

УДК 677.022

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ИНЖЕКЦИИ В КАМЕРЕ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ НИТИ

Е.М. Лобацкая, В.И. Ольшанский

С целью создания более совершенной конструкции пневмотекстурирующего устройства, было необходимо произвести анализ основных геометрических параметров и определить аэродинамические характеристики сжатого воздуха в камере транспортирования. Указанные характеристики позволяют определить значение коэффициента инжекции при транспортировании нити в зону пневмотекстурирования.

Камеру транспортирования будем рассматривать как струйный компрессор, т.к. агрегатное состояние рабочей и инжектируемой сред одинаково. Процессы, для струйных компрессоров, описываются [1] тремя законами.

1. Сохранения энергии:

$$h_p = u \cdot h_n = (1+u) \cdot h_c \quad (1)$$

где h_p ; h_n ; h_c – энтальпии рабочей и инжектируемого потоков до аппарата и смешанного потока после аппарата (кДж/кг)

$u = G_n / G_p$ – коэффициент инжекции, равный отношению массового расхода инжектируемого потока к массовому расходу рабочего потока.

2. Сохранения массы:

$$G_c = G_p + G_n \quad (2)$$

где G_p ; G_n ; G_c – массовые расходы рабочего инжектируемого и смешанного потоков кг/с.

3. Сохранения импульса, который для камеры смешения произвольной формы (в нашем случае цилиндрической формы) имеет вид:

$$J_{p1} + J_{n1} = \int_{f_1}^{f_2} p df + J_{c.з.} \quad (3)$$

J_{p1} ; J_{n1} – импульс рабочего и инжектируемого потоков в входном сечении камеры смешения.

$J_{c.з.}$ – импульс смешанного потока в выходном сечении камеры смешения.

$\int_{f_1}^{f_2} p df$ – интеграл импульса на боковой поверхности камеры смешения.

Исходными данными для исследований являются давление в наклонном канале, $P_{накл} = 260990$ Па, скорость воздуха в наклонном канале $V_{накл.}$, $V_{накл.} = 95,7$ м/с и массовый расход $Q_{накл.}$, $Q_{накл.} = 0,000151$ кг/с

Для цилиндрической камеры смешения [1]

$$\int_{f_1}^{f_2} p df = 0,1 \quad (4)$$

Схема струйного компрессора и диаграмма распределения давлений представлена на рисунке 1

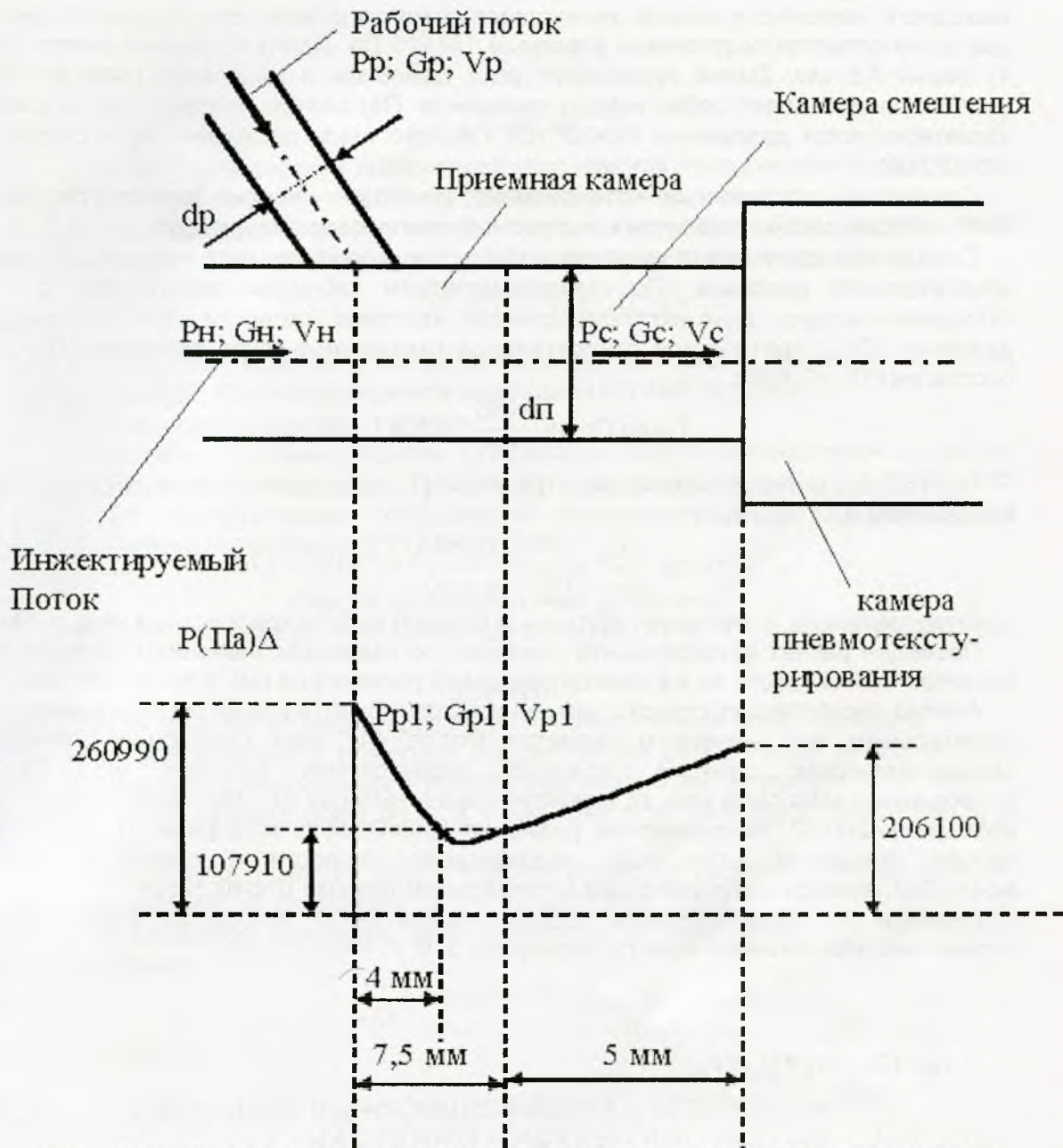


Рисунок 1 - Схема струйного компрессора и эпюра распределения давлений.

$P_p; G_p; V_p$ – рабочее давление, расход и скорость воздуха;
 $P_{п1}; G_{п1}; V_{п1}$ – давление, расход и скорость воздуха в приемной камере;
 $P_n; G_n; V_n$ – давление, расход и скорость инжектируемого потока;
 $P_c; G_c; V_c$ – давление, расход и скорость в камере смешения.

Рабочий поток с параметрами $P_p; G_p; V_p$ по наклонному цилиндрическому каналу диаметром d_p поступает в цилиндрическую приемную камеру диаметром $d_{п}$. Давление в приемной камере уменьшается до значения $P_{п1}$. $P_{п1} = P_c$ – давление сжатия равно 107910 Па.

Рабочий поток, выходящий из наклонного цилиндрического канала подсасывает из приемной камеры воздух, который поступает в приемную камеру с параметрами $P_n; G_n; V_n$, скорость воздуха в приемной камере $V_p = 80 \text{ м/с}$. По мере удаления от приемной камеры массовый расход движущегося потока непрерывно увеличивается за счет присоединения массы инжектируемой среды, а поперечное сечение движущегося потока непрерывно возрастает. На некотором расстоянии от

выходного наклонного канала движущийся поток заполняет всю приемную камеру, давление остается постоянным и равным 107910 Па. Длина приемной камеры (рис 1) равна 7,5 мм. Далее происходит рост давления и массового расхода. Этот участок представляет собой камеру смешения. Параметры воздуха в этой камере характеризуются давлением $P_c=206100$ Па, массовым расходом G_c и скоростью $V_c \approx 120$ м/с.

Определим достижимый коэффициент инжекции камеры транспортирования нити, которая рассматривается как струйный компрессор без диффузора. [1]

Определим критические скорости рабочего и инжектируемого потоков (a_p и a_n), относительное давление. По газодинамическим таблицам определяем $q_{c.z.}$ – газодинамическую функцию приведенной массовой скорости при критическом давлении. P_n^* - критическое относительное газодинамическое давление. При $\lambda=1$ составляет $P_n^*=0,5283$.

$$\text{Тогда } Pr.s = \frac{0,095}{0,261} * 0,5283 = 0,1923.$$

По таблицам газодинамических функций [1, приложение 4] по $Pr.s=0,1923$, определяем $q_{p.s.}=0,73051$,

$$\text{тогда } \frac{P_p}{P_c} * q_{p.s.} = \frac{0,261}{0,1079} * 0,73051 = 1,76.$$

Следовательно, отсутствует область, в которой работа компрессора невозможна.

Проведен расчет коэффициента инжекции по заданным значениям приведенной изоэнтропной скорости $\lambda_{c.z.}$ в камере смешения (сечения на рис.1 при $p=206100$).

Анализ расчетов допустимого значения коэффициента инжекции показывает, что оптимальным его значением является $U_{opt}=0,446$, при следующих значениях газодинамических функций: $\lambda_{c.z.}=0,8$; изоэнтропная скорость $w_{c.z.}=1,4131$; приведенный массовый расход инжектируемого газа $q_{n2}=0,7358$; газодинамическая функция $\lambda_{n2}=0,52$; безразмерное давление $P_{n2}=0,8509$; коэффициент скорости в камере смешения $K_{\sigma 3}=1,1839$; коэффициент скорости в приемной камере $K_{\sigma 4}=1,067$; коэффициент инжекции в предельном режиме $U_{pr}=0,32524$.

Диаметр d_n инжектируемого потока, определяется исходя из характеристик пневмотекстурированной нити по формулам 5, 6, 7, 8 и 9.

$$U = U_{opt} = \frac{G_n}{G_p} \quad (5)$$

$$\text{где } G_n = \sigma_n * f_n * V_n$$

$$G_p = \sigma_p * f_p * V_p \quad (6)$$

V_p и V_n – скорость газа в рабочей и инжектируемой камере,

σ_p ; σ_n – плотность рабочего и инжектируемого потоков,

f_p ; f_n – площади поперечного сечения расчет и инжектируемой камеры.

Тогда:

$$\rho_p * f_p * V_p * U_{opt} = \rho_n * f_n * V_n \quad (7)$$

$$V_p=95,7 \text{ м/с}$$

$$V_n=80,1 \text{ м/с}$$

Определим плотности рабочего и инжектируемого потоков:

$$\rho_p = \frac{P_p}{RT} = \frac{260990}{287 * 293} = 3,1 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_n = \frac{P_n}{RT} = \frac{107910}{287 * 293} = 1,283 \text{ кг/м}^3.$$

Подставив численные значения, получим

$$f_p=0,587f_n \quad (8)$$

или

$$\frac{\pi d_p^2}{4} = 0,587 \frac{\pi d_H^2}{4}$$

$$d_p = \sqrt{0,587} * d_H \quad (9)$$

Для полиэфирно-вискозной пневмотекстурированной нити линейной плотностью 40-50 текс $d_H=2$ мм; тогда $d_p=1,5323$ мм, принимаем $d_p=1,5$ мм.

Определяем осевые размеры камеры транспортирования. При коэффициенте инжекции $U \leq 0,5$ [1] длина камеры смешения, определяется по формуле:

$$l_{к.с.} = \left(\sqrt{0,083 + 0,764 - 0,29} \right) * \frac{d_H}{2a} \quad (10)$$

где: a – опытная константа, лежащая для других сред в пределах 0,07-0,09. Принимаем $a=0,07$. При коэффициенте инжекции $U=0,446$; $d_H=2$ мм.

$l_{к.с.}=5,14$ мм, принимаем $l_{к.с.}=5$ мм.

В соответствии с рекомендациями [1] общая длина цилиндрической камеры газоструйного компрессора Лобщ принимается в пределах $L_{общ.}=(6-10)d_p$. При $d_p=1,5$ мм из конструктивных соображений принимаем $L_{общ.}=12,5$ мм. Длина приемной камеры $лр.=L_{общ.}-l_{к.с.}=12,5-5=7,5$ мм.

Список использованных источников

1. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352с.

SUMMARY

«Theoretical research of injection coefficient in thread transportation chamber».

The theoretical analysis of pneumatic injection of the transportation chamber of the device for obtaining pneumotextured threads has been done. Pneumatic injection was considered as the process going on in a steam ejector of gas-steam compressor type without diffuser.

It is defined that the maximum value of injection coefficient received in the given device is 0,446. All geometrical parameters of the transportation chamber, which showed high efficiency in production conditions, were determined in accordance with the received injection-coefficient.

УДК 677.024.072

СОЗДАНИЕ ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ НАСТЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

И.Н. Калиновская, Н.Н. Ясинская

Одной из важнейших задач создания интерьера является грамотное использование отделочных материалов. Особенно это касается настенных покрытий. Сегодня существует огромное разнообразие материалов, используемых для отделки стен. Установлено, что текстильные обои на базе льна, джута, хлопка обладают высокими медико-биологическими и защитными свойствами. Благодаря такому уникальному комплексу свойств льна, как гигиеничность, высокая прочность, низкое электрическое сопротивление, комфортность, природная бактерицидность во всем мире возрастает спрос на продукцию бытового назначения из льна. По мнению ведущих французских специалистов (с учетом данных медико-социологических исследований), в ближайшие пять лет удельный вес льняных и льносодержащих тканей в общем объеме выпуска текстильных материалов должен повыситься до 70%.

На кафедре "ПНХВ" УО "ВГТУ" создана технология производства текстильных настенных покрытий. Данная технология разработана с учетом существующего на ОАО "Белорусские обои" парка оборудования (технологической линии "Ламипринт-