

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ МОЩНОСТЕЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВЕНТИЛЯТОРА

*Н. Н. Мохирев, М. Ю. Постникова,*

Пермский государственный технический университет

*В. В. Радько,*

ОАО «Севералбокситруда», г. Североуральск

Мощность двигателя вентилятора определяется по формуле

$$N = \frac{Q_B \cdot h_B}{100 \cdot \eta}, \quad (1)$$

где  $h_B$  – давление (депрессия), развиваемое вентилятором, даПа;

$Q_B$  – производительность вентилятора, м<sup>3</sup>/с;

$\eta$  – КПД работы вентилятора.

Давление, которое может развить вентилятор при определенном угле установки лопаток рабочего колеса или направляющего аппарата, описывается выражением

$$h_B = A + B \cdot Q_B + C \cdot Q_B^2,$$

а КПД – выражением

$$\eta = a + b \cdot Q_B + c \cdot Q_B^2.$$

Подставим выражение для  $h_B$  и  $\eta$  в формулу (1), тогда будем иметь

$$N = \frac{Q_B \cdot (A + B \cdot Q_B + C \cdot Q_B^2)}{100 \cdot (a + b \cdot Q_B + c \cdot Q_B^2)}. \quad (2)$$

Иначе выражение (2) запишется как

$$C \cdot Q_B^3 + Q_B^2 \cdot (B - 100 \cdot N \cdot c) + Q_B \cdot (A - 100 \cdot N \cdot b) - 100 \cdot N \cdot a = 0. \quad (3)$$

Из данного уравнения при фиксированном (принятом)  $N$  определяется величина  $Q_B$ . Для решения данного кубического уравнения воспользуемся методом разложения этой функции в ряд Тейлора\* вплоть до третьего члена. В общем виде правило разложения будет выглядеть как

$$f(Q) = f(Q_o) + \frac{f'(Q_o)}{1!} \cdot (Q - Q_o) + \frac{f''(Q_o)}{2!} \cdot (Q - Q_o)^2$$

где  $Q_o$  – произвольно заданная величина расхода воздуха, м<sup>3</sup>/с;

$Q$  – искомая величина расхода воздуха, м<sup>3</sup>/с.

Рассмотрим два случая. Первый – разложение функции вплоть до второго члена. В этом случае функция (3) в качестве ряда будет иметь вид

$$\begin{aligned} f(Q) = & C \cdot Q_o^3 + Q_o^2 \cdot (B - 100 \cdot N \cdot c) + Q_o \cdot (A - 100 \cdot N \cdot b) - \\ & - 100 \cdot N \cdot a - [3 \cdot C \cdot Q_o^2 + 2 \cdot Q_o \cdot (B - 100 \cdot N \cdot c) + \\ & + (A - 100 \cdot N \cdot b)] \cdot Q_o + [3 \cdot C \cdot Q_o^2 + \\ & + 2 \cdot Q_o \cdot (B - 100 \cdot N \cdot c) + \\ & + (A - 100 \cdot N \cdot b)] \cdot Q = 0. \end{aligned}$$

Откуда

$$Q = \frac{2 \cdot C \cdot Q_o^3 + Q_o^2 \cdot (B - 100 \cdot N \cdot c) + 100 \cdot N \cdot a}{3 \cdot C \cdot Q_o^2 + 2 \cdot (B - 100 \cdot N \cdot c) + (A - 100 \cdot N \cdot b)} \quad (4)$$

---

\* Г. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров / 2 авт. – М.: Наука, 1970. – 720 с.

При первоначально заданной величине  $Q_o=250 \text{ м}^3/\text{с}$  по формуле (4) получаем значение  $Q=297,73 \text{ м}^3/\text{с}$ , которое снова подставляем в формулу (4). Тогда новая величина  $Q = 302,01 \text{ м}^3/\text{с}$ , которая в качестве  $Q_o$  вставляется в формулу, после чего находится следующая величина  $Q = 302,08 \text{ м}^3/\text{с}$ . В последнем шаге вычислений имеем  $Q = 302,079 \text{ м}^3/\text{с}$ , т.е.  $Q \approx Q_o$ . Итак, для определения  $Q_o$  потребовалось всего 3 шага вычислений (три итерации).

Если взять в качестве первоначального значения  $Q_o$  более приближительную величину, к примеру  $100 \text{ м}^3/\text{с}$ , тогда последовательность полученных значений  $Q$  будет иметь вид:  $597,03 - 513,81 - 472,13 - 458,5 - 456,92 - 456,899 - 456,899$ . В данном случае в результате 7 шагов вычислений получили новую точку на кривой характеристики с тем же значением затрачиваемой на валу вентилятора мощности.

При разложении функции (3) в ряд Тейлора вплоть до третьего члена будем иметь выражение

$$\begin{aligned}
 f(Q) = & C \cdot Q_o^3 + Q_o^2 \cdot (B - 100 \cdot N \cdot c) + \\
 & + Q_o \cdot (A - 100 \cdot N \cdot b) - 100 \cdot N \cdot a + \\
 & + [3 \cdot C \cdot Q_o^2 + 2 \cdot Q_o \cdot (B - 100 \cdot N \cdot c) + \\
 & + (A - 100 \cdot N \cdot b)] \cdot (Q - Q_o) + \\
 & + \frac{[6 \cdot C \cdot Q_o + 2 \cdot (B - 100 \cdot N \cdot c)] \cdot (Q - Q_o)^2}{2} = 0,
 \end{aligned}$$

из которого получается квадратное уравнение

$$\begin{aligned}
 Q^2 + \frac{-3 \cdot C \cdot Q_o^2 + (A - 100 \cdot N \cdot b)}{3 \cdot C \cdot Q_o + (B - 100 \cdot N \cdot c)} \cdot Q + \\
 + \frac{C \cdot Q_o^3 - 100 \cdot N \cdot a}{3 \cdot C \cdot Q_o + (B - 100 \cdot N \cdot c)} = 0.
 \end{aligned}$$

Обозначим  $E = \frac{-3 \cdot C \cdot Q_o^2 + (A - 100 \cdot N \cdot b)}{3 \cdot C \cdot Q_o + (B - 100 \cdot N \cdot c)}$

и  $F = \frac{C \cdot Q_o^3 - 100 \cdot N \cdot a}{3 \cdot C \cdot Q_o + (B - 100 \cdot N \cdot c)}$ , тогда  $Q^2 + E \cdot Q + F = 0$ ,

откуда  $Q = -\frac{E}{2} + \sqrt{\left(\frac{E}{2}\right)^2 - F}$ .

Порядок решения данной задачи тот же, однако поиск решения происходит намного быстрее, т.е. за меньшее число шагов.

*Получено 08.12.06.*