**Задание 1 вариант 05**

**Расчет простейшего эжектора**

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



Определить скорость *w2* и массовый расход жидкости на выходе из эжектора (сечение 2).

Дано:

Температура окружающей жидкости и жидкости в канале А: 25 оС

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.

DA=16 мм, DВ=26 мм, *w*1 = 3 м/с.

Решение:

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.

Пренебрегая силами трения, 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:

$$G\_{1}=(w\_{2}-w\_{1})$$

Количество движения жидкости, подсосанной из окружающего пространства, где она находилась в покое (*w* = 0):

$$\left(G\_{2}-G\_{1}\right)∙\left(w\_{2}-0\right)$$

Суммарное изменение количества движения:

$$G\_{2}∙w\_{2}-G\_{1}∙w\_{1}=0$$

где G1, G2 – секундные массовые расходы жидкости, соответственно в сопле и на выходе из смесительной трубы;

*w*1, *w*2 – значения скорости истечения из сопла и смесительной трубы:

Отсюда получаем, что расходы жидкости в сопле и на выходе из смесительной трубы обратно пропорциональны величинам соответствующих скоростей:

$$\frac{G\_{2}}{G\_{1}}=\frac{w\_{1}}{w\_{2}}$$

С другой стороны, отношение расходов жидкости можно записать как:

$$\frac{G\_{2}}{G\_{1}}=\frac{ρ\_{1}w\_{1}f\_{1}}{ρ\_{2}w\_{2}f\_{2}}$$

где $ρ$ – плотность; *f* – площадь сечения.

Сравнивая последние два выражения, приходим к следующей расчетной формуле:

$$\frac{G\_{2}}{G\_{1}}=\sqrt{\frac{ρ\_{1}w\_{1}}{ρ\_{2}w\_{2}}}$$

В нашем случае плотность жидкости в активной струе и окружающем пространстве одинакова, следовательно, отношение массовых расчетов жидкости равно отношению диаметров смесительной трубы и сопла:

$$\frac{G\_{1}}{G\_{2}}=\sqrt{\frac{f\_{2}\_{}}{f\_{1}}}=\frac{D\_{B}}{D\_{A}}$$

Подставляя значения диаметров, найдем отношение расходов:

$$\frac{G\_{1}}{G\_{2}}=\frac{26}{16}=1,625$$

Далее определим скорость жидкости на выходе из эжектора:

$$\frac{G\_{2}}{G\_{1}}=\frac{w\_{1}}{w\_{2}}$$

$$w\_{2}=\frac{w\_{1}}{1,625}=\frac{3}{1,625}=1,846\frac{м}{с}$$

И наконец, определим расход жидкости на выходе:

$$G\_{1}=\left(w\_{2}-w\_{1}\right)=\left(1,846-3\right)=1,154$$

$$G\_{2}=1,625∙1,154=1,875$$

 ***Задача 2.*** ***Определение расхода воздуха через канал с конфузорно-диффузорной вставкой***

Произвести обработку экспериментальных данных, определим расход воздуха через два канала, и определим, на сколько отличается расход воздуха через один канал по отношению к расходу через другой канал, построим график зависимости расхода воздуха от перепада давлений.

Решение:

Для определения расхода воздуха G (кг/с) применим формулу:

$$G=ρ∙w∙f$$

где $ρ$ – это плотность воздуха в критическом сечении измеряемого сопла, кг/м3;

- $w$ – это скорость воздуха в критическом сечении сопла, м/с;

- f – площадь критического сечения сопла, м2.

Для вычисления расхода воздуха необходимо вычислить площадь критического сечения:

$$f=\frac{π∙d^{2}}{4}$$

где d = 0,012 м – диаметр сопла в критическом сечении, м:

$$f=\frac{3,14∙0,012^{2}}{4}=0,00011304 м^{2}$$

Находим плотность и скорость воздуха через газодинамические функции.

1. Определим приведенное давление по формуле:

$$π\_{к}=1-\frac{2р}{р^{\*}}$$

где р – измеренное давление в критическом состоянии сопла (по ртутному манометру), мм рт.ст;

$р^{\*}=764-$ давление окружающей среды, замеренное по барометру, мм рт.ст.

По формуле:

$$∆р=\frac{р\_{сист}}{р^{\*}}$$

из которой следует:

$$р\_{сист}=р^{\*}∙∆р$$

Данные вычислений и результаты расчетов сведем в таблицу 1

1. Определяем температуру воздуха в критическом сечении мерного сопла Т, К:

$$Т=π\_{к}∙\left[\left(Т^{\*}^{\frac{k}{k-1}}\right)\right]^{\frac{k-1}{k}}$$

где $Т^{\*}=296$ - температура окружающей среды, К;

k =1,4 показатель адиабаты для воздуха.

Рассчитаем температуру воздуха, данные сведем в таблицу 1.

1. Определяем число Маха М по формуле:

$$М=\sqrt{\left(\frac{Т^{\*}}{Т}-1\right)∙\frac{2}{k-1}}$$

Результаты вычислений сведем в таблицу 1.

1. Определяем скорость звука *а*, м/с, по формуле:

$$a=\sqrt{kRT}$$

где R = 287 Дж/кг·К – газовая постоянная для воздуха.

Все значения сведем также в таблицу 1.

1. Определяем скорость воздуха в критическом сечении *w*, м/с по формуле:

$$w=М∙α$$

1. Из уравнения состояния находим плотность окружающей среды $р^{\*}$, кг/м3, по формуле:

$$ρ^{\*}=\frac{101325∙р^{\*}}{R∙T^{\*}∙760}$$

$$ρ^{\*}=\frac{101325∙764}{287∙296∙760}=1,199$$

1. Определяем плотность воздуха в критическом сечении $ρ,$ кг/м3, по формуле:

$$ρ=\frac{ρ^{\*}}{\left[\left(1+М^{2}\right)∙\left(k-1\right)\right]^{\frac{1}{k-1}}}$$

Результаты вычислений заносим в таблицу 1

1. Определяем массовый расход воздуха G, кг/с, по формуле:
$$G=ρ∙w∙f$$

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | $$∆р$$ | 0,94 | 0,92 | 0,9 | 0,88 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,8 | 0,78 | 0,75 | 0,7 |
| $$р\_{сист}$$ | 43 | 57 | 72 | 83 | 94 | 103 | 113 | 124 | 133 | 146 | 170 |
|  | $$π\_{к}$$ | 0,89 | 0,85 | 0,81 | 0,78 | 0,75 | 0,73 | 0,7 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,55 |
|  | Т | 265 | 253 | 241.1 | 232 | 223 | 217 | 208 | 202 | 193 | 185 | 164 |
|  | М | 0,76 | 0,92 | 1,07 | 1,17 | 1,28 | 1,35 | 1,45 | 1,53 | 1,63 | 1,73 | 2,01 |
|  | *а* | 326 | 319 | 311 | 305 | 299 | 295 | 289 | 285 | 278 | 273 | 257 |
|  | *w* | 248 | 293 | 333 | 357 | 383 | 398 | 419 | 438 | 453 | 472 | 517 |
|  | $$ρ$$ | 3,75 | 2,56 | 1,76 | 1,37 | 1,05 | 0,89 | 0,7 | 0,58 | 0,46 | 0,37 | 0,21 |
|  | G | 0,105 | 0,084 | 0,066 | 0,055 | 0,045 | 0,04 | 0,033 | 0,029 | 0,024 | 0,019 | 0,012 |
| 4 | $$∆р$$ | 0,94 | 0,92 | 0,9 | 0,88 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,8 | 0,78 | 0,75 | 0,7 |
| $$р\_{сист}$$ | 30 | 39 | 50 | 63 | 73 | 86 | 100 | 111 | 123 | 140 | 170 |
|  | $$π\_{к}$$ | 0,92 | 0,9 | 0,87 | 0,84 | 0,81 | 0,77 | 0,74 | 0,71 | 0,68 | 0,63 | 0,55 |
|  | Т | 274 | 268 | 259 | 250 | 241 | 229 | 220 | 211 | 202 | 188 | 164 |
|  | М | 0,63 | 0,72 | 0,85 | 0,96 | 1,07 | 1,21 | 1,31 | 1,42 | 1,53 | 1,69 | 2,01 |
|  | *а* | 332 | 328 | 323 | 317 | 311 | 303 | 297 | 291 | 285 | 275 | 257 |
|  | *w* | 209 | 236 | 275 | 304 | 333 | 367 | 389 | 413 | 436 | 465 | 517 |
|  | $$ρ$$ | 5,15 | 4,18 | 3,04 | 2,31 | 1,76 | 1,24 | 0,97 | 0,75 | 0,58 | 0,41 | 0,21 |
|  | G | 0,122 | 0,112 | 0,095 | 0,079 | 0,066 | 0,051 | 0,043 | 0,035 | 0,029 | 0,022 | 0,012 |

1. По полученным значениям расхода воздуха строим график зависимости $G=f(∆ρ)$ через каналы 3,4.