

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ПРЯЖИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ И ВОССТАНОВЛЕННЫЕ ВОЛОКНА

*Тимонова Е.Т.; Коган А.Г.; Ковчур С.Г.*

Вопросами проектирования свойств пряжи в разное время занимались многие исследователи: А.Н. Соловьев, В.А. Усенко, В.Е. Гусев, К.И. Корицкий, А.Н. Ванчиков и др., так как правильный выбор исходного сырья и его обработки имеет важное значение для получения продукта с заданными свойствами. Наиболее детально разработаны методы проектирования разрывных нагрузок пряжи из однородных смесей кольцевого способа прядения. Однако при проектировании свойств пряжи из смесей, содержащих большое количество технологических отходов и восстановленных волокон, эти методы неприменимы, так как смеси очень неоднородны по составу и свойствам.

Наиболее предсказуемой является разрывная нагрузка пряжи, полученной азродинамическим способом формирования, так как ее покрытие, состоящее из неоднородных волокон вторичного сырья, меньше влияет на рассматриваемый показатель, чем ее сердечник из комплексной химической нити. Структура и свойства комбинированных нитей, полученных азродинамическим способом, детально исследованы в работах сотрудников кафедры ПНХВ ВГТУ [1].

Анализ продольного вида указанной пряжи позволяет выделить следующие специфические признаки: наличие стержневой части, представляющей собой элементарные нити комплексных химических нитей, покрытия из волокон различного происхождения и пневмоперепутанных мест или уплотнений (ложных узлов) по всей длине пряжи, в которых происходит взаимная фиксация волокон и нитей, составляющих структуру комбинированной пряжи. Разъединенные волокна покрытия и стержня в промежутках между ложными узлами образуют участки, создающие объемность и пушистость пряжи. Крутка, связывающая волокна покрытия с нитями стержня отсутствует.

Структура пряжи азродинамического способа прядения позволяет предположить, что ее разрушение при разрыве происходит в наиболее слабых местах, т.е. между ложными узлами, где волокна покрытия и нити сердечника связаны меньше всего.

В целом, разрывная нагрузка в рассматриваемом случае складывается из разрывной нагрузки комплексной химической нити и разрывной нагрузки волокон покрытия, закрепленных не менее чем в двух соседних узлах. Количество таких волокон зависит от длины и фрикционных свойств волокон покрытия, а также условий осуществления технологического процесса.

Таким образом, в наиболее общем виде формулу разрывной нагрузки пряжи азродинамического способа формирования можно представить как:

$$P_p = P_c + P_n,$$

где  $P_p$  - разрывная нагрузка пряжи азродинамического способа формирования, сН;

$P_c$  - разрывная нагрузка комплексной химической нити сердечника, сН;

$P_n$  - разрывная нагрузка волокон покрытия, сН;

Разрывную нагрузку комплексной химической нити сердечника можно определить по формуле К.И. Корицкого с учетом уточнений К.Н. Ушаковой [2, 3]

$$P_c = P_0 (1 + \mu \sin\beta \cos\beta)(1 - C \operatorname{tg}^2\beta),$$

где  $P_0$  - разрывная нагрузка некрученной нити, сН;

$\mu$  - коэффициент трения между элементарными нитями (0,25-0,38);

$\beta$  - средний угол наклона винтовых нитей к оси нити, град;

$C$  - постоянный коэффициент, учитывающий физические свойства волокон (0,8-0,9).

$$P_0 = \eta m_0 p_0,$$

где  $\eta$  - коэффициент неодновременности разрыва элементарных нитей,  $\eta < 1$ ;

$m_0$  - число элементарных нитей в поперечном сечении комплексной нити;

$p_0$  - разрывная нагрузка элементарных нитей химической комплексной нити.

$$\operatorname{tg} \beta = 0,67 \pi d K,$$

где  $d$  - диаметр сердечника из комплексной химической нити, м;

$K$  - число кручений комплексной нити на 1 м.

Разрывная нагрузка покрытия определяется суммой разрывной нагрузки волокон, которые участвуют в соединении с сердечником, и сил трения, возникающих между волокнами покрытия и элементарными нитями сердечника в момент разрыва.

$$P_n = (P_1 + F_{n/c}) N,$$

где  $P_1$  - разрывная нагрузка волокон покрытия, которые с наибольшей вероятностью могут участвовать в соединении с сердечником, сН;

$F_{n/c}$  - сила трения, возникающая между элементарными нитями сердечника и волокнами покрытия при участии во взаимодействии всех элементарных нитей;

$N$  - коэффициент, учитывающий условия осуществления технологического процесса, т.е. определяющий количество волокон покрытия, участвующих в соединении с сердечником.

Экспериментальные исследования показывают, что с наибольшей вероятностью в структуре комбинированной пряжи закрепляются волокна с длиной более 30 мм. Волокна с меньшей длиной при разрыве, как правило, не разрушаются, а только проскальзывают относительно друг друга. Поскольку пряжа имеет рыхлую структуру, силами трения, возникающими при скольжении, можно пренебречь. Тогда

$$P_1 = \frac{T_{IP} - T_c}{\sum_{i=1}^m (\alpha_i T_{Bi})} \alpha_j \sum_{i=1}^m (\alpha_i p_{Bi}),$$

где  $T_{IP}$  - линейная плотность пряжи, текс;

$T_c$  - линейная плотность комплексной химической нити сердечника, текс;

$T_{Bi}$  - линейная плотность  $i$ -го вида волокон смеси, текс;

$\alpha_i$  - доля  $i$ -го вида волокон в смеси;

$\alpha_j$  - доля волокон смеси с длиной более 30 мм (определяется по штапельной диаграмме чесальной ленты или ровницы);

$p_{Bi}$  - разрывная нагрузка  $i$ -го вида волокон, сН;

$m$  - количество компонентов в смеси.

Сила трения между волокнами покрытия и элементарными нитями сердечника, возникающие при разрыве пряжи, определяется боковым давлением  $(dN)_{ik}$  соседних нитей на волокно. В свою очередь, боковое давление вызывается действием составляющей внешней осевой нагрузки  $dp$ , величина которой равна

$$dp = p_0 \cos \beta,$$

откуда

$$(dN)_{ik} = p_0 \sin\beta \cos\beta.$$

Так как в составе пряжи имеются волокна различной природы, коэффициенты трения между ними и элементарными нитями сердечника будут различными. Если допустить что каждая элементарная нить в сечении взаимодействует с волокнами покрытия, то

$$F_{n/c} = m_0 p_0 \sin\beta \cos\beta \sum (\alpha_i \mu_{ik}),$$

где  $\mu_{ik}$  - коэффициент трения между волокном  $i$ -го вида и элементарной нитью сердечника (0.28-0.45) [4].

$$\text{Таким образом, } P_{\Pi} = \frac{T_{\Pi\Pi} - T_c}{\sum_{i=1}^m (\alpha_i T_{B_i})} \alpha_j \sum_{i=1}^m (\alpha_i p_{B_i}) + m_0 p_0 \sum_{i=1}^m (\alpha_i \mu_{ik}) \sin\beta \cos\beta$$

Количество волокон покрытия, которые реально будут участвовать в соединении с сердечником, зависит от условий протекания технологического процесса формирования пряжи и определяется коэффициентом  $N$ . Данный коэффициент находится экспериментальным путем для каждого вида аэродинамической пряжи.

Обычно разрывная нагрузка комплексной химической нити сердечника известна, поэтому

$$P_p = P_c + \left[ \frac{T_{\Pi\Pi} - T_c}{\sum_{i=1}^m (\alpha_i T_{B_i})} \alpha_j \sum_{i=1}^m (\alpha_i p_{B_i}) + m_0 p_0 \sum_{i=1}^m (\alpha_i \mu_{ik}) \sin\beta \cos\beta \right] N$$

Полученная формула является теоретико-экспериментальной и учитывает основные факторы, определяющие величину разрывной нагрузки пряжи аэродинамического способа формирования.

При малых углах  $\beta$ , т.е. при малой крутке комплексной нити сердечника, силы трения между волокнами покрытия и элементарными нитями сердечника во много раз меньше разрывной нагрузки волокон, закрепленных в узлах комбинированной пряжи и подвергающихся разрушению при ее разрыве. В этом случае для ориентировочных расчетов силой трения можно пренебречь.

Исследование разрывной нагрузки аппаратной пряжи аэродинамического способа формирования линейной плотности 120-200 текс, имеющей в сердечнике лавсановую комплексную нить линейной плотности 13,8 текс, а в покрытии восстановленные волокна и технологические отходы коврового производства, показало, что коэффициент  $N$  для этого вида пряжи равен 0,13-0,15. При этом отклонение расчетных значений разрывной нагрузки рассматриваемой комбинированной пряжи от фактических не превышают 5%.

#### Литература:

1. Производство комбинированных нитей аэродинамическим способом / Коган А.Г., Березин Е.Ф., Калмыкова Е.А., Коган Е.М. - М. Легпромбытиздат, 1988.
2. Корицкий К.И. Инженерное проектирование текстильных материалов. - М.: Легкая индустрия, 1971.
3. Усенко В.А. Проектирование предприятий по переработке химических волокон и нитей. - М.: Легпромбытиздат, 1990.
4. Гусев В.Е. Сырье для шерстяных и нетканых изделий и первичной обработки шерсти. - М.: Легкая индустрия, 1977.

#### SUMMARY:

This article is about the method of projecting the yarn breaking load, produced from the textile waste by air-jet method of forming. This method is based on the results of the teoretical and experimental researche of yarn structure and properties.