

УДК 677.051.18.188.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ
В ЗОНЕ ВОРОНКИ***Г. А. ХОСРОВЯН, Я. М. КРАСНК, Л. В. МИНЕЕВА***(Ивановская государственная текстильная академия,
ОАО «Комбинат им. Ф. Н. Самойлова»)**

При определенном диаметре отверстия уплотнителя ленты в виде воронки создается повышенная неровнота ленты по различным свойствам, забивается отверстие и рвется мычка. Одна из наиболее существенных причин такого явления состоит в том, что в процессе движения ленты при резком сужении поперечного сечения канала уплотнителя происходит резкая смена движения потоков воздуха внутри ленты и сопутствующего ей в противоположном направлении движения.

При достижении потоком воздуха определенной скорости кончики волокон отклоняются противоположно движению ленты, меняя тем самым структуру своего расположения и, следовательно, площадь поперечного сечения ленты, приводя к увеличению силы сопротивления движению.

При разработке системы автоматического регулирования линейной плотности ленты [1, 2] учитывали пневматический напор или пневматическое разрежение, однако не рассматривали вопроса разработки методики расчета расхода воздуха в воздушных потоках, формируемых движущейся лентой в зоне воронки.

Для расчета расхода воздуха, поступающего при движении ленты к уплотнительной воронке, воспользуемся аналитическим расчетом обтекания нити, движущейся в свободном пространстве [3].

Обозначим через $D_{л}$ — диаметр ленты. Тогда радиус окружности, на которой находится точка Y ,

$$R = Y + R_{л},$$

где $R_{л}$ — радиус ленты (рис. 1).

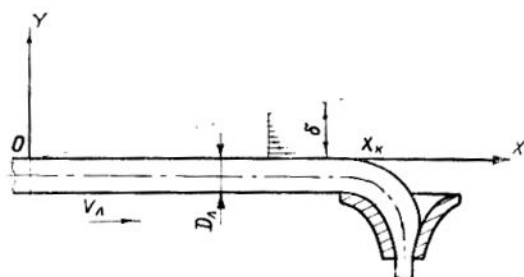


Рис. 1.

Площадь круга с центром в точке X имеет выражение $S = \pi R^2$. Так как $dS = 2\pi R dR$ и $dR = dY$, $dS = 2\pi R dY$.

Обозначим приращение расхода воздуха через $dL' = u dS$, где u — скорость воздуха. Тогда расход воздуха в сечении, занятом пограничным слоем, для движущейся в свободном пространстве нити

$$L' = \int_0^{\delta} u 2\pi R dY, \quad (1)$$

где δ — толщина пограничного слоя.

Согласно [1]

$$u/V_{л} = (Y/\delta)^m, \quad (2)$$

где $m = 0,47$.

Тогда

$$L' = 2\pi V_{л} \int_0^{\delta} (Y/\delta)^m (R_{л} + Y) dY = 2\pi V_{л} \left[\int_0^{\delta} (Y/\delta)^m R_{л} dY + \int_0^{\delta} (Y/\delta)^m Y dY \right].$$

Вычисляем интеграл

$$\int_0^{\delta} (Y/\delta)^m R_{л} dY = R_{л} \delta / (m + 1),$$

$$\int_0^{\delta} (Y/\delta)^m Y dY = \delta^2 / (m + 2).$$

Далее находим

$$\begin{aligned} L' &= 2\pi V_{л} [R_{л} \delta / (m + 1) + \delta^2 / (m + 2)] = \\ &= 2\pi V_{л} \delta [R_{л} / (m + 1) + \delta / (m + 2)] \end{aligned}$$

или

$$L' = 2\pi V_{\text{л}} \delta [D_{\text{л}} / (2m + 2) + \delta / (m + 2)]. \quad (3)$$

В соответствии с [1]

$$\delta = 0,245 [(\Delta / D_{\text{л}}) + (77\nu / V_{\text{л}} D_{\text{л}})]^{0,06} D_{\text{л}}^{0,53} X^{0,47}, \quad (4)$$

где Δ — величина шероховатости поверхности ленты; ν — коэффициент кинематической вязкости.

Обозначим

$$A = 0,245 [(\Delta / D_{\text{л}}) + (77 \nu / V_{\text{л}} D_{\text{л}})]^{0,06} D_{\text{л}}^{0,53},$$

откуда

$$\delta = AX^{0,47}. \quad (5)$$

Таким образом, подставляя (5) в (3), находим

$$L' = BX^{0,47} + CX^{0,94}, \quad (6)$$

где

$$B = \pi A V_{\text{л}} D_{\text{л}} / (m + 1);$$

$$C = 2\pi A^2 V_{\text{л}} / (m + 2).$$

Учитывая ограниченность пространства движения ленты, а также то, что расход воздуха L_1 , увлекаемого лентой, составляет половину L' , имеем

$$L_1 = 0,5 L' = 0,5 (BX^{0,47} + CX^{0,94}). \quad (7)$$

Отсюда средняя скорость воздуха, приведенная к площади верхнего поперечного сечения воронки диаметром $\bar{D}_в$,

$$u_{с.п} = L_1 / (0,25 \pi \bar{D}_в^2). \quad (8)$$

Поскольку диаметр ленты в воронке уменьшается, часть воздуха из ленты выходит за ее пределы, поэтому наличие воздуха в ленте до воронки определяется соотношением

$$L'' = V_{\text{л}} (0,25\pi D_{\text{л}}^2 - \sum_i S_{\text{вол.}i}),$$

где $\sum_i S_{\text{вол.}i}$ — сумма площадей поперечных сечений волокон в сечении ленты.

Расход воздуха в ленте, находящейся в воронке диаметром $D_в$,

$$L''' = V_{\text{л}} (0,25\pi D_в^2 - \sum_i S_{\text{вол.}i}),$$

а расход воздуха, выдавливаемого из ленты,

$$L_2 = L'' - L'''$$

или

$$L_2 = 0,25 \pi V_{\pi} (D_{\pi}^2 - D_{\text{в}}^2). \quad (9)$$

Средняя скорость воздуха, обусловленная выдавливанием последнего из ленты и приведенная к площади ее верхнего поперечного сечения,

$$u_{с.2} = L_2 / (0,25 \pi \bar{D}_{\text{в}}^2). \quad (10)$$

Таким образом, эта зависимость позволяет оценить аэродинамическое влияние на кончики волокон воздушного потока, создаваемого сжимающим действием воронки на ленту.

ВЫВОДЫ

Разработаны способ оценки расхода воздуха, выдавливаемого воронкой из движущейся ленты, а также методика расчета расходов воздуха в воздушных потоках, формируемых движущейся лентой в зоне воронки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агапов А. В., Бабкина Н. А., Агапов В. А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1992, № 2.
2. Якушев Ю. Я., Агапов В. А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1979, № 6.
3. Павлов Г. Г. Аэродинамика технологических процессов и оборудования текстильной промышленности. — М.: Легкая индустрия, 1975.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 04.02.97.