_{\text{п}} = P_{\text{н}} + P_{\text{х}}, \quad (1)$$

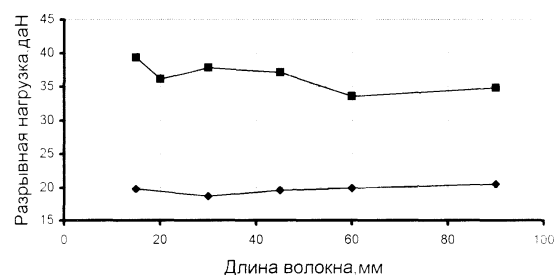
где $P_{\text{п}}$ – разрывная нагрузка холстопршивного полотна, даН; $P_{\text{н}}$ – разрывная нагрузка, обеспечиваемая прошивными нитями, даН; $P_{\text{х}}$ – разрывная нагрузка, обеспечиваемая волокнами холста, даН.

Настоящая работа посвящена анализу второй составляющей – $P_{\text{х}}$.

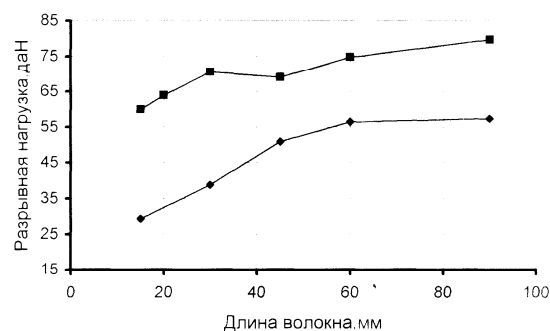
На рис.1 приведены результаты испытаний холстопршивных полотен, изготовленных путем провязывания сформированных из поливинилхлоридных волокон холстов капроновыми прошивными нитями различной линейной плотности. Волокнистые холсты были получены из волокон различной длины: от 20 до 90 мм.

Из представленных на рис.1 графических зависимостей следует, что прочность полотна в продольном направлении практически не зависит от длины волокон холста. В этом нет ничего неожиданного: сформированный на механическом преобразователе прочеса холст имеет характер-

ную для этого оборудования структуру, а именно ориентированные преимущественно в поперечном направлении волокна. В направлении своей преимущественной ориентации волокна и воспринимают растягивающую нагрузку. С учетом этого в дальнейшем будем анализировать только влияние длины волокон холста на разрывную нагрузку полотна в поперечном направлении.



а) в продольном направлении



б) в поперечном направлении

—●— капроновая прошивная нить 15,6 текс
—■— капроновая прошивная нить 29,4 текс

Рис. 1

Как следует из того же рис.1, увеличение длины волокон в 6 раз сопровождается существенным – хотя и не пропорциональным – повышением разрывной нагрузки полотна в поперечном направлении на 23...33%.

Кроме того, приведенные графические зависимости позволяют сделать вывод о том, что наиболее существенное влияние на прочностные свойства холстопршивного полотна длина волокон холста оказывает при ее увеличении примерно до 60 мм. Дальнейшее увеличение длины волокон значительного прироста прочности не дает.

Проанализируем этот результат более внимательно. Повышение прочности полотна при использовании более длинных волокон объясняется тем, что каждое волокно в этом случае проходит через большее число образованных прошивными нитями петель и более прочно закреплено в структуре изделия. Полученные результаты позволяют предположить, что длина волокон, равная 60 мм, является критической. При этой длине количество точек закрепления каждого волокна петлями прошивных нитей достигает значения, при котором суммарная прочность закрепления волокна становится примерно равной его абсолютной разрывной нагрузке. Вследствие этого более короткие волокна при растяжении полотна растаскиваются без разрыва, а более длинные – обрываются.

Для проверки этого предположения необходимо определить нагрузку, воспринимаемую отдельным волокном. Решение этого вопроса связано с определенными сложностями, так как методов для непосредственного измерения нагрузки, воспринимаемой волокнами растягиваемого холстопршивного полотна, в настоящее время не существует. Однако выполненные в разное время исследовательские работы позволяют упростить эту задачу.

В частности, в работе [1] были изучены холстопршивные полотна с переплетением цепочка, то есть такие, в которых соседние петельные столбики не связаны протяжками и, следовательно, разрывная нагрузка в поперечном направлении воспринимается исключительно волокнами холста.

Результаты испытаний многочисленных образцов показали, что коэффициент использования прочности волокон не превышает 5,4%. Если бы все волокна в пре-

делах каждой петли были закреплены одинаково прочно, то с учетом результатов этого эксперимента можно было бы сделать заключение о том, что при растяжении полотна они должны не обрываться, а только растаскиваться.

Проведенные в свое время другими исследователями (в частности, [2]) эксперименты дают противоположный результат: средняя длина волокон холста при разрыве холстопршивного полотна уменьшается, то есть несомненно происходит обрыв части волокон.

Сопоставляя эти данные, приходим к выводу: волокна в каждой петле закреплены неодинаково прочно. По всей вероятности, непосредственно контактирующие с прошивными нитями волокна зафиксированы гораздо более прочно, чем волокна, не соприкасающиеся с нитями. При растяжении полотна, прижатые к нитям волокна, как обладающие наименьшей подвижностью, разрываются. В то же время волокна, находящиеся внутри петель и не взаимодействующие с нитями, скользят друг относительно друга и растаскиваются без разрыва.

Возвращаясь к рис.1, теперь можно сделать вывод: чем больше длина волокон, тем больше в петле доля волокон, прочность закрепления которых достигает величины их разрывной нагрузки. Однако при определенной (критической) длине практически все соприкасающиеся с прошивными нитями волокна окажутся зафиксированными настолько прочно, что при растяжении полотна будут разрываться, а не растаскиваться. После этого дальнейшее увеличение длины волокон уже не будет сопровождаться значительным повышением разрывной нагрузки полотна. Незначительное увеличение прочности объясняется увеличением силы трения при растаскивании внутренних волокон в каждой петле.

Все вышеизложенное позволяет получить аналитические выражения для теоретического расчета прочности P_x (даН) холстопршивного полотна в поперечном направлении, обеспечиваемой волокнами холста:

$$P_x = 10^{-5} P_b K_n P_d N_b, \quad (2)$$

где P_b – разрывная нагрузка одиночного волокна, сН; P_d – плотность прошива по длине, петель/50 мм; $P_{ш}$ – плотность прошива по ширине, петель/50 мм; N_b – число волокон в одной петле, шт.; K_n – коэффициент использования прочности волокна, %.

Число N_b волокон в одной петле, в свою очередь, можно подсчитать по формуле:

$$N_b = 50 Q_x / (T P_d), \quad (3)$$

где Q_x – поверхностная плотность холста, г/м²; T – линейная плотность волокон холста, текс.

Подставляя выражение (3) в формулу (2), получаем:

$$P_x = 5 \cdot 10^{-4} P_b K_n Q_x / T. \quad (4)$$

Наибольшие затруднения при использовании этой формулы представляет определение коэффициента использования прочности волокна, который зависит от большого количества факторов. В частности, коэффициент использования прочности волокон существенно снижается с увеличением поверхностной плотности холста. Чем больше поверхностная плотность холста, тем больше и доля в каждой петле таких волокон, которые не взаимодействуют непосредственно с прошивными нитями и потому зафиксированы в структуре полотна менее прочно.

поверхностная плотность холста, г/м²:

100
140
200
270

Коэффициент использования прочности волокон возрастает с увеличением длины волокон, что обусловлено увеличением числа петель, через которые проходит каждое волокно, то есть числа точек закрепления волокна. Для того, чтобы устранить влияние этого фактора, в формуле (4) вместо K_n можно воспользоваться относительным коэффициентом использования прочности волокна, обеспечиваемым каждой точкой его закрепления:

$$K_{н.отн} = K_n / N_3 = K_n L P_{ш} / 50, \quad (5)$$

где N_3 – число точек закрепления каждого волокна, шт., L – длина волокна, мм; $P_{ш}$ – плотность прошива по ширине, петель/50 мм.

С учетом (5) уравнение (4) будет иметь вид:

$$P_x = 25 \cdot 10^{-3} P_b K_{н.отн} Q_x / (T L P_{ш}). \quad (6)$$

Результаты специально проведенных экспериментальных исследований позволили установить, что на величину коэффициента $K_{н.отн}$ не оказывает существенного влияния вид и линейная плотность волокна. В то же время этот коэффициент в значительной степени зависит от поверхностной плотности холста.

Для разных значений поверхностной плотности холста величина коэффициента использования прочности волокна $K_{н.отн}$, обеспечиваемого каждой точкой его закрепления, приведена ниже:

коэффициент использования прочности одного волокна $K_{н.отн}$, %:

0,21...0,25
0,21...0,23
0,19...0,24
0,16...0,21

Полученные формулы позволяют теоретически оценить вклад волокон холста в прочностные свойства холстопрошивного полотна. Это дает возможность без проведения экспериментальных исследований выбрать волокна для получения холсто-

прошивного полотна с требуемой разрывной нагрузкой.

В Ы В О Д Ы

1. Установлено, что волокна холста оказывают существенное влияние на прочностные свойства холстопрошивного по-

лотна в поперечном направлении и почти не влияют на его прочность в продольном направлении.

2. Выведены расчетные формулы для теоретического определения разрывной нагрузки холстопрошивного полотна в поперечном направлении, создаваемой волокнами холста.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Перепелкина М.Д.* Исследование процесса получения нетканых материалов вязально-прошивным способом: Дис...канд. техн. наук. – М., 1964.

2. *Морозова М.Н.* Разработка метода расчета прочности нетканых вязально-прошивных полотен: Дис...канд. техн. наук. – М., 1967.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 12.02.07.
