

тельного и основного прочесывателей, аналитически описать движение восстановленного волокна в рабочей зоне.

Список использованных источников

1. Кухарев М.С., Лебедев Г.Е. Использование льняного волокна в отраслях текстильной промышленности //Текстильная промышленность. - №3. - 1997. - с.14-17.
2. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. М.: Легкая индустрия, 1974. - 262с.

SUMMARY

In the authors propose a technological process of carding mixtures in shaping non-woven materials together with flax waste.

Operating conditions of the card main mechanisms are optimized and the movement of restored fibre in the operating zone is analically stated. Recomendations are given as to improvement of the garniture in teraction process with fibre and carding operation as a whole.

УДК 677.022.786

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ ПРИ ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАНИИ

С.С. Медвецкий, В.И. Ольшанский

При пневмотекстировании комплексная химическая нить в свободном состоянии проходит через аэродинамическое устройство, где элементарные нити перепутываются между собой под действием турбулентных воздушных потоков. В результате на поверхности комплексной нити образуются многочисленные петли из элементарных нитей, при этом значительно повышается диаметр нити.

Процесс турбулизации воздушного потока, образование вихрей и их воздействие на находящуюся в этом потоке элементарную нить можно представить следующим образом. На поверхности движущейся нити образуется пограничный слой воздуха, который движется медленнее, чем воздух во внешнем потоке, соприкасающемся с пограничным слоем. При наличии определенных условий это приводит к тому, что из пограничного слоя возникает слой раздела, а из последнего – вихри. Следует отметить, что обрабатываемая нить, скорость которой значительно ниже скорости воздушного потока, сама является элементом, возбуждающим процесс турбулизации. При турбулентном режиме движения воздуха под действием инерционных сил происходит срыв потока со стенок элементарных нитей с образованием вихрей за обтекаемой нитью. Вихри отрываются от поверхности нити и уносятся вместе с потоками воздуха.

В пневмотекстирующем устройстве на элементарную нить действуют аэродинамические силы, которые очень сложны не только вследствие комплексной природы воздушного потока и образования вихрей, но также вследствие очень быстрого перемещения нитей в устройстве. Именно с помощью аэродинамических сил создается петлистая структура пневмотекстированной нити. Для того, чтобы определить степень изменения структуры нити, необходимо рассчитать величину аэродинамической силы, действующей на нить в процессе пневмотекстирования.

Рассмотрим нить, на которую воздействует струя сжатого воздуха, как цилиндр, на который набегаёт поток с параметрами сжатого воздуха ρ и v_0 ; где ρ – плотность воздуха, v_0 – начальная скорость набегания (рис. 1). Картина течения является

симметричной: на боковых поверхностях цилиндра течение ускоренное, а на лобовой – замедленное. В критической точке С скорость потока равна нулю, а давление имеет максимальную величину [1]. Поток, набегающий на элементарную нить, оторвется от него в некоторых определенных точках А и В. Условимся относительно выбора знаков кривизны и дифференциала дуги. Будем считать, что дифференциал дуги на контуре и струях положителен при движении вдоль ДВСАД. Вдоль дуг СА и СВ касательная τ - τ поворачивается непрерывно. Пусть угол в точках отрыва А и В будет равным $2\pi K$, где $0 < K < 1$. Известно, что течение газа обладает потенциалом скоростей φ [2]:

$$V = \text{grad}\varphi, \quad (1)$$

где V – вектор скорости.

В плоскости течения газа в декартовых координатах X и Y уравнение неразрывности имеет вид [91, с. 111]:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0. \quad (2)$$

Исходя из этого уравнения, потенциал скоростей логично считать действительной частью функции комплексного переменного. Если известен потенциал скоростей, являющейся действительной частью комплексного переменного $w(z)$, то течение можно считать полностью определенным.

$$w(z) = \varphi + i\psi, \quad (3)$$

где $z = x + iy$.

Функция $w(z)$ называется характеристической функцией или комплексным потенциалом. Мнимая часть ψ характеристической функции называется функцией тока [3].

После ряда преобразований и решения дифференциальных уравнений с комплексными переменными, получено выражение для определения лобового сопротивления цилиндра и положения точек отрыва А и В.

Сопротивление X равно:

$$X = \frac{\pi \rho V_0^2 a^2}{8} (2 - C_1)^2 \sum_0^{\infty} (2m + 1)^2 C_{2m+1}, \quad (4)$$

где $C_1 \dots C_{2m+1}$ – коэффициенты разложения на единичный комплексный полукруг; ρ – плотность газа; V_0 – скорость газа на свободной линии тока (участки АД и ВД); m – количество точек разложения; a – действительная постоянная комплексного потенциала.

При этом должно соблюдаться условие:

$$\sum_{m=0}^{\infty} (2m + 1) C_{2m+1} = 1. \quad (5)$$

Коэффициент a^2 в формуле (4) определяется через R и коэффициенты разложения по формуле:

$$\frac{I}{R} = \frac{V_0}{2a^2} \sum_0^{\infty} (2m+1)^2 C_{2m+1}. \quad (6)$$

Тогда уравнение (4) преобразуется к виду:

$$X = \frac{\pi \rho V_0 R}{8} (2 - C_1)^2 \sum_0^{\infty} (2m+1)^2 C_{2m+1}. \quad (7)$$

Решение уравнения (5) совместно с уравнением (7) для круглого цилиндра позволяет определить значения первых трех коэффициентов:

$$C_1=0.9415; \quad C_3=0.0167; \quad C_5=0.00166; \quad 2\gamma=55^\circ; \quad \gamma=27^\circ 30'.$$

Коэффициент сопротивления цилиндра C_x численно равен:

$$C_x = \frac{X}{\rho V_0^2 R}, \quad (8)$$

где X определяется по формуле (7).

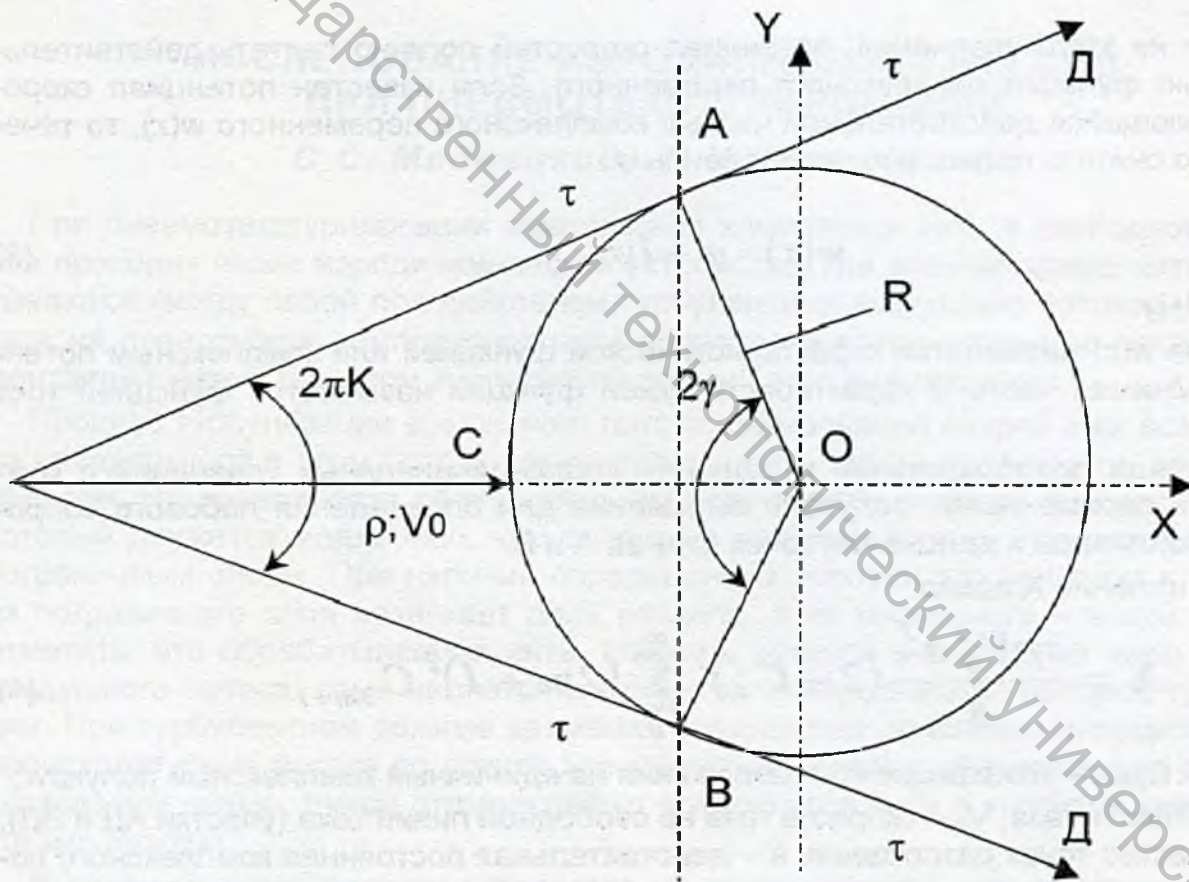


Рисунок 1 - Схема взаимодействия нити с потоком сжатого воздуха

При указанных значениях C_1 ; C_3 ; C_5 , для круглого цилиндра $C_x=0.5$.

Таким образом получаем удобную для практических расчетов формулу для расчета единичной силы сопротивления при обтекании круглого цилиндра радиусом R :

$$X = 0.5 \rho V_0^2 R. \quad (9)$$

X имеет размерность Н/м.

Определим значение давления сжатого воздуха на боковую поверхность цилиндра, учитывая выполнение условия $\gamma=55^\circ$ (рис. 1):

$$P = \frac{0.5 \rho V_0^2 R}{S_{AB}}, \quad (10)$$

где $S_{AB} = \frac{2\pi R^2 \gamma}{360}$ - длина дуги АВ.

Тогда формула (10) будет иметь вид:

$$P = 0.521 \rho V_0^2 \quad (\text{Н/м}^2). \quad (11)$$

Аэродинамические силы давления на обрабатываемую нить в любой момент времени вызывают перемещение элементарных нитей друг относительно друга. Чем больше эти силы, тем интенсивнее протекает процесс текстурирования. Как следует из уравнения (11), аэродинамические силы находятся в прямо пропорциональной зависимости от плотности воздуха и от квадрата скорости воздушного потока. Данная формула объясняет также и положительное влияния зоны предварительного смачивания нитей на процесс пневмотекстурирования. При смачивании обрабатываемые нити заносят в аэродинамическое устройство капельки воды, которые под воздействием воздушных потоков распыляются, увеличивая тем самым плотность воздуха. Увеличиваются при этом и аэродинамические силы, действующие на нить.

Выводы.

1. Проведен анализ движения воздушных потоков в пневмотекстурирующем устройстве и их взаимодействия с обрабатываемой нитью на базе теории струй и газодинамики.
2. Основываясь на теории газовых струй, разработана методика определения давления сжатого воздуха на обрабатываемую нить. Получена модель зависимости силы давления воздуха на нить от скорости и плотности воздушного потока. Теоретически подтверждено положительное влияние зоны смачивания на процесс пневмотекстурирования.

Список использованных источников

1. 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.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1973. - 847 с.
3. Гуревич М.И. Теория струй идеальной жидкости. - М.: Гос. изд. физико-математической литературы, 1961. - 496 с.

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 compressed air pressure on yarn 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.