УДК 628.3:67

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ПОЛОЖЕНИЯ АСПИРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ ОБРАБОТКЕ КОЖЕВЕННО-ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ

К.т.н., доц. Ольшанский В.И.,
д.т.н., проф. Ковчур С.Г.,
к.т.н., доц. Тимонов И.А.,
ст. преп. Потоцкий В.Н.

(ВГТУ)

При выполнении технологических операций в обувном производстве, связанных с обработкой деталей различным режущим инструментом, возникает актуальная задача улавливания пылевых частиц аспирационными устройствами.

Рассмотрим порядок расчета координат положения аспирационных устройств при выполнении технологических операций фрезерования, взъерошивания и шлифования.

В работе (1) показано, что проекции скорости резания на координатные оси, при выполнении указанных операций, можно представить в виде:

$$\begin{cases} V_x = R\omega\cos\omega t + V_n \\ V_y = -R\omega\sin\omega t \end{cases} \qquad (1)$$

где:

R - радиус инструмента;

ω - угловая скорость;

t - время отрыва частицы от обрабатываемого материала;

V_n - скорость подачи.

Время t, в течение которого происходит отрыв частицы от материала, определяется по формуле:

$$t = \frac{S_{мин}}{nzV} \qquad (2)$$

где:

Sмин - минутная подача;

n - число оборотов инструмента;

z - число зубьев инструмента.

Скорости Vx и Vy являются начальными скоростями движения частицы, которая, отрываясь от материала, продолжает движение в воздухе, вязкостью μ_A. Для воздуха μ_A = 1.8*10^{-4} г/см*сек.

Установлено (2), что если тело движется в газе и имеет малые размеры, то сила сопротивления пропорциональна скорости движения.

Здесь коэффициент пропорциональности K>0, а знак минус показывает, что сила сопротивления направлена противоположно скорости движения частицы. Число K зависит от свойств среды, от формы и размеров частицы, и оно пропорционально вязкости среды. Принимая, с небольшой ошибкой, что частицы имеют форму близкую к шару, запишем выражение для K

$$K = -6\pi r\,\mu_B \qquad (4)$$

Радиус частицы можно в первом приближении принять равным максимальной толщине стружки (1)

$$r = a_{\max} = \frac{S_{мин}\pi}{15\omega z}\sqrt{\frac{2\delta}{R}} \qquad (5)$$

где: δ - глубина врезания инструмента.

Из второго закона Ньютона

$$m\frac{dV}{dt'} = -kV \qquad (6)$$

Решение этого уравнения есть

$$V(t) = V_0 \cdot e^{-\alpha(t'-t_0)} \qquad (7)$$

где:

α = K/m, m - масса частицы.

Запишем уравнение (7) в проекциях на координатные оси, учитывая при этом что:

$$\begin{aligned} Vx &= Vxo \\ Vy &= Vyo \end{aligned} \qquad (8)$$

тогда

$$\begin{cases} Vx(t') = (R\omega\cos\omega t + Vm)e^{-\alpha(t'-to)} \\ Vy(t') = -(R\omega\sin\omega t)e^{-\alpha(t'-to)} \end{cases} \qquad (9)$$

Для всасывания пылевого облака, необходимо, чтобы скорости Vx(t) и Vy(t) были минимальными.

Найдем выражение для пути, пройденного частицей в проекциях на координатные оси

$$\begin{cases} dx = (R\omega\cos\omega t + Vm)e^{-\alpha(t'-to)}dt \\ dy = -(R\omega\sin\omega t)e^{-\alpha(t'-to)}dt \end{cases} \qquad (10)$$

Интегрируя, получим

$$\begin{cases} x(t') = R\omega\cos\omega t + Vm\int\limits_{to}^{t'} e^{-\alpha(t'-to)}dt' \\ y(t') = -(R\omega\sin\omega t)\int\limits_{to}^{t'} e^{-\alpha(t'-to)}dt' \end{cases} \qquad (11)$$

или

$$\begin{cases} x = \frac{R\omega\cos\omega t + Vm}{\alpha}[1 - e^{-\alpha(t'-to)}] \\ y = -\frac{R\omega\sin\omega t}{\alpha}[1 - e^{-\alpha(t'-to)}] \end{cases} \qquad (12)$$

При больших значениях t′, когда Vx(t′) и Vy(t′) близки к нулю, величина $e^{-\alpha(t'-t_0)}$ весьма мала и ею можно пренебречь.

Поэтому для практических расчетов можно использовать упрощенное выражение

$$\begin{cases} x = \dfrac{R\omega\cos\alpha t + Vm}{\alpha} \\ y = -\dfrac{R\omega\sin\alpha t}{\alpha} \end{cases} \qquad (13)$$

Вычисленные значения x и y и определяют координаты положения всасывающего патрубка аспирационного устройства.

Литература:

1. Ковчур С.Г., Ольшанский В.И. Теоретический расчет координат положения дисперсного облака кожевенной пыли. Сб. статей: "Совершенствование технологических процессов". Часть1.-Минск: Университетское, 1994.
2. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. - М., 1981.