

Выводы

На основании обобщения и анализа проведенных за последние годы исследований, кратко изложенных в настоящей обзорной статье установлено, что посредством совершенствования технологических процессов и оборудования, находящихся в распоряжении текстильных предприятий СНГ можно получать высококачественные армированные, высококорастяжимые, фасонные нити с уникальными свойствами для выработки из нее изделий бытового и технического назначения и тем самым снизить поток импортных товаров и обеспечить рост отечественного текстильного производства.

Список использованных источников

1. Создание новых видов ниток и технологии их производства. Сборник научных трудов под редакцией д-ра техн. наук А.М. Ченышева. -М.: ЦНИИТЭИлегпром. 1987.-94 стр.
2. G.I. Moskaiev, A.G. Kogan, S.M. Litovsky. High Rate Air Jet Spinning // International Conference "Young Textile Science '95". - September 25.-27.,1995, Liberec, Czech Republic. - p. 68.
3. Москалев Г.И., Коган А.Г., Литовский С.М. Перспективы производства комбинированных нитей новых структур // Вестник Витебского государственного технологического университета, Витебск: ВГТУ, 1995- 98с.

Аннотация

В статье представлен анализ основных способов производства пряж на современном этапе развития технологии в нашей стране и за рубежом. Основными направлениями дальнейшего совершенствования текстильного производства является разработка новых энерго- и ресурсосберегающих технологий, основанных на использовании компьютерного управления процессом и внедрения новых видов комбинированных нитей. Внедрение производства комбинированных нитей основано на использовании существующего оборудования при минимальной его модернизации, что позволяет текстильным предприятиям сократить издержки на приобретение зарубежного оборудования.

Summary

In the article the analysis of main methods of production yarn at the present stage developments of technology in our country and abroad is represented. Main directions of further perfecting of textile production is the development new energy and raw materials save of technologies. These technologies are based on use of computer process control and introduction of new kinds of combined yarn. The introduction of production of combined yarn is based on use of the existing equipment for want of minimum it modernizings. It allows the textile enterprises to reduce costs to purchase of the foreign equipment.

УДК 677.022.786

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

С.С. Медвецкий, В.И. Ольшанский
УО «Витебский государственный
технологический университет»

При проектировании аэродинамических устройств для получения нитей текстурированных пневматическим способом неизбежно встает вопрос о снижении энергоемкости

технологического процесса пневмотекстурирования, поскольку в структуре производственной себестоимости нитей энергозатраты могут составлять до 20%. В первую очередь это энергия необходимая для обеспечения аэродинамических устройств сжатым воздухом. При проведении экспериментальных и теоретических исследований по оптимизации технологического процесса пневмотекстурирования возможно проектирование аэродинамических устройств, работающих при значительном снижении расхода воздуха. Для получения в таких устройствах пневмотекстурированных нитей (ПТН) высокого качества необходимо установить взаимосвязь между конструктивными параметрами камеры текстурирования (ПТК) и параметрами обрабатываемой нити (линейной плотностью, диаметром), а также проанализировать характер взаимодействия образующих воздушных потоков. Для исследований выбрано аэродинамическое устройство, разработанное на кафедре прядения ВГТУ, состоящее из двух камер: транспортирующей (ТК) и текстурирующей.

Расчетная схема аэродинамического устройства (АУ) представлена на рис. 1. В ПТК элементарные нити подвергаются воздействию радиально направленных перпендикулярных воздушных струй и, перепутываясь между собой, создают стабильную петельную структуру нити.

Определим максимальную скорость движения воздуха в каналах А и В из уравнения массовых расходов воздуха.

$$v_{\max 1} = \frac{4Q_1 RT}{P_1 \pi d_1^2} \quad (1) - \text{для каналов А}$$

$$v_{\max 2} = \frac{4Q_2 RT}{P_2 \pi (d_2^2 - d_H^2)} \quad (2) - \text{для канала В}$$

где R – газовая постоянная; T – температура воздуха; d_H – диаметр нити; Q_1, Q_2 – максимальный расход воздуха в каналах А и В, d_1, d_2 – диаметры каналов А и В; P_1, P_2 – давление воздуха в каналах А и В; v_1, v_2 – скорость воздуха в каналах А и В.

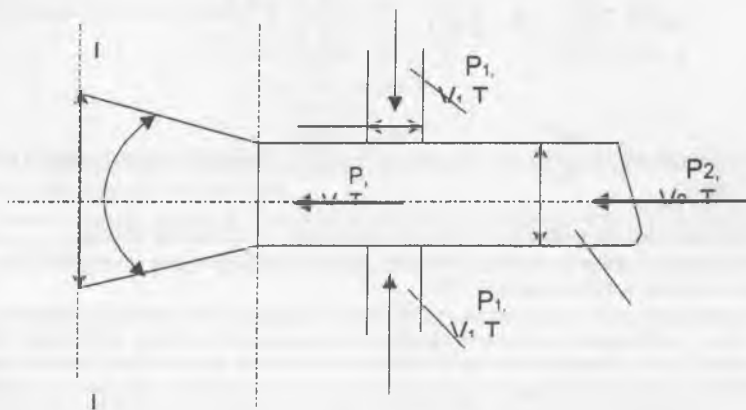


Рисунок 1 - Расчетная схема аэродинамического устройства

Закон, характеризующий профиль распределения скоростей в каналах А и В, может быть представлен в виде [1].

$$v = v_{\max} \left(\frac{2Y}{d} \right)^{0.9\sqrt{\lambda}} \quad (3)$$

где λ – коэффициент трения, d – диаметр канала.

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{K_3}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0.25} \quad (4)$$

$K_3=0,014$ – для каналов из стали; Re – критерий Рейнольдса.

Задаваясь рядом значений $0 \leq Y \leq d/2$ можно построить профиль распределения скоростей воздуха в каналах А и В.

Для определения скорости и давления сжатого воздуха в ПТК (сечение I-I), рассмотрим систему уравнений (5), где первое уравнение – неразрывности (сохранения массовых расходов), а второе уравнение Бернулли для сжимаемых жидкостей. Для первого уравнения системы допускаем, что потоки, подаваемые через радиальные каналы, симметрично распределяются по ходу движения нити и обратно ее движению и, что обратный поток частично компенсируется потоком воздуха, подаваемого в ПТК. В левой части уравнения параметры суммарного воздушного потока, подаваемого в камеру через каналы диаметра d_1 и d_2 , а в правой части параметры установившегося потока в сечении I-I. Для второго уравнения системы в левой части параметры установившегося потока в сечении I-I, а в правой части параметры установившегося потока в сечении II-II с учетом потерь.

$$\begin{cases} P_1 V_1 \omega_1 + P_2 V_2 \omega_2 = P V \omega_2 \\ P \frac{d_2^2 - d_H^2}{d_3^2 - d_H^2} = \left[P - 0.5 \left(1 - \frac{d_3^2 - d_H^2}{d_2^2 - d_H^2} \right)^2 \frac{V^2}{2\rho} \right] \end{cases} \quad (5)$$

$$\text{где } \omega_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}; \quad \omega_2 = \frac{\pi (d_2^2 - d_H^2)}{4} - \text{площадь сечения камер А и В;}$$

P – давление воздуха в камере; V – скорость воздуха; ρ – плотность воздуха.

Решая систему, можно рассчитать параметры сжатого воздуха для установившегося воздушного потока в любом сечении ПТК.

Для наиболее полного воздействия турбулентных воздушных потоков на обрабатываемую нить, необходимо установить правильное соотношение между диаметром обрабатываемой нити, размерами воздухопроводящих каналов и диаметром камеры текстурирования. Если струя воздуха вытекает из круглого отверстия, то площадь поперечного сечения струи составляет некоторую часть от площади поперечного сечения отверстия. При этом увеличивается площадь воздействия воздушных потоков на об-

рабатываемую нить. Это явление называется сжатием струи и характеризуется коэффициентом сжатия.

Размеры АУ определяются диаметром перерабатываемых комплексных химических нитей. Для полного воздействия воздушного потока на формируемый участок нити, диаметр d_1 канала А (рис. 1) по теории струйных течений С.А. Чаплыгина, должен быть равен:

$$\xi d_1 = d_H, \quad (6)$$

где ξ – коэффициент сжатия воздушной струи.

Коэффициент сжатия ξ определяется следующим образом:

$$\xi = \frac{\pi}{\pi + 2 - 5S_1 + 2S_1^2}, \quad (7)$$

$$\text{где:} \quad S_1 = \frac{\tau_1}{1 - \tau_1}, \quad \tau_1 = \frac{V^2}{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1} a_0^2}, \quad (8)$$

где γ – плотность воздуха (1.4 кг/м^3); a_0 – скорость звука при $V=0$ (330 м/с); V – скорость течения воздуха в канале А, м/с ; τ – коэффициент, зависящий от плотности газа.

Тогда:

$$\tau_1 = \frac{V^2}{6534000}, \quad (9)$$

Для практических расчетов можно пренебрегать величиной S в формуле (7), тогда коэффициент сжатия ξ равен:

$$\xi = \frac{\pi}{\pi + 2} = 0,61. \quad (10)$$

При максимальной скорости воздуха в каналах А – 75 м/с , учитывая величину S , коэффициент сжатия ξ равен 0.623.

Таким образом, диаметр d_1 радиального канала А рассчитывается по разработанной формуле:

$$d_1 = \frac{d_H}{\xi}. \quad (11)$$

Отсюда следует, что в процессе текстурирования полиэфирной комплексной нити линейной плотности 111 текс диаметра $d_H \approx 0,9 \text{ мм}$, диаметр воздухопроводящих радиальных каналов в соответствии с формулой (11) должен быть равным $d_1 = 1,475 \text{ мм}$.

Оптимальные параметры АУ достигаются правильным выбором формы и размеров ПТК, в которой создается зона турбулентности и завершается процесс петлеобразования. Размер поперечного сечения ПТК должен быть таким, чтобы обеспечить свободное, с минимальным сопротивлением прохождение нити через камеру текстурирования. Потери воздуха в направлении обратном ходу движения нити также должны быть минимальными.

Взаимодействие потоков сжатого воздуха с обрабатываемой нитью можно рассматривать как задачу обтекания круглого цилиндра. Оценим величину диаметра ПТК с учетом угла обтекания γ и закона сохранения массы нити при взаимодействии с потоками сжатого воздуха.

На нить (рис.2) воздействует струя сжатого воздуха с давлением P и скоростью потока V . Угол обтекания круглого цилиндра $\gamma=55^\circ$ [2].

Из геометрических преобразований получаем, что площадь сечения нити, сжимаемого воздушным потоком равна:

$$\text{при } \gamma=55^\circ: \quad F_1 = \frac{\pi R_H^2 2\gamma}{360}, \quad (12)$$

где R_H – радиус обрабатываемой нити, мм.

Получаем:

$$F_1 = 0.305\pi R_H^2. \quad (13)$$

Недеформируемая площадь нити:

$$\text{при } \beta=90-\gamma: \quad F_2 = \frac{\pi R_H^2 2\beta}{360}, \quad (14)$$

Получаем:

$$F_2 = 0.194\pi R_H^2. \quad (15)$$

При перемещении сжатого участка нити в область недеформируемого должно сохраняться соотношение:

$$F_1 + F_2 = F, \quad (16)$$

$$F = \frac{\pi X^2 2\beta}{360} = 0.194\pi X^2, \quad (17)$$

где F – площадь сечения нити, мм²; $X=OO_1$ – средний радиус сечения текстурированной нити, мм.

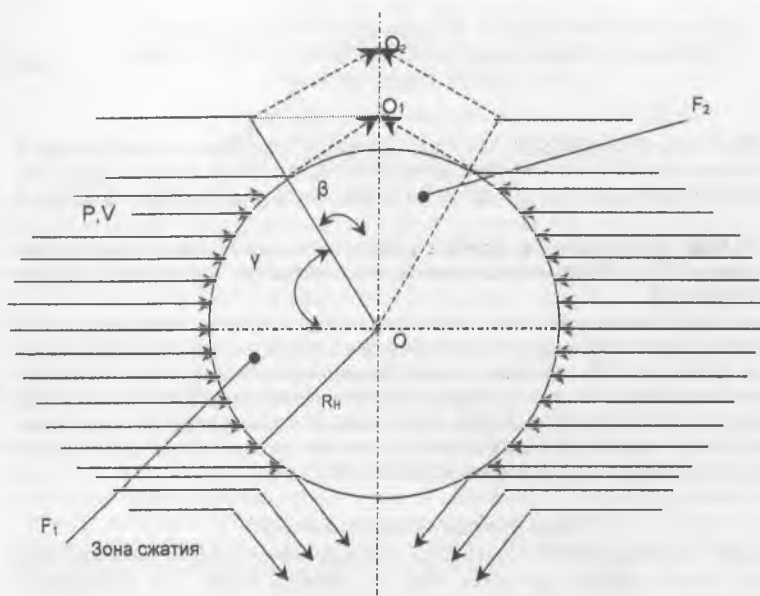


Рисунок 2 - Схема обтекания нити потоками сжатого воздуха

Тогда:

$$0,5 \pi R_H^2 = 0,194 \pi X^2, \quad (18)$$

$$X = 1,605 R_H. \quad (19)$$

Учитывая законы обтекания деформированного цилиндра, можно оценить величину радиуса ПТК $R_K = OO_2$ (рис.2).

Из треугольника OAO_1 имеем:

$$OA = \frac{X}{\cos \beta}. \quad (20)$$

Из треугольника OAO_2 имеем:

$$OO_2 = \frac{OA}{\cos \beta}. \quad (21)$$

Получаем окончательную формулу для расчета радиуса ПТК:

$$OO_2 = R_K = \frac{1.605 R_H}{\cos^2 \beta}. \quad (22)$$

В соответствии с формулой (22) при проектировании аэродинамических устройств для текстурирования комплексных нитей диаметром около 1 мм ($R_H=0.5$ мм) радиус камеры текстурирования должен составлять $R_K=1.2$ мм. Тогда диаметр ПТК: $D_K=2R_K=2.4$ мм.

Таким образом, зная параметры обрабатываемой нити можно определить конструктивные размеры ПТК, обеспечивающие наиболее стабильное протекание процесса петлеобразования [3].

Проведена серия экспериментов по оптимизации геометрических параметров ПТК. Выявлено, что погрешность между теоретическими расчетами и экспериментальными данными не превышает 3%, что подтверждает правильность проведенных теоретических построений и выбора теоретических предпосылок взаимодействия нити со струей сжатого воздуха. По итогам проведенных исследований спроектировано аэродинамическое устройство, которое дает возможность получать нити стабильной петельной структуры при снижении расхода сжатого воздуха на 30%.

Список использованных источников

- Альтшуль А.Д., Кисилев П.Г. Гидравлика и аэродинамика (Основы механики жидкости), Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1975. - 323 с.
- Гуревич М.И. Теория струй идеальной жидкости. - М.: Гос. изд. физико-математической литературы, 1961. - 496 с.
- Медвецкий С.С., Ольшанский В.И., Коган А.Г. Математическое описание процесса пневмотекстурирования. // Технология текстильной промышленности. Известия высших учебных заведений. - 2000. - №5.

Аннотация

На базе теории струй и газодинамики проведен анализ процесса взаимодействия комплексной химической нити с турбулентными воздушными потоками при пневмотекстурировании, движения воздушных потоков в пневмотекстурирующем устройстве. Основываясь на теории газовых струй, разработана методика определения параметров сжатого воздуха в аэродинамическом устройстве, установлена теоретическая взаимосвязь между параметрами обрабатываемых нитей и геометрическими размерами камеры текстурирования.

Summary

It was carried out analysis of interaction processes between chemical yarn and turbulent air streams during air-jet texturing, motion of air streams in air-jet nozzle. Technique of determination of parameters of compressed air in air-jet nozzle was developed. Theoretical research used the methods of stream theory, aerodynamic and differential equations. Mathematical model of dependence of compressed air pressure on yarn and velocity and air tightness of air streams was developed. Dependence of construction of air-jet device from parameters of yarn has been obtained.