

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ
НАНЕСЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ
ПОТОКАМИ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Е.В. Чукасова-Ильюшкина, Н.Н. Ясинская, В.И. Ольшанский

Технология получения многослойных текстильных материалов аэродинамическим способом, разработанным на кафедре ПНХВ, предусматривает применение аэродинамического устройства. Протекание нормального процесса формирования многослойных текстильных материалов данным способом невозможно без совершенной конструкции аэродинамического устройства. В работе [1] определены основные геометрические параметры аэродинамического устройства, обеспечивающие необходимые инжекционные эффекты и транспортирование частиц по каналу диффузора.

При исполнении диффузора в виде правильной трапеции (рисунок 1) в процессе транспортирования возникает сопротивление из-за силы трения между движущимся потоком и ограничивающими стенками диффузора. При преодолении сопротивления теряется часть энергии, и скорость их по сечениям диффузора значительно различается. Потери скорости приграничных частиц приводят к образованию вторичных вихревых течений, которые, накладываясь на продольное движение сжатого воздуха, непрерывно переносят количество движений по потреблению к углам. Образование застойных зон приводит к искажению траектории движения волокнистых частиц.

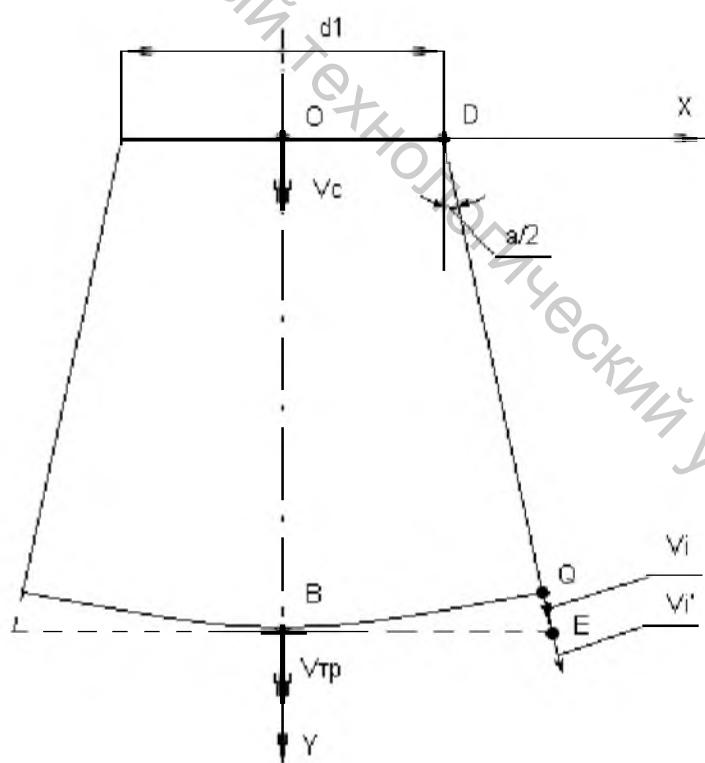


Рисунок 1 - Диффузор аэродинамического устройства

Очевидно, что скорость частиц по каналу диффузора обратно пропорциональна длине пути частиц. Таким образом, уменьшая длину боковых стенок диффузора, увеличим скорость частиц, транспортируемых вдоль стенок диффузора. Скорость боковых частиц приравнивается к скорости частиц, находящихся в центре диффузора.

Для определения длины наклонных стенок диффузора введем систему координат с началом в точке О (рисунок 1).

Исходными данными являются: $DO = \frac{d_1}{2}$, $OB = r_{kp}$, $K = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$.

Определим координату точки Q как точки пересечения окружности радиуса r_{kp} и прямой QD. Уравнение прямой QD:

$$X = \frac{d_1}{2} + KY, \text{ где } K = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (1)$$

Уравнение окружности:

$$X^2 + Y^2 = r_{kp}^2 \quad \text{или} \quad (2)$$

$$X = \sqrt{r_{kp}^2 - Y^2}. \quad (3)$$

Подставляя выражение 3 в уравнение 1 и преобразуя, получим квадратное уравнение:

$$Y^2(K^2 + 1) + K \cdot d_1 Y + \left(\frac{d_1^2}{4} - r_{kp}^2 \right) = 0, \quad (4)$$

корни которого:

$$Y = \frac{-Kd_1 \pm \sqrt{K^2 d_1^2 - 4(K^2 + 1)\left(\frac{d_1^2}{4} - r_{kp}^2\right)}}{2(K^2 + 1)}, \quad (5)$$

$$X = \frac{d_1}{2} + KY. \quad (6)$$

Таким образом, длина наклонного участка диффузора:

$$l_{QD} = \sqrt{\left(X - \frac{d_1}{2}\right)^2 + (Y^2)}. \quad (7)$$

Результат напыления волокнистых частиц на основу есть текстильное покрытие, одним из показателей качества которого является равномерность нанесения. Рассмотрим влияние геометрических параметров диффузора на заданный размер напыления b . На рисунке 2 представлена схема взаимодействия диффузора с основой.

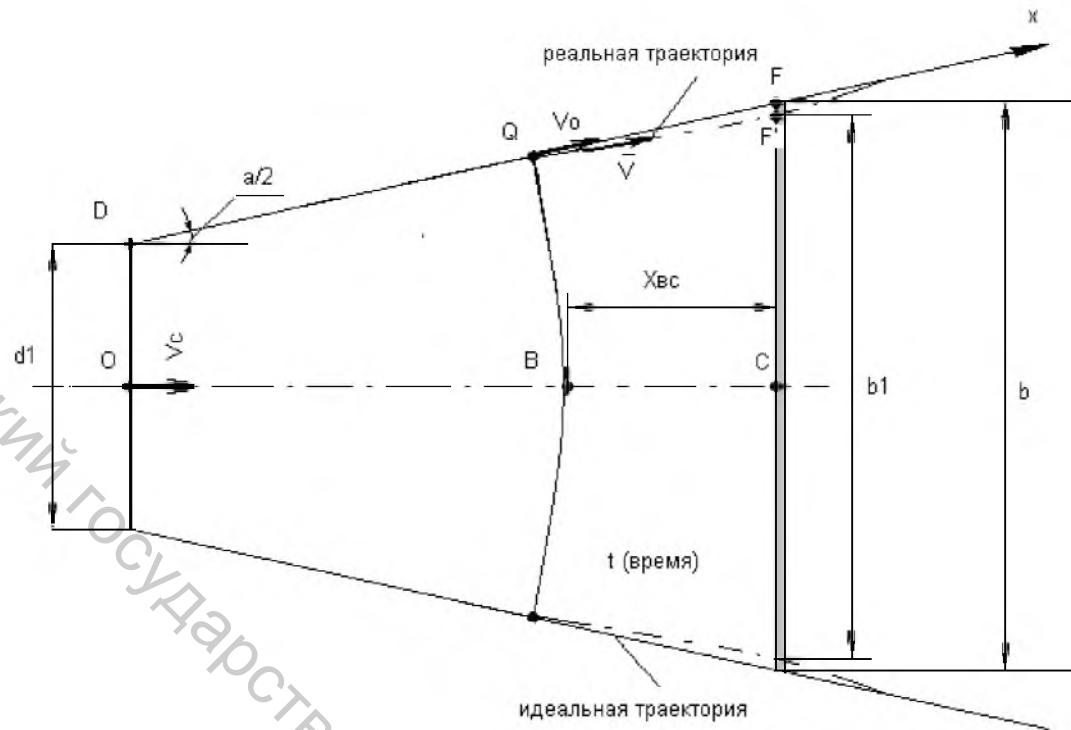


Рисунок 2 - Схема взаимодействия диффузора с основой

При допущении прямолинейной траектории движения твердой частицы в покоящейся среде расстояние от оси диффузора до основы определяется по формуле:

$$X_{BC} = \frac{b - d_1}{\alpha} - r_{kp} \cdot \frac{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{2} . \quad (8)$$

В реальном же процессе напыления имеет место динамическое взаимодействие между твердой волокнистой частицей и окружающей ее покоящейся средой, следствием этого является искажение траектории. Наличие вязкого трения приводит к тому, что на расстоянии X_{BC} , рассчитанного по формуле 8, равномерно покрывается ширина полотна $b1$.

Примем в качестве тормозящей силу Стокса. Полагая частицу в виде шарика с эквивалентным диаметром d_3 , сила торможения F определяется по формуле:

$$F = 6\pi\mu^* \frac{d_3}{2} V , \quad (9)$$

где V - скорость дисперсного потока, м/с;

μ^* - коэффициент динамической вязкости среды с твердыми частицами, Па·с.[2]

Уравнение движения дисперсного потока можно записать:

$$m \frac{dV}{dt} = -6\pi\mu^* \frac{d_3}{2} V . \quad (10)$$

Интегрируя, получим:

$$V_x = V_0 \exp\left(-\frac{6\pi\mu^* \frac{d_3}{2}}{m} t\right). \quad (11)$$

Определим длину участка прямолинейной траектории l_{QF} , как $l_{DF}-l_{QD}$,

где

$$l_{DF} = \frac{r_{kp} + x_{BC}}{\cos \frac{\alpha}{2}}. \quad (12)$$

Тогда

$$l_{QF} = \frac{r_{kp} + x_{BC}}{\cos \frac{\alpha}{2}} - l_{QD}. \quad (13)$$

Определим зависимость пути движения дисперсной частицы $x=f(t)$.

Учитывая, что

$$a_x = \frac{dV_x}{dt}, \quad (14)$$

$$\text{тогда } a_x = -V_0 \frac{3\pi d_3 \mu^*}{m} e^{\frac{-3\pi d_3 \mu^*}{m} t}. \quad (15)$$

Зависимость пути $x=f(t)$, принимает вид:

$$l_{QF} = V_0 t - \frac{V_0 3\pi d_3 \mu^*}{2m} e^{\frac{-3\pi d_3 \mu^*}{m} t^2}. \quad (16)$$

Проанализируем уравнение (16). Если бы частица не испытывала сопротивления, то можно определить $l_{QF}=V_0 t$.

Тогда $t = \frac{l_{QF}}{V_{min}}$, где l_{QF} определяется по формуле (13).

Оценив время t прямолинейного движения частицы и подставляя его в уравнение (16), получим длину пути с учетом силы сопротивления воздушной среды.

Разработанные модели подтверждаются экспериментальными исследованиями, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительные данные между теоретическими расчетами и экспериментальными показаниями

№ опыта	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4
Давление, подаваемое в аэродинамическое устройство	140000	150000	160000	170000
Расстояние L_{QE} , определенное теоретически	504,55	505,07	505,71	506,35
Расстояние L_{QE} , определенное экспериментально	500	505	505	510

Ошибка эксперимента не превышает 10%, что подтверждает возможность использования полученных математических моделей для определения различных параметров аэродинамического процесса.

Список использованных источников

1. Чукасова-Ильюшкина, Е.В., Исследование пневмоинжекционных эффектов в аэродинамическом устройстве и его оптимизация Е.В. Чукасова-Ильюшкина, // Вестник ВГТУ №14 2008 – С. 25-27.
2. Бершев, Е.Н., Физические основы технологии электрофлокирования: учебное пособие / Е.Н. Бершев - Ленинград, издательство Ленинградского университета, 1984-266 с.

SUMMARY

Article is devoted to analysis of air effects in apparatus, calculation of geometrical dimensions of apparatus, optimization of geometrical dimensions.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЫШИВАЛЬНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ

УДК 687.053.68-52

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЫШИВАЛЬНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ

Ю.В.Новиков, Б.С.Сункуев

На швейных изделиях применяется вышивка нитками нескольких цветов. Перед швейными фабриками стоит задача выбора полуавтоматов по количеству цветов нитки с достаточной производительностью при доступной цене.

Предлагается использовать для производства изделий с вышивками вышивальные комплексы, формируемые из многоигольных вышивальных модулей. Поставлена задача: исследовать эффективность использования многоголовочного полуавтомата по производительности при высокой обрывности игольных ниток. При обрыве нитки на одной головке пристаивают все головки одновременно, что увеличивает потери рабочего времени. Проведен сравнительный анализ производительности многоголовочного полуавтомата и системы одноголовочных полуавтоматов с учетом простоев из-за обрывности ниток.

Выполнен хронометраж рабочего цикла вышивального многоигольного многоголовочного полуавтомата ZSK. Его конструктивные особенности: главные валы головок приводятся в движение от одного двигателя; блоки с иглами каждой головки связаны между собой и получают движение от одного механизма смены цвета нитки, вышивальные головки работают синхронно (одновременно). Экспериментальные данные сведены в таблицу 1.

Для многоголовочного полуавтомата необходимое время выполнения одной вышивки (рабочий цикл):

$$T_p = \frac{(t_y + t_c) \cdot N + t_m + \sum t_{обр}}{N} = t_y + t_c + \frac{t_m}{N} + t_{обр}, \quad (1)$$

где N -число головок, t_y -время заправки ткани в пяльца и установки пялец в зажимы (для одной головки), t_c -время съема пялец из зажимов и съема ткани из пялец (для одной головки), t_m -машинное время вышивания, $\sum t_{обр}$ -суммарное время остановки для устранения обрывов нити на N головках; $t_{обр}$ -среднее время остановки для устранения обрывов игольной нитки на одну головку

$$t_{обр} = \frac{\sum t_{обр}}{12}$$