

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Н. Н. Мохирев, М. Ю. Постникова

Пермский государственный технический университет

Выведены формулы для определения кривых характеристик совместной работы вентиляторов.

Из-за отсутствия аналитических зависимостей при описании совместной работы вентиляторов некоторые задачи по вентиляции выполняются графически ввиду наглядности решения и простоты. Попытка аналитического расчета совместной работы вентиляторов была сделана в работе [1]. Ниже приведен аналитический расчет параллельной работы вентиляторов различного типоразмера.

При параллельном включении вентиляторов построение эквивалентной характеристики условного вентилятора производится согласно условию [2]: давление, создаваемое условным вентилятором, состоящим из параллельно соединенных вентиляторов, одинаково, т.е. $h_{\text{ЭКВ}} = h_1 = h_2 = \dots$, а производительность условного вентилятора равна сумме индивидуальных производительностей каждого, т.е. $Q = Q_1 + Q_2 + \dots$. При линейном описании кривых характеристики вентилятора приведенное условие можно записать как

$$a_{\text{ЭКВ}} + b_{\text{ЭКВ}} \cdot Q = a_1 + b_1 \cdot Q_1 = a_2 + b_2 \cdot Q_2. \quad (1)$$

Если вентиляторы однотипные и имеют одинаковые подключающие к вентиляционной сети каналы, то $a_1 = a_2$, $b_1 = b_2$ и $Q_1 = Q_2$, и тогда [2]

$$h_{\text{ЭКВ}} = a_1 + \frac{b_1}{2} \cdot Q = a_2 + \frac{b_2}{2} \cdot Q.$$

Если вентиляторы разные или одностипные, но работающие на разных углах установки лопаток направляющего аппарата или рабочего колеса, то $a_1 \neq a_2$, $b_1 \neq b_2$ и $Q_1 \neq Q_2$, но в то же время условие параллельной работы $h_{\text{ЭКВ}} = h_1 = h_2$ сохраняется.

Выразим из (1) $Q_1 = \frac{h_1 - a_1}{b_1}$, а правую часть равенства (1)

запишем в виде $h_2 = a_2 + b_2 \cdot (Q - Q_1)$. Вставив первое выражение во второе, будем иметь

$$h_{\text{ЭКВ}} = \frac{a_1 \cdot b_2 + a_2 \cdot b_1}{b_1 + b_2} + \frac{b_1 \cdot b_2}{b_1 + b_2} \cdot Q. \quad (2)$$

При описании кривых характеристики вентиляторов квадратным уравнением имеем

$$a_{\text{ЭКВ}} + b_{\text{ЭКВ}} \cdot Q^2 = a_1 + b_1 \cdot Q_1^2 = a_2 + b_2 \cdot Q_2^2.$$

Для нахождения вида кривой эквивалентной характеристики условного вентилятора следует решить равенство

$$h_{\text{ЭКВ}} \cdot (b_2 - b_1) + (b_1 \cdot a_2 - b_2 \cdot a_1) + b_1 \cdot b_2 \cdot Q^2 - 2 \cdot b_2 \cdot Q \cdot \sqrt{b_1 \cdot (h_{\text{ЭКВ}} - a_1)} = 0 \quad (3)$$

Если вентиляторы разнотипные, то решая равенство (3) и делая некоторые упрощения, получим следующий вид эквивалентной характеристики условного вентилятора:

$$h_{\text{ЭКВ}} = \frac{a_1 \cdot b_2 + a_2 \cdot b_1}{b_1 + b_2} + \frac{b_1 \cdot b_2}{2 \cdot (b_1 + b_2)} \cdot Q^2. \quad (4)$$

Некоторое упрощение при решении уравнения (3) приводит к тому, что выражение (4) имеет определенную погрешность. Для определения этой погрешности были решены многочисленные задачи параллельной работы вентиляторов. Расхождение при определении эквивалентной характеристики (до 15 %) наблюдается только в верхней нерабочей части характеристики.

Список литературы

1. Брага Г. И. К определению пределов изменения производительности вентиляторов при совместной работе / 2 авт. // Горная электро-механика и автоматика. – Киев, 1980. – Вып. 37. – С. 83–85.
2. Комаров В. Б. Рудничная вентиляция / 2 авт. – М.: Недра, 1969. – 415 с.

Получено 04.12.06.