

УДК 677.03

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ

С.М. КАБАНОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Для дальнейшего получения пряжи из  
текстильных и трикотажных отрезков

предлагается устройство (для разволокне-  
ния лоскута), представленное на рис.1.

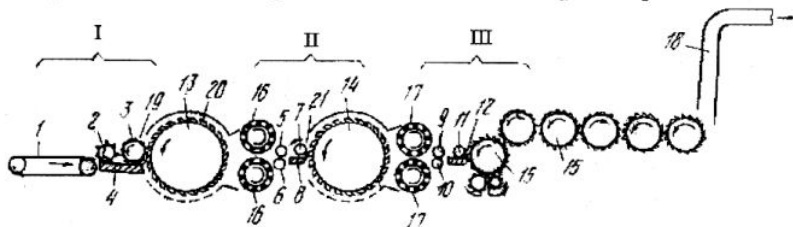


Рис.1

Лоскут, разложенный на транспортере

1 (питающий узел), поступает под валик 2,

который прижимает лоскут к неподвижной плоскости питающего столика 4, затем подхватывается валиком 3, стянутым гарнитурой 19. Валик 3 имеет большую скорость, чем зубчатый валик 2, который ослабляет поперечную нить лоскута и создает предварительное растяжение лоскута между валиками 2 и 3 для последующего, более легкого, разволокнения рабочим барабаном 13 с дальнейшим формированием разволокненных остатков на конденсорах 16 и слой, который поступает в зону зажима объемных цилиндров 5, 6, а затем в зону зажима между питающим цилиндром 7, стянутым гарнитурой 21, и плоскостью питающего столика 8 (узел питания II).

После этого слой из остатков лоскута поступает на повторное разволокнение рабочим барабаном 14 с последующим формированием разволокненного лоскута в слой на конденсорах 17. Далее он попадает в питающий узел III в зажим пары объемных цилиндров 9, 10, откуда волокнистый материал поступает во вторую линию зажима питающего цилиндра 11 и питающего столика 12 (питающий узел III), после чего слой окончательно разрабатывается до отдельных волокон рабочими барабанами 15, которые поступают в смеску по патрубку 18.

Оси валов машины для регенерации текстильных отходов параллельны и, следовательно, щели в укрытиях-экранах можно рассматривать как длинные щелевидные отверстия для истечения плоской струи воздушного потока, созданного гарнитурой расчесывающих барабанов разволокняющей машины.

Плоская струя распространяется в направлении истечения, перемешиваясь по пути с окружающим воздухом, причем перемешивание сопровождается увеличением количества перемещенного воздуха, торможением струи и образованием медленного течения окружающего воздуха по направлению к струе.

Предполагается, что существует некоторый единый закон распределения скоростей в зоне турбулентного перемешивания струи. В литературе существует большое число аналитических выражений этого за-

кона, основанного на полуэмпирических теориях. Но в целом предпочтение отдается экспоненциальному закону, согласно которому в каждом поперечном сечении плоской струи устанавливаются характерные профили скорости:

$$U = U_x e^{-0,5(y/cx)^2}, \quad (1)$$

где  $U$  – скорость в произвольной точке струи;  $U_x$  – скорость на оси струи (она может быть и начальной, то есть  $U_x = U_0$ );  $x$  – расстояние от начала истечения до произвольного поперечного сечения струи;  $y$  – расстояние от произвольной точки пространства до плоскости симметрии струи;  $c$  – экспериментальная константа, равная 0,082.

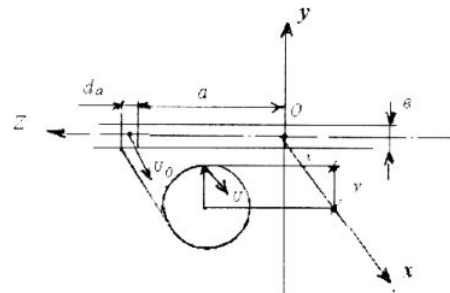


Рис. 2

На рис.2 представлена схема плоской струи как результат взаимодействия множества элементарных компактных струй.

Сложный поток из щелевого отверстия рассматривается как сумма элементарных потоков, закономерности которых известны. Формула (1) хорошо согласуется с работами зарубежных исследователей [1].

Процесс регенерации ошлихтованной пряжи на машине сопровождается выделением большого количества мелкой дисперсионной пыли. Скорость на оси свободной струи, если струя приточная, в десять раз меньше скорости струи на выходе из отверстия на расстоянии пятидесяти калибров, а если струя высасывающая – то на расстоянии одного калибра.

Вращение рабочих барабанов с цельнометаллической пильчатой лентой можно сравнить с вращением ротора нагнетателя.

Количество движения частиц воздуха при вращении ротора нагнетателя со скоростью  $n$  за время  $dt$  равно:

$$dM = G_{ТН} d\epsilon, \quad (2)$$

где  $G_{ТН}$  – массовый расход воздуха, кг/с.

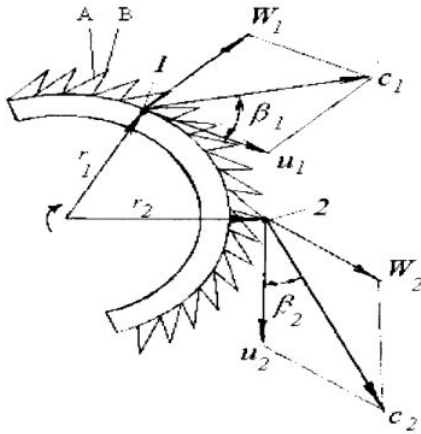


Рис. 3

В процессе перемещения объема воздуха в плоскости зуба гарнитуры АВ (рис.3) момент количества движения будет равен:

$$dM = G_{ТН} dt (U_2 r_2 - U_1 r_1), \quad (3)$$

но

$$\frac{dM}{dt} = M. \quad (4)$$

Окружные скорости ( $U_1$  – в точке 1;  $U_2$  – в точке 2, рис.3):

$$U_1 = C_1 \cos \beta_1 \text{ и } U_2 = C_2 \cos \beta_2. \quad (5)$$

Момент всех внешних сил относительно оси:

$$M = G_{ТН} (C_2 r_2 \cos \beta_2 - C_1 r_1 \cos \beta_1). \quad (6)$$

Однако момент  $M$  внешних сил в то же время – момент сил сопротивления вращению зубьев барабана:

$$M = \xi \frac{Q_B}{2} v^2 S r_y, \quad (7)$$

где  $\xi$  – коэффициент сопротивления вращению зубьев гарнитуры;  $Q_B$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $S = \sum_{\ell}^i v(r_2 - z_1)$  – площадь зубьев гарнитуры, м<sup>2</sup>;  $v$  – ширина зуба гарнитуры;  $M$  – момент всех внешних сил относительно оси вращения, кгм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>.

Среднее значение динамического давления в плоскости гарнитуры определим из формулы

$$Q_{\partial} = \frac{1}{r_1 - r_2} \int_{r_1}^{r_2} \frac{Q_B v^2}{2} dr \quad (8)$$

или, проинтегрировав, получим

$$Q_{\partial}^{cp} = \frac{Q_B n^2 (r_2^3 - r_1^3)}{6(r_2 - r_1)}, \quad (9)$$

где  $v = r n$ ;  $n$  – в рад/с;  $Q_{\partial}$  – в Па.

Исковое значение  $r_y$  – плечо равнодействующей сил сопротивления вращению зубьев гарнитуры определяется из уравнения

$$r_y = \frac{M_c}{F}. \quad (10)$$

Величины  $M_c$  и  $F$  рассчитываются по формулам

$$M_c = \int_{r_1}^{r_2} Q_{\partial} r dr, \quad (11)$$

$$F = \int_{r_1}^{r_2} Q_{\partial} dr, \quad (12)$$

где  $M_c$  – статический момент эпюры динамических давлений, кг·м<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>;  $F$  – площадь эпюры динамических давлений, кг/м<sup>2</sup>.

Подставим значение  $v = \omega r$  и  $Q_\partial = \frac{v^2}{2Q_B}$

в уравнения (11) и (12):

$$M_c = \int_{r_1}^{r_2} \frac{Q_B (r\omega)^2}{2} r dr, \quad (13)$$

$$F = \int_{r_1}^{r_2} \frac{Q_B (r\omega)^2}{2} dr. \quad (14)$$

После интегрирования (13) и (14) получаем:

$$M_c = \frac{Q_B \omega^2 (r_2^4 - r_1^4)}{8}, \quad (15)$$

$$F = \frac{Q_B \omega^2 (r_2^3 - r_1^3)}{6}. \quad (16)$$

Согласно (10) имеем

$$r_y = \frac{3(r_2^4 - r_1^4)}{4(r_2^3 - r_1^3)}. \quad (17)$$

На основании уравнений (7), (9) и (11) выразим момент внешних сил:

$$M = \xi \frac{Q_B \omega^2 (r_2^3 - r_1^3)}{6(r_2 - r_1)} \frac{\sum_i v(r_2 - r_1) 3(r_2^4 - r_1^4)}{4(r_2^3 - r_1^3)} \quad (18)$$

или после преобразования (18) получим

$$M = \frac{Q_B}{8} \xi \sum_1^i v \omega^2 (r_2^4 - r_1^4). \quad (19)$$

В формуле (5) произведения  $C_2 \cos \beta_2$  и  $C_1 \cos \beta_1$  есть тангенциальные составляющие вектора скорости. Они могут быть с достаточной степенью точности заменены значениями скоростей вращения точек в плоскости зуба гарнитуры, то есть

$$C_1 \cos \beta_1 = v_1; \quad C_2 \cos \beta_2 = v_2. \quad (20)$$

В точке А (1) на диаметрально противоположной стороне барабана вектор равнодействующей скорости направлен в противоположную сторону, поэтому  $v_1$  принимаем со знаком  $-$ :

$$v_2 = r_2 \omega; \quad v_1 = -r_1 \omega. \quad (21)$$

Тогда (3) запишется в виде:

$$M = G_{ТН} \omega (r_2^2 + r_1^2). \quad (22)$$

Приравняв правые части уравнений (19) и (22), получим формулу для определения секундного объема воздушного потока, создаваемого гарнитурой барабана,

$$\frac{Q_B}{8} \xi \sum_1^i v \omega^2 (r_2^4 - r_1^4) = G_{ТН} \omega (r_2^2 + r_1^2), \quad (23)$$

откуда

$$G_{ТН} = 1/8 Q_B \xi \sum_1^i v \omega (r_2^2 - r_1^2) \quad (24)$$

или

$$Q_H = 1/8 \xi \sum_1^i v \omega (r_2^2 - r_1^2). \quad (25)$$

По формуле (25) можно определить расход воздуха, который необходим для удаления пыли и очень коротких волокон.

Пример расчета.

Скорость вращения приемного барабана  $\omega = 1480 \text{ мин}^{-1}$  (1487 рад/с), его диаметр 234 мм. Ширина зуба 0,4 мм. Толщина ленты у основания 1 мм. Рабочая длина барабана 950 мм.

Согласно [2] при соотношении сторон  $a/v \rightarrow \infty$   $\xi = 2$ .

Тогда

$$Q_n = \frac{2(0,95 \cdot 0,4) \cdot 1480(0,117^2 - 0,1147^2)}{8} = 0,09842 \text{ м}^3/\text{с}$$

или

$$Q_n = 0,06023 \cdot 3600 = 354,312 \text{ м}^3/\text{с}$$

## ВЫВОДЫ

1. Предложены метод сеток для определения величины и направления результирующего воздушного потока при вращении нескольких пыльчатых барабанов и система алгебраических уравнений для определения скорости суммарного воздушного потока в узлах сетки.

2. Выведена формула для определения расхода воздуха, необходимого для удале-

ния пыли и короткого волокна, и приведен пример расчета его величины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. // The Textile Machinery Society of Japan. Т.14, №153, 1961.

2. Горбис З.Р. Теплообмен и гидромеханика дисперсных сквозных потоков. – М.: Энергия, 1970.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 25.12.03.