



УДК 697.922.564

А.П. Давыдов, А.Е. Ланцов

РАСЧЕТ ПАНЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ С НЕРАВНОМЕРНЫМ ПРИСОЕДИНЕНИЕМ РАСХОДА ВОЗДУХА ПО ПУТИ

Для улавливания вредных веществ существуют несколько конструкций всасывающих панелей, наиболее полно отвечающих требованиям по борьбе с выделяющимися вредными веществами [1,2,3].

Из литературных данных можно заключить, что всасывающие панели являются эффективными устройствами для улавливания вредных выделений с больших открытых поверхностей. Эффективность сформированного всасывающего факела во многом зависит от равномерного или заранее заданного распределения расхода воздуха через поверхность всасывания [4]. Однако в литературных источниках отсутствует методика расчета, позволяющая рассчитать заранее заданную неравномерность расхода воздуха по поверхности всасывающей панели.

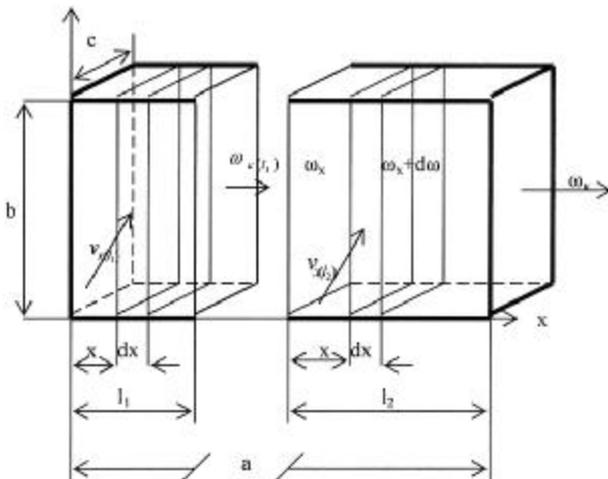


Рис.1. Расчетная схема всасывающей панели постоянного поперечного сечения с неравномерным присоединением расхода воздуха по пути

Рассмотрим всасывающую панель (рис.1) площадью поперечного сечения $b \times c = F$ и длиной a . Установим начало координат у заглушенного конца всасывающей панели и примем направление оси X по направлению движения основного потока. Примем, что воздух поступает в панель непрерывно. Пусть расход воздуха на участке длиной l_1 будет равен $n \cdot L$, а для участка длиной l_2 расход равен $m \cdot L$. Соответственно, можно выразить скорость на первом участке внутри панели через конечную скорость v

на торце панели, как $W_x = nW_k \frac{x}{l_1}$, а на втором участке

длиной l_2 , как $W_{x,l_2} = W_k \left(n + m \frac{x-l_1}{l_2} \right)$ (m и n доли объемов воздуха, удаляемых в первой и второй половине всасывающей панели, $L_1 = nL_k$, $L_2 = mL_k$).

Используя уравнение количества движения, определим зависимость изменения давления воздуха в первой и второй половине всасывающей панели [1].

Уравнение изменения давления для первого участка всасывающей панели длиной l_1 будет иметь вид $0 \leq x \leq l_1$:

$$P_x = P_0 + \rho\beta\omega_k^2 n^2 \left(\frac{x}{l_1} \right)^2 + \frac{\lambda}{d} \rho \frac{\omega_k^2}{6} n^2 \frac{x^3}{l_1^2}. \quad (1)$$

При значении $x = l_1$ уравнение (46) принимает следующий вид:

$$P_{l_1} = P_0 + \rho\beta\omega_k^2 n^2 l_1 + \frac{\lambda}{d} \rho \frac{\omega_k^2}{6} n^2 l_1^3. \quad (2)$$

Для второй части всасывающей панели, $l_1 \leq x \leq l_2$, уравнение изменения статического давления будет иметь вид:

$$P_x = P_0 + rbw_k^2 \left(n + m \frac{x-l_1}{l_2} \right)^2 + \frac{1}{d} r \frac{w_k^2}{6} \left(n^2 l_1 + m^2 \frac{(x-l_1)^3}{l_2^2} \right). \quad (3)$$

При значении $x = l_1 + l_2$ уравнение (3) принимает следующий вид:

$$P_{l_1+l_2} = P_0 + rbw_k^2 + \frac{1}{d} r \frac{w_k^2}{6} (n^2 l_1 + m^2 l_2). \quad (4)$$

Зная закономерность изменения давления по пути движения воздуха внутри всасывающей панели, суммарную высоту всасывающих щелей можно определить из выражения:

для первой части всасывающей панели длиной l_1



$$h_{x(l_1)} = \frac{nL}{l_1 m_x \sqrt{\frac{2}{r} \left[P_0 + r b w_k^2 n^2 \left(\frac{x}{l_1} \right)^2 + \frac{1}{d} r \frac{w_k^2}{6} n^2 \frac{x^3}{l_1^2} \right]}}, \quad (5)$$

где $P_0 = \left(\frac{L_1}{h_0^i l_1} \right)^2 \frac{r}{2 m_0^2}$;

для второй части всасывающей панели длиной l_2

$$h_{x(l_2)} = \frac{mL}{l_2 m_x \sqrt{\frac{2}{r} \left[P_0 + r b w_k^2 \left(n + m \frac{x-l_1}{l_2} \right)^2 + \frac{1}{d} r \frac{w_k^2}{6} \left\{ n^2 l_1 + m^2 \frac{(x-l_1)^3}{l_2^2} \right\} \right]}}, \quad (6)$$

где L - расход воздуха м³/с, μ_x - коэффициент расхода.

Следует отметить, что при определении суммарной высоты всасывающей щели расчет начинают со значений $x=0$, причем необходимо стремиться к условию $h_0 \approx b$.

Принимая число всасывающих щелей равным k , определяем их геометрические размеры

$$h_x = \frac{h'_x}{k}. \quad (7)$$

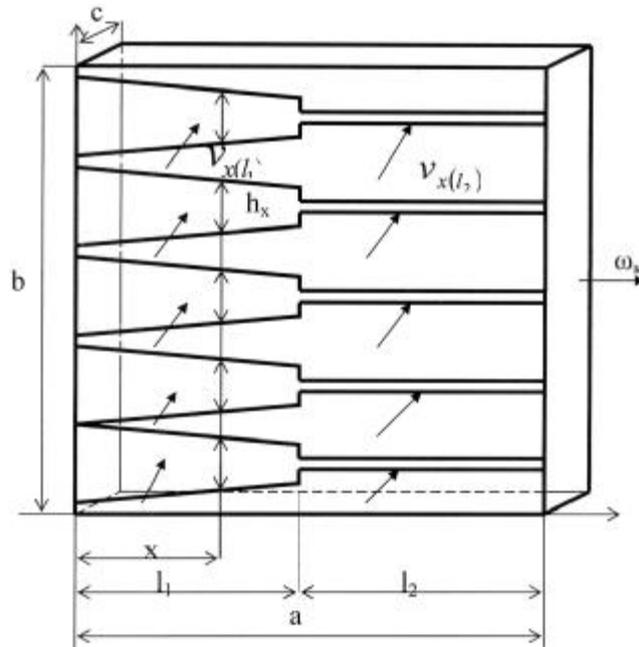


Рис.2. Расчетная схема к примеру 1

Ниже приведен пример расчета панели постоянного сечения с неравномерным присоединением расхода воздуха по пути.

Пример:

Рассчитать высоту щелей всасывающей панели размерами 0.5 x 0.5 x 0.22 м. Объем удаляемого воздуха - 1,1 м³/с, скорость воздуха в корне - 10 м/с, условия нормальные. Длина первого участка $l_1=0.25$ м, длина второго $l_2=0.25$ м. Соотношение объемов удаляемого воздуха в первой половине панели и второй составит 70% и 30%. Коэффициент расхода щели в любом сечении примем равным 0.63. Коэффициенты $\beta_0 \div \beta_x = 1.0$.

Расчетная схема - рис.2.

1. Задаемся суммарной высотой всасывающей щели

в начале панели $h'_0 = 0.44$ м.

2. Находим давление в начале панели:

$$P_0 = \left(\frac{L_1}{h_0^i \cdot l_1} \right)^2 \frac{r}{2 m^2} = \left(\frac{1.1}{0.44 \cdot 0.25} \right)^2 \frac{1.2}{2 \cdot 0.63^2} = 153.6 \text{ Па}$$

3. Определяем значения суммарной площади всасывающей щели по сечениям, принимая число щелей равным 5. Полученные значения сводим в таблицу.

Таблица

x/a	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
x	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
h'_x	0.44	0.43	0.43	0.42	0.41	0.4	0.136	0.13	0.125	0.12	0.11
$h_x = h'_x/k$	0.088	0.086	0.086	0.084	0.082	0.080	0.027	0.026	0.025	0.024	0.022
$h:k$						0.028					



Таким образом, в статье приводятся методика и пример расчета панели с заранее заданной неравномерностью всасывания по пути.

Литература

1. Трофимович В. В., Бондарь А. А. Местная вентиляция выливных отливок. Системы ТГВ (Тезисы докладов) Киев: 1968. - С. 15-17.
2. Тимофеева О. С., Элтерман Е. Е., Иофилов Г. Э. Местная вытяжная вентиляция при электросварочных работах. М.: Профиздат, 1961. - С. 27-31.
3. Шедов П. П. Местный вентиляционный панельно-щелевой отсос для электро-сварочных работ // Автоматическая сварка, 1964, №4. - С. 23-30.
4. Давыдов А.П., Новиков Ю.И. Методика расчета равномерно всасывающих панелей // Известия КГАСА, 2003, №1. - С.131-132.