

## SUMMARY

The work is devoted to investigating physical-mechanical properties of furniture upholstery obtained by using in weft yarn produced from short linen fibres of linear density 163 tex. The developed assortment is new, it widens the sphere of applying linen yarn of dry spinning method with great linear density. The conducted research showed that tapestry furniture upholstery meets the GOST demands in their physical-mechanical properties, and exceeds the analogues in artistic-colouristic appearance.

УДК 677.4.021.16/.022

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ

*И.А. Малютина, А.Г. Коган, Д.Б. Рыклин*

Полипропиленовые волокна и нити обладают рядом специфических свойств, не присущих другим синтетическим волокнам: их сравнительно легко переработать; они обладают низкой объемной плотностью ( $0,92 \text{ г/см}^3$ ); хорошей стойкостью к истиранию; высокой изоляционной способностью; гидрофобностью; инертностью к воздействию микроорганизмов и др. [1]

В условиях кафедры ПНХВ УО «ВГТУ» разработан технологический процесс получения комбинированных полипропиленовых нитей линейной плотности 40-100 текс новой структуры на модернизированной машине ПБК с использованием полипропиленовых волокон и нитей. В качестве исходного сырья использовалась полипропиленовая камвольная ровница линейной плотности 310-360 текс и полипропиленовые комплексные нити линейной плотности 34 текс.

Одной из особенностей комбинированных нитей аэродинамического способа формирования является их структура, которая представляет собой чередование по всей длине нити пневмоперепутанных мест (так называемых «ложных узлов»), в которых происходит взаимная фиксация волокон покрытия и элементарных нитей сердечника, и участков образованных разьединенными волокнами покрытия. Обычно содержание комплексной химической нити в комбинированных нитях не превышает 30 %, при этом волокно равномерно покрывает химическую нить, улучшая внешний вид изделий. При содержании комплексных химических нитей в комбинированной нити более 40 % процесс формирования нити в аэродинамическом устройстве несколько изменяется.

Специфическая структура комбинированных полипропиленовых нитей определяет особенности процессов их деформации и последующего разрыва.[2] При исследовании процесса деформации были приняты следующие допущения: содержание комплексных химических нитей в комбинированной нити более чем 40%; удлинение волокон покрытия ( $\epsilon_2$ ) больше удлинения сердечника ( $\epsilon_1$ ); линейная плотность покрытия на участке комбинированной нити является случайной величиной подчиняющейся нормальному закону распределения.

Рассмотрим растяжение комбинированной нити как одновременное растяжение двух различных компонентов: сердечника и покрытия. Тогда формулу абсолютной разрывной нагрузки комбинированной нити аэродинамического способа формирования можно представить в виде:

$$P = P_c + P_{\Pi}, \quad [1]$$

где  $P_c$  – абсолютная разрывная нагрузка сердечника, сН;  $P_{\Pi}$  – величина нагрузки, действующая на покрытие при удлинении волокон на  $\epsilon_1$ , сН. [3]

Разрывная прочность первого компонента - комплексной нити равна  $P_1$ , а второго компонента – волокон покрытия -  $P_2$ . Пусть кривая растяжения каждого компонента представляет собой прямую и  $(P_1+P_{\Pi}) > P_2$  (рис. 1).

Тогда сила, действующая на покрытие при удлинении волокон на  $\epsilon_1$ , равна

$$P_{II} = P_2 \cdot \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \cdot \eta, \quad [2]$$

где  $P_2$  – абсолютная разрывная нагрузка покрытия, сН;  $\varepsilon_1$  – разрывное удлинение комплексной химической нити, %;  $\varepsilon_2$  – разрывное удлинение волокон покрытия, %;  $\eta$  – понижающий коэффициент, учитывающий особенности структуры комбинированных нитей.

Установлено, что в процессе формирования комбинированных нитей, элементарные нити комплексной нити перепутываются между собой, образуя внутренние петли, обеспечивающие разрывные характеристики сердечника, при этом происходит одновременное перепутывание элементарных нитей с концами волокон покрытия. В связи с изменением структуры комплексной нити происходит снижение разрывной нагрузки сердечника, следовательно

$$P_C = P_1 \cdot S, \quad [3]$$

где  $P_1$  – абсолютная разрывная нагрузка комплексной нити, сН;  $S$  – коэффициент, учитывающий снижение разрывной нагрузки комплексной нити в процессе пневмотекстурирования.

Установлено, что при формировании комбинированных нитей:

$$S = \frac{1 + \frac{\varepsilon_{комб}}{100}}{\left(1 + \frac{N}{100 - N}\right) \left(1 + \frac{\lambda \varepsilon_1}{100}\right)}, \quad [4]$$

где  $\varepsilon_{комб}$  – разрывное удлинение комбинированной нити, %;  $N$  – нагон при процессе формирования комбинированной нити, %;  $\lambda$  – доля длины элементарной нити, участвующей, в образовании внутренних петель, ( $\lambda=0,7$ ). [2]

Тогда формулу абсолютной разрывной нагрузки комбинированной нити аэродинамического способа формирования можно представить в виде:

$$P = P_1 \cdot \frac{1 + \frac{\varepsilon_{комб}}{100}}{1 + \frac{\lambda \cdot \varepsilon_1}{100}} \cdot \left(1 - \frac{N}{100}\right) + P_2 \cdot \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \cdot \eta \quad [5]$$

Фактическая разрывная нагрузка комбинированной нити меньше расчетной из-за структурной неровноты нити. Неровнота комбинированной нити по разрывной нагрузке вызвана случайным характером процесса образования «ложных узлов». То есть количество фактически сформированных «ложных узлов» на участке комбинированной нити будет меньше максимально-возможного количества. Следовательно,

$$\eta = \frac{\bar{M}}{M_{\max}}, \quad [6]$$

где  $\bar{M}$  – среднее количество «ложных узлов» на 1 м комбинированной нити, шт/м;  $M_{\max}$  – максимальное количество «ложных узлов» на 1 м комбинированной нити, шт/м.

Ранее было установлено, что образование «ложного узла» более вероятно в случае, когда в зону действия радиальных струй попадает пучность стоячей волны. Это объясняется тем, что в центре перепутывающей камеры действие радиальной струи ослабевает из-за взаимодействия с другими струями воздуха. (рис. 2) [2]

Пусть частота вращения участка продукта в пневмоперепутывающей камере в единицу времени при известной величине ложной крутки  $K$  и скорости подачи продукта  $V_{\Pi}$  в аэродинамическое устройство определяется по формуле:

$$n = K \cdot V_{\Pi}.$$

При этом за 1 минуту в аэродинамическом устройстве максимально формируется  $nk$  узлов, где  $k$  – количество радиальных каналов в камере. За это время из устройства отводится участок нити длиной  $V_0$ , где  $V_0$  – скорость оттяжки. [2] Тогда,

$$M_{\max} = \frac{k \cdot K \cdot V_{\Pi}}{V_0}.$$

Однако в связи с особенностями процесса формирования полипропиленовых комбинированных нитей был проведен эксперимент, в результате которого установлено, что в этом случае оптимальным является центральное положение волокнистого материала в зоне действия радиальных струй воздуха (рис. 3).

А так как в центре перепутывающей камеры действие радиальной струи ослабевает из-за взаимодействия с другими струями, то получаем, что за один оборот продукта максимально возможно образование одного «ложного узла».

Таким образом,

$$M_{\max} = \frac{K \cdot V_{\Pi}}{V_0}.$$

Тогда,

$$\eta = \frac{\bar{M} \cdot V_0}{n} = \frac{\bar{M} \cdot V_0}{K \cdot V_{\Pi}} = \left(1 - \frac{N}{100}\right) \cdot \frac{\bar{M}}{K}. \quad [7]$$

Следовательно, величину абсолютной разрывной нагрузки комбинированной нити можно определить по формуле

$$P = \left(1 - \frac{N}{100}\right) \cdot \left[ P_1 \frac{\left(1 + \frac{\varepsilon_{\text{комб}}}{100}\right)}{\left(1 + \frac{\lambda \cdot \varepsilon_1}{100}\right)} + P_2 \cdot \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \cdot \frac{\bar{M}}{K} \right], \quad [8]$$

где  $P_1$  – абсолютная разрывная нагрузка комплексной нити, сН;  $P_2$  – абсолютная разрывная нагрузка покрытия, сН:

$$P_2 = P_B \cdot \bar{n} \cdot K_{\text{ИП}},$$

где  $P_B$  – абсолютная разрывная нагрузка волокна покрытия, сН;  $K_{\text{ИП}}$  – коэффициент использования прочности волокон в прочности покрытия;  $\bar{n}$  – среднее количество волокон покрытия в поперечном сечении комбинированной нити, шт:

$$\bar{n} = \frac{T_{\Pi}}{T_B},$$

где  $T_{\Pi}$  – средняя линейная плотность покрытия, текс;  $T_B$  – линейная плотность волокна покрытия, текс.

После преобразований получена формула для определения относительной разрывной нагрузки комбинированной полипропиленовой нити:

$$P_0 = \left(1 - \frac{N}{100}\right) \cdot \left[ P_{01} \frac{T_{\text{компл}}}{T_{\text{комб}}} \cdot \frac{\left(1 + \frac{\varepsilon_{\text{комб}}}{100}\right)}{\left(1 + \frac{\lambda \cdot \varepsilon_1}{100}\right)} + P_{0B} \frac{T_{\Pi}}{T_{\text{комб}}} \cdot \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \cdot \frac{\bar{M}}{K} \cdot K_{\text{ИП}} \right], \quad [9]$$

где  $P_0$  – относительная разрывная нагрузка комбинированной нити, сН/текс;  $P_{01}$  – относительная разрывная нагрузка комплексной нити, сН/текс;  $T_{\text{компл}}$  – линейная плотность комплексной нити, текс;  $T_{\text{комб}}$  – средняя линейная плотность

комбинированной нити, текс;  $P_{ОВ}$  – относительная разрывная нагрузка волокон покрытия, сН/текс.

Расчетные и фактические значения относительной разрывной нагрузки комбинированных полипропиленовых нитей приведены в таблице.

Таблица - Физико-механические показатели комбинированных полипропиленовых нитей

Наименование показателя	Значение		
	Линейная плотность комбинированной полипропиленовой нити, текс	72	66
Линейная плотность покрытия, текс	38	32	26
Величина ложной крутки в пневмовьюрковой камере, кр/м	100		
Величина нагона, %	6,19	6,19	5,83
Относительное разрывное удлинение комбинированной полипропиленовой нити, %	19,03	18,71	19,4
Количество «ложных узлов», шт/м	100,8	101,4	99,8
Относительная разрывная нагрузка комбинированной полипропиленовой нити, сН/текс	38,4	39,2	41,9
Расчетное значение относительной разрывной нагрузки комбинированной полипропиленовой нити, сН/текс	39,2	40,85	42,3
Отклонение расчетного значения относительной разрывной нагрузки комбинированной полипропиленовой нити от фактического, %	2,0	4,0	0,9

Результаты расчета относительной разрывной нагрузки комбинированных полипропиленовых нитей по разработанной методике хорошо согласуются с экспериментальными данными (погрешность в пределах 5%). Следовательно, предложенная формула может быть рекомендована для определения разрывной нагрузки комбинированных полипропиленовых нитей.

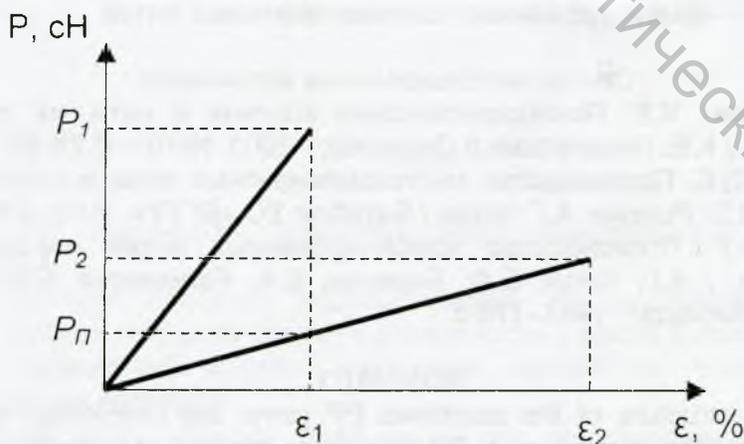


Рисунок 1 – Кривые растяжения компонентов комбинированной нити

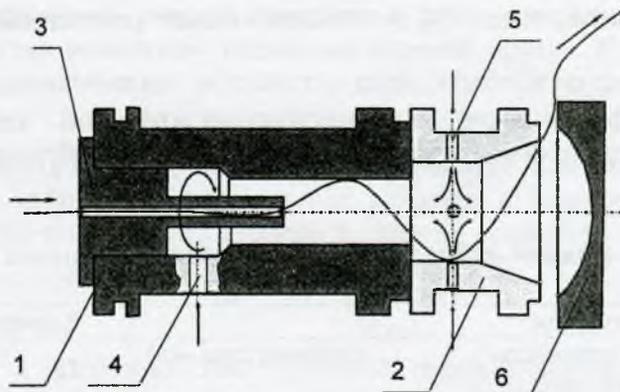


Рисунок 2 – Схема аэродинамического устройства для производства комбинированных нитей: 1- пневмовьюрковая камера; 2- пневмоперепутывающая камера; 3- игла; 4- два тангенциально расположенных канала; 5- четыре радиально расположенных канала; 6- заслонка.

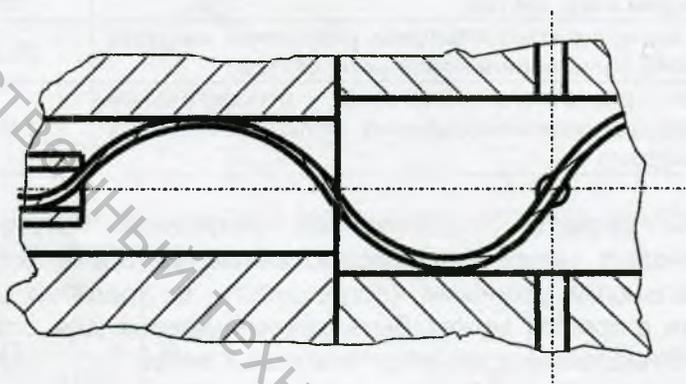


Рисунок 3 – схема положения волокнистого материала в зоне действия радиальных струй воздуха в аэродинамическом устройстве при формировании комбинированных полипропиленовых нитей

#### Список использованных источников

1. Перепелкин, К.Е. Полипропиленовые волокна и нити; их применение в текстиле. / К.Е. Перепелкин // Директор. - 2001, №10 – С.28-29.
2. Рыклин, Д.Б. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей. / Д.Б. Рыклин, А.Г. Коган / Витебск: УО «ВГТУ»; 2002.-215 с.
3. Коган, А.Г. Производство комбинированных нитей аэродинамическим способом. / А.Г. Коган, Е.Ф. Березин, Е.А. Калмыкова, Е.М. Коган / М.: Легпромбытиздат; 1988.-176 с.

#### SUMMARY

The features of structure of the combined PP yarns are considered in article. The influence of a percentage investment of PP threads on process of formation combined PP yarns and definition of their breaking load is investigated. The breaking load of combined PP yarns is defined theoretically in view of their structure features.