

СТРУКТУРНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ЯВНЫЕ МОДЕЛИ ПНЕВОТЕКСТУРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

А.Г. Коган, Д.В. Смелков, Н.В. Скобова, С.С. Медвецкий
(ВГТУ, г. Витебск)

За последние 40 лет способ пневмотекстурирования в своем развитии достиг очень многого: высокая производительность (до 1000 м/мин), широкая гамма выпускаемой продукции (одиночные, комбинированные параллельные, нагонные, фасонные химические пневмотекстурированные нити (ПТН) и стеклонити) с различными линейными плотностями, высокий уровень автоматизации, наличие конкуренции среди производителей пневмотекстурирующих устройств (ПТУ) и пневмотекстурирующих машин (ПТМ). Сейчас все большее значение придается развитию и совершенствованию ПТУ.

В Витебском государственном технологическом университете разработано новое азродинамическое устройство, позволяющее значительно снизить расход воздуха и повысить турбулентность потока в нитепроводящих каналах устройств. Это позволяет снизить затраты электроэнергии и материальных ресурсов.

В данной работе предлагается краткое описание теоретического метода исследования газодинамических параметров ПТУ, направленное на снижение расхода воздуха. Каждое ПТУ можно представить в виде структурной блок-схемы. Для этого устройство разбивается на зоны, которые характеризуются хотя бы одним из двух признаков:

- в зоне происходит изменение газодинамических параметров воздуха;
- зона оказывает большое влияние на формирование ПТН.

При выделении такой зоны в устройстве, она отмечается наиболее характерной точкой (граничной или центральной), газодинамические параметры в которой будут описывать состояние воздуха в этой зоне. Это обязательное допущение, так как состояние воздуха в точках зоны при турбулентном движении неодинаково, и определить такое большое число параметров невозможно. Определив эти зоны, можно нарисовать структурную блок-схему ПТУ. На рис. 1

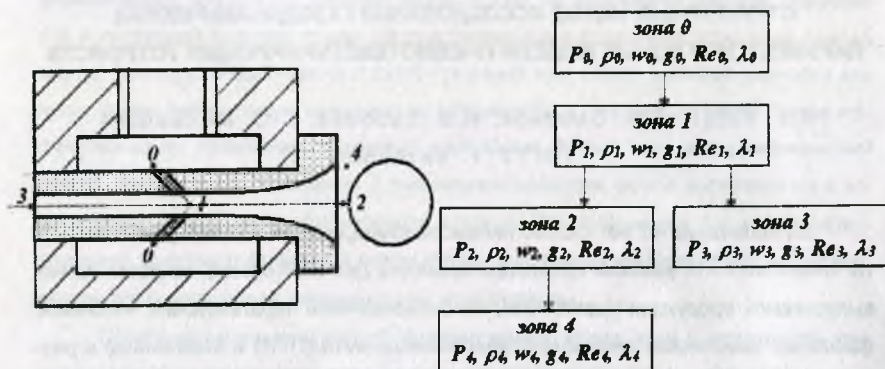


Рис. 1. Пневмотекстурирующее устройство фирмы "Heberlein" и его структурная схема.

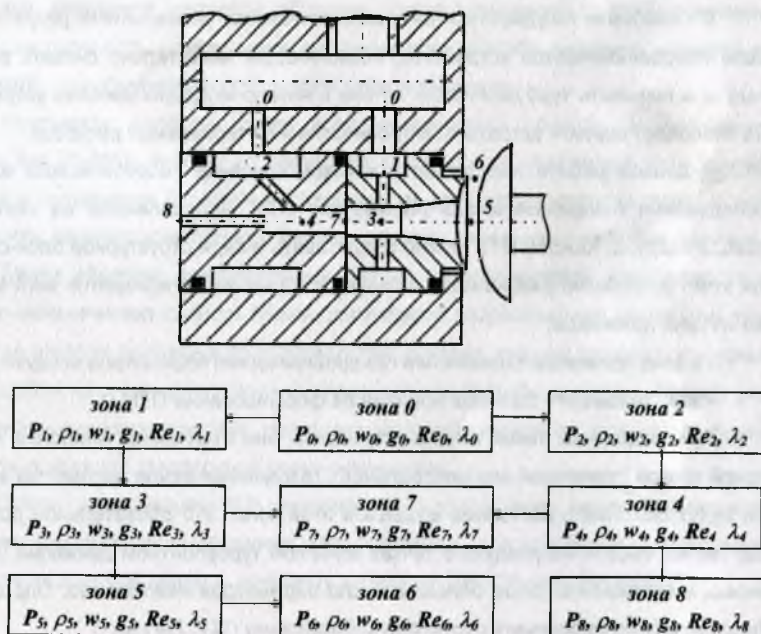


Рис. 2. Пневмотекстурирующее устройство ВГТУ и его структурная схема.

показано ПТУ фирмы "Heberlein" и его структурная схема. На рис. 2 - ПТУ ВГТУ (Беларусь) и его структурная схема. Для каждой характерной точки зоны необходимо определить газодинамические параметры воздуха: давление, P (МПа); плотность, ρ (кг/м³); скорость, w (м/с); расход массовый, g (кг/с); число Рейнольдса, Re .

Необходимо снова ввести ряд допущений (из-за большой сложности процессов аэродинамики в узких каналах): процесс изотермический или адиабатический; скорость воздуха в зонах выравнивания давления и в точке пересечения двух направленных навстречу друг другу одинаковых потоков считать равными нулю. Зная размеры ПТУ, значения входного давления воздуха, атмосферное давление и плотность воздуха, температуру воздуха, можно записать выражения для параметров воздуха в главной зоне (зонах) ПТУ, выразив их через вышеперечисленные известные параметры. При этом используются законы термо- и аэродинамики [1-3].

Для расчета критической скорости воздуха $w_{кр}$, м/с, на выходе воздуха из устройства в атмосферу можно использовать следующую формулу [1]:

$$w_{кр} = 1,08 \sqrt{P v} \quad (1)$$

где P - давление воздуха в зоне ПТУ, Па;

v - удельный объём воздуха в зоне ПТУ, м³/кг.

Потери давления при резком расширении канала в ПТУ равны скоростному давлению потерянной скорости [3]:

$$\Delta P = (\rho/2) \cdot (w_1 - w_2)^2, \quad (2)$$

где ρ - плотность воздуха в зоне ПТУ, откуда поступает воздух, кг/м³,

w_1, w_2 - скорости воздуха соответственно в зоне, откуда поступает воздух, и в зоне, куда поступает воздух, м/с.

Массовый расход воздуха g , кг/с, равен [2]

$$g = \frac{S w}{v}, \quad (3)$$

где S - площадь сечения зоны ПТУ, м²

v - удельный объём воздуха в зоне ПТУ, м³/кг, который может быть определен следующим образом [2]:

$$v = \frac{kT}{P \mu m}, \quad (4)$$

где k - постоянная Больцмана, (равна $1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/°К);

T - температура воздуха;

μ - молекулярная масса воздуха, (равна 29);

m - а.е.м., кг ($1,66 \cdot 10^{-27}$).

Потери давления при внезапном сужении канала определяются по формуле [3]:

$$\Delta P = \xi (\rho/2) \cdot (w_2)^2, \quad (5)$$

где ξ - коэффициент сопротивления, зависящий от отношения площадей сечений S_{max}/S_{min} и выбираемый по таблицам или диаграммам [3].

Скорость потока воздуха при уменьшении давления с P_1 до P_2 равна

$$w = \sqrt{7RT \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right]}, \quad (6)$$

где R - универсальная газовая постоянная (287 Дж/(°К·кг));

n - показатель адиабаты (для воздуха $n=1,4$).

Объёмный расход воздуха Q , м³/с, на выходе из зоны ПТУ равен [1]

$$Q = Sw \quad (7)$$

Закон сохранения импульса для камеры смешения цилиндрической формы записывается следующим образом [4]:

$$I_p + I_u = I_c, \quad (8)$$

где I_p , I_u - импульс рабочего и инжектируемого потоков во входном сечении камеры, Н;

I_c - импульс смешанного потока в выходном сечении камеры смешения, Н.

Импульс потока в любом сечении выражается формулой [4]:

$$I = g \cdot w + P \cdot S \quad (9)$$

Число Рейнольдса определяется по формуле [3]

$$Re = dw / \lambda, \quad (10)$$

где λ - кинематическая вязкость, m^2/s .

Главными сравниваемыми показателями для зон формирования ПТН являются: давление, плотность, скорость (средняя), число Рейнольдса - все должны быть наибольшими при одинаковых входных давлениях. Главным экономическим показателем ПТУ является массовый расход воздуха. Он должен быть минимальным.

Таким образом можно получить явные модели ПТУ различных конструкций и типов, из которых легко выбрать наиболее подходящее устройство для дающего процесса: например, с наименьшим расходом воздуха для пневмосоединения вязкозных или триацетатных комплексных нитей; с наибольшим давлением и числом Re в зоне формирования для пневмотекстурирования капроновых и лавсановых комплексных нитей с малым числом элементарных нитей и т.д. В эти же явные модели для полноты данных можно вносить стоимость ПТУ, гарантийный срок эксплуатации, степень унификации (возможность устанавливать на разных типах ПТМ), удобство обслуживания и т.п.

Описанный метод исследования газодинамических параметров ПТУ имеет преимущества и недостатки. Преимущества: позволяет исследовать и сравнивать разные ПТУ; простота математических моделей; возможность моделирования на ЭВМ. Недостатки: большое число допущений; знание конструктивных размеров устройств. Первый недостаток компенсируется тем, что одинаковые допущения соблюдаются при исследовании всех типов ПТУ.

Применение явной модели ПТУ: в табличном варианте может использоваться на предприятиях, выпускающих ПТН или пневмосоединенные нити, для поиска на мировом рынке ПТУ, подходящих для их сырья, рабочего давления воздуха в сети, технических особенностей ПТМ, дешевых и с большим гарантийным сроком эксплуатации. Кроме того, при наличии данных о всех существующих и эксплуатирующихся к настоящему времени ПТУ увеличивается конкуренция на мировом рынке производителей ПТУ, что ведет к улучшению качества последних и их удешевлению.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вукалович М.П., Новиков И.И. Техническая термодинамика.- М: Энергия, 1968. - 486 с.
2. Техническая термодинамика. Учебник для вузов. / Под ред. Крутова В.И. // М.: Высшая школа, 1971. - 472 с.
3. Taschenbuch fuer den Maschinenbau. Herausgegeben von W. Beitz und K.-H. Kuettner. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1986. - 824 p.
4. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. - М: Энергоатомиздат, 1989. - 352 с.

УДК 677.31.021.16/022-947

**ПОЛУЧЕНИЕ ШЕРСТОЛЬНОНИТРОНОВОЙ ПРЯЖИ ПО СОКРАЩЕННОЙ
ТЕХНОЛОГИИ**

С.А. Коган, Л.Е. Соколов, Д.Н. Захаров, Н.Н. Ясинская
(ВГТУ, г. Витебск)

В последние годы значительно увеличился спрос на натуральные волокна. В мировой моде появилась устойчивая тенденция к использованию тканей и трикотажа, содержащих льняное волокно. Поэтому в настоящее время особое значение придается переработке льняных волокон, как сырья не только дешевого, но и обладающего хорошими гигиеническими и эстетическими свойствами.

При создании нового ассортимента пряж следует учитывать аспекты, связанные с рациональным использованием сырьевых и материальных ресурсов и снижению материалоемкости продукции. Основными направлениями в этой области являются совершенствование структуры материально-сырьевого баланса производства, увеличение доли более прогрессивных и экономичных материалов, повышение выхода конечной продукции из одного и того же количества сырья и материалов, широкое применение ресурсосберегающих технологий.

Таким образом, стремление к постоянному расширению ассортимента изделий с использованием комбинированных нитей ставит задачи, связанные с разработкой новых технологических процессов и высокопроизводительного оборудо-