

1. Описание задачи

Провести расчет простейшего эжектора, состоящего из канала А и цилиндрического насадка В. Схема эжектора представлена на рисунке 1.

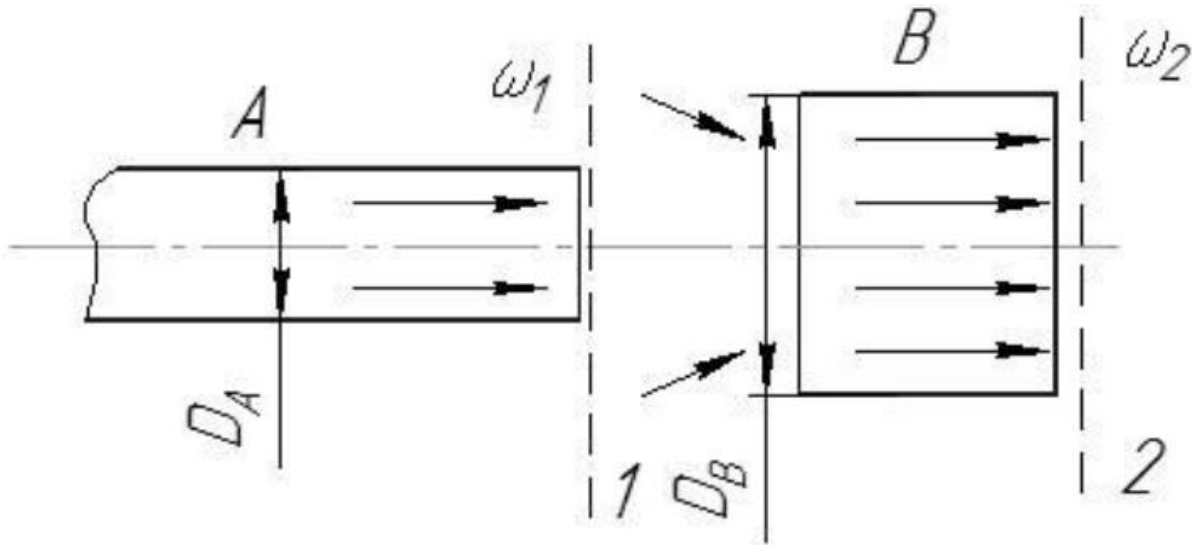


Рисунок 1 – Схема простейшего эжектора

Эжектор находится в покоящейся окружающей среде. Из канала А подается струя, которая подсасывает жидкость из окружающего пространства. Определить скорость ω_2 и массовый расход газа на выходе из эжектора (сечение 2).

2. Исходные данные

Температура окружающей жидкости и жидкости в канале А: 25 °С.

Давление окружающей среды: 0,1 МПа.

Рабочее тело (жидкость): вода.

Плотность жидкости: 1000 кг/м³.

При расчете принимаются следующие допущения:

- силами трения о стенки эжектора пренебречь;
- вследствие малых скоростей жидкости считать плотность жидкости величиной постоянной;
- скорость жидкости в пространстве вокруг эжектора равна 0 м/с.

Таблица 1 – Исходные данные

Вариант	D_A , мм	D_B , мм	ω_1 , м/с
6	24	32	2

3. Решение задачи

Построим контрольную поверхность из сечений 1 и 2, проходящих нормально к потоку по срезу канала А, смесительной камеры В и боковых поверхностей, направленных параллельно потоку. На всей полученной контрольной поверхности примерно одно и то же давление, равное давлению окружающей среды, т. е. главный вектор сил давления равен нулю.

Если пренебречь силами трения, то сумма проекций на ось трубы всех сил в пределах контрольной поверхности 1–2 равна нулю, следовательно, количество движения не меняется.

Изменение количества движения у активной струи на участке 1–2 равно:

$$G_1(\omega_1 - \omega_2). \quad (3.1)$$

Количество движения жидкости, подсосанной из окружающего пространства:

$$(G_1 - G_2)(\omega_2 - 0). \quad (3.2)$$

Суммарное изменение количества движения:

$$G_2\omega_2 - G_1\omega_1 = 0, \quad (3.3)$$

где G_1 и G_2 – секундный массовый расход жидкости, кг/с;

ω_1 и ω_2 – значения скорости истечения из канала А и смесительной камеры В соответственно, м/с.

Преобразуем уравнение (3.3)

$$G_2\omega_2 = G_1\omega_1; \quad (3.4)$$

$$\frac{G_2}{G_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2}. \quad (3.5)$$

Массовый расход можно рассчитать по следующей формуле:

$$G = \omega f \rho, \quad (3.6)$$

$$f = \pi R^2 = \pi \frac{D^2}{4}, \quad (3.7)$$

где f – площадь сечения, м²;

ρ – плотность вещества, кг/м³;

R – радиус, м;

D – диаметр, м.

Опираясь на формулу (3.6), отношение расходов можно записать как

$$\frac{G_2}{G_1} = \frac{\omega_2 f_2 \rho_2}{\omega_1 f_1 \rho_1}. \quad (3.8)$$

Сравнивая выражения (3.5) и (3.8) получим

$$\begin{aligned} \frac{\omega_1}{\omega_2} &= \frac{\omega_2 f_2 \rho_2}{\omega_1 f_1 \rho_1}, \\ \frac{\omega_1}{\omega_2} - \frac{\omega_2 f_2 \rho_2}{\omega_1 f_1 \rho_1} &= 0, \\ \frac{\omega_1^2 f_1 \rho_1 - \omega_2^2 f_2 \rho_2}{\omega_1 \omega_2 f_1 \rho_1} &= 0; \text{ так как } \rho_1 = \rho_2, \\ \frac{\omega_1^2 f_1 - \omega_2^2 f_2}{\omega_1 \omega_2 f_1} &= 0, \\ \omega_1^2 f_1 - \omega_2^2 f_2 &= 0, \\ \omega_1^2 f_1 &= \omega_2^2 f_2, \\ \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} &= \frac{f_2}{f_1}, \\ \frac{\omega_1}{\omega_2} &= \sqrt{\frac{f_2}{f_1}} = \sqrt{\frac{\pi R_2^2}{\pi R_1^2}} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\frac{D_B}{2}}{\frac{D_A}{2}} = \frac{D_B}{D_A}. \end{aligned} \quad (3.9)$$

С помощью формулы (3.9) вычислим значение скорости ω_2 :

$$\omega_2 = \frac{\omega_1 D_A}{D_B} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^{-3}} = \frac{48}{32} = 1,5 \text{ м/с.}$$

Используя полученное значение скорости ω_2 , рассчитаем массовый расход G_2 :

$$G_2 = \omega_2 f_2 \rho_2 = \frac{\omega_2 \pi D_B^2 \rho_2}{4} = \frac{1,5 \cdot 3,14 \cdot 1024 \cdot 10^{-6} \cdot 1000}{4} = 1,206 \text{ м/с.}$$

Используя значение скорости ω_1 , рассчитаем массовый расход G_1 :

$$G_1 = \omega_1 f_1 \rho_1 = \frac{\omega_1 \pi D_A^2 \rho_1}{4} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 576 \cdot 10^{-6} \cdot 1000}{4} = 0,905 \text{ м/с.}$$

Ответ: $G_1 = 0,905 \text{ м/с}$, $\omega_2 = 1,5 \text{ м/с}$, $G_2 = 1,206 \text{ м/с}$.