

МОДЕЛЬ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ЗОНЕ ОТКРЫТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИЕМНОГО БАРАБАНА ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ

О.Н. КУШАКОВ, А.Г. ХОСРОВЯН, Я.М. КРАСИК, В.Р. АБАЗЯН, Г.А. ХОСРОВЯН

(Ивановская государственная текстильная академия)

В ряде конструкций приемных узлов чесальных машин установлены сороотбойные ножи, имеющие конструктивные особенности. Рабочая кромка такого сороотбойного ножа может перемещаться по окружности вокруг оси барабана, при этом его положение регулируется бесступенчато. Упрощенная схема этого устройства представлена на рис. 1, где точка $C_{вз}$ на окружности приемного барабана соответствует точке взаимодействия, а точка $C_{н}$ – кромке ножа точке $A_{сб}$. Отходы всасываются в щель $A_{ш1}$ $A_{ш2}$ сороотводящего канала и удаляются пневматически. Определим методику расчета воздуха в этом аспирационном технологическом устройстве.

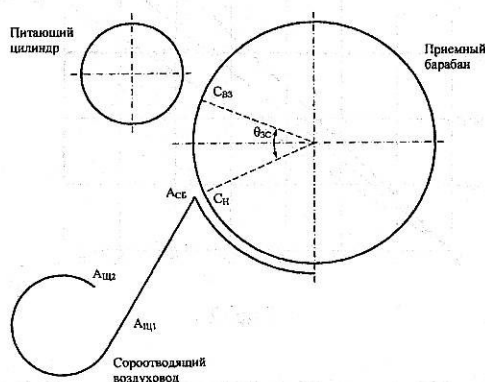


Рис. 1

В [1] экспериментально была получена зависимость для расчета азимутальной скорости воздуха под дугой, заключающей открытую пыльчатую поверхность барабана. Однако она была получена при снятом сороотбойном ноже, что по существу делает ее не применимой для решения поставленной задачи.

Обратимся к результатам теоретического исследования в [2]. Согласно им азимутальная скорость воздуха в зоне открытой

поверхности приемного барабана определяется по формуле

$$u_{зс}(r, \Theta - \theta_{нт}) = v_{окр} f'(\eta),$$

где $\eta = (r - R_{пр}) / [BR_{пр}(\Theta - \theta_{нт})]$; $B = 0,0312$; r, θ – полярные координаты; $R_{пр}$ – радиус приемного барабана; $\theta_{зс}$ – величина угла, заключающего дугу окружности приемного барабана, которая ограничивает зону соровыделки (угловой размер зоны открытой поверхности приемного барабана); $v_{окр}$ – скорость воздуха на уровне кончиков зубьев гарнитуры приемного барабана.

Отметим, что функция $f(\eta)$ есть, во-первых, решение уравнения пограничного слоя

$$f''' + ff'' = 0,$$

и, во-вторых, приводит интеграл

$$\int_0^{\infty} f(\eta) [f'(\eta)]^2 d\eta$$

к значению 0,25.

Кроме этого, $f(\eta)$ имеет следующие граничные значения:

$$f(0) = 0, f'(0) = 0, f'(\infty) = 0.$$

Для упрощения расчетов приведем следующую приближенную формулу:

$$f'(\eta) \approx \exp(-A\eta),$$

где A – константа, подлежащая определению.

Поскольку из граничных условий следует, что

$$f(\eta) = [1 - \exp(-A\eta)] / A,$$

то, подставляя соответствующие зависимости под знак интеграла, в итоге получаем следующее уравнение относительно A :

$$u_{зс}(r, \Theta) = v_{окр} \exp\left\{-26,17(r - R_{пр}) / [R_{пр}(\Theta - \theta_{зс})]\right\}.$$

Отметим, что приближенная модель для функции $f(\eta)$ достаточно близко совпадает с численным представлением для нее [2].

$$L_{вр}(\Theta - \theta_{нт}) = v_{окр} b_M \int_{R_{пр}}^{\infty} \exp\left\{-26,17(r - R_{пр}) / [R_{пр}(\Theta - \theta_{нт})]\right\} dr,$$

где b_M – длина приемного барабана.

Интегрируя, находим, что в зоне сороотбойного ножа зависимость расхода воздуха в пограничном слое моделируется следующей формулой (при $\Theta = \theta_{нт} + \theta_{зс}$):

$$L_{вр}(\theta_{зс}) = 0,0382 v_{окр} b_M R_{пр} \theta_{зс}.$$

Воздушный поток в зоне открытой поверхности распространяется в слое, ограниченном условиями

$$R_{пр} \leq r \leq R_{пр} + \delta(R_{пр}(\Theta - \theta_{нт})),$$

где $\delta(R_{пр}(\Theta - \theta_{нт}))$ – радиальный масштаб потока.

Согласно [2]:

$$\delta(R_{пр}(\Theta - \theta_{нт})) = 0,0312 R_{пр}(\Theta - \theta_{нт}).$$

График зависимости $\delta(R_{пр}, \Theta - \theta_{нт})$ от $\Theta - \theta_{нт}$ при различных $R_{пр}$ представлен на рис. 2.

$$\frac{1}{A} \int_0^{\infty} [1 - \exp(-A\eta)] \exp(-2A\eta) d\eta = A^{-2} / 6.$$

Из этого уравнения $A^{-2} / 6 = 0,25$ и, следовательно,

Расход воздуха в пограничном слое через радиальную плоскость при $\Theta = \text{const}$ вычисляется по формуле

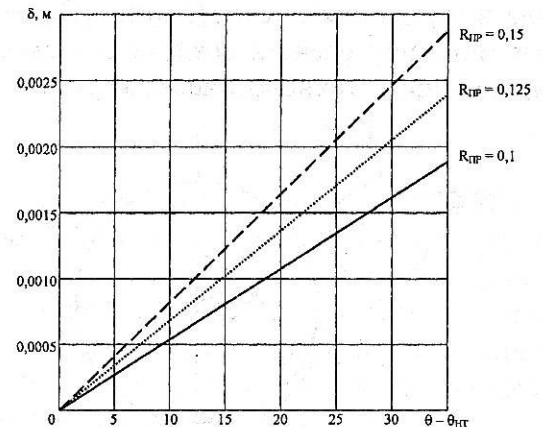


Рис. 2

Пусть $s_{пн}$ – разводка между приемным барабаном и сороотбойным ножом. Обозначим через $L_{сн}(\theta_{зс}, s_{пн})$ расход в потоке воздуха, распространяющегося вдоль сороотбойного ножа. Следовательно,

$$L_{сн}(\theta_{зс}, s_{пн}) = L_{вр}(\theta_{зс}) - L_{пн},$$

где $L_{пн}$ – расход воздуха в зазоре между приемным барабаном и сороотбойным ножом.

Подставим соответствующие выражения для $L_{вр}(\theta_{зс})$ и $L_{пн}$ в формулу

для $L_{сн}(\theta_{зс}, s_{пн})$ [3]:

$$L_{сн}(\theta_{зс}, s_{пн}) = \{0,0382R_{пр}\theta_{зс} - 0,5s_{пн}[1 - 2(1 - T_3/T_r)h_3/R_{пр}]\}v_{пр}b_m,$$

где h_3 – высота зуба гарнитуры приемного барабана; T_r – толщина основания гарнитуры; T_3 – толщина зуба гарнитуры.

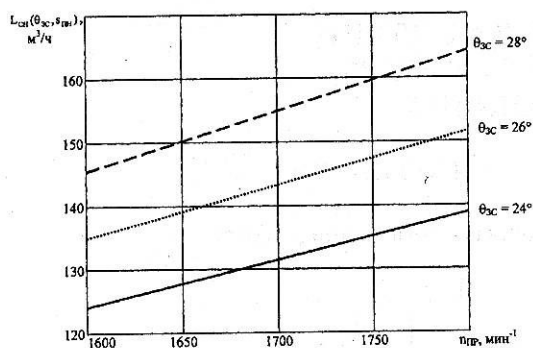


Рис. 3

График зависимости $L_{сн}(\theta_{зс}, s_{пн})$ от $n_{пр}$ при различных $\theta_{зс}$ и $s_{пн} = 0,25$ мм представлен на рис. 3. При этом использовались следующие данные: $T_3 = 0,4$ мм; $T_r = 0,8$ мм; $h_3 = 4$ мм; $R_{пр} = 117$ мм; $b_m = 1$ м.

ВЫВОДЫ

На основе разработанной модели воздушных потоков предложена методика расчета процесса пневмоудаления отходов из-под узла приемного барабана с сороотбойным ножом, рабочая кромка которого может перемещаться по окружности вокруг оси барабана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Niitsu J. The Textile Machinery Society of Japan. – Vol. 14, № 153, 1961.
2. Красик Я.М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1982, №2. С. 79...82.
3. Красик Я.М. Исследование процесса очистки волокна приемным узлом чесальной машины: Дис....канд. техн. наук. – Иваново, 1985.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 30.05.05.