

Решение вариационной задачи по минимизации потерь напора в конфузоре

Качанов И.В., Веремеиук В.В., Филипчик А.В.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе приводится решение вариационной задачи по минимизации потерь напора в потоке жидкости, проходящем через конфузор. Очевидно, что минимизировать потери, можно за счет использования оптимального угла конусности конфузора α_{opt} . При расчете конфузора, в соответствии с рекомендациями [1],[2], сделаем ряд допущений, считая полную потерю напора \dot{h} без учета интерференции, и принимая коэффициент гидравлического трения λ постоянным.

Для определения оптимального угла конусности α_{opt} , при котором потери напора будут минимальными, возьмем производную $\frac{d\dot{h}}{d\alpha}$ и приравняем ее нулю. Тогда при $\alpha \in (0; 180)$ и $n > 1$

$$\alpha_{opt} = 2 \arcsin \left(\frac{0,06\lambda(n^2 - 1)(0,67n - 0,57)^2}{n^2(0,43n - 0,43)^2} + 0,0066 \right)^{\frac{1}{4,45}} \quad (1)$$

Результаты расчета α_{opt} формуле (1) для различных условий течения приведены на рис. 1, 2.

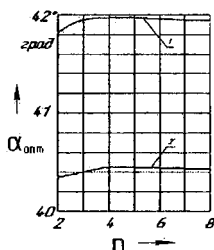


Рис.1. Зависимость оптимального угла конусности α_{opt} от степени сужения конфузора n при постоянном коэффициенте трения λ : 1 - при $\lambda=0,015$; 2 - $\lambda=0,025$.

Анализ, приведенных на рис.1 данных, показывает, что при изменении степени сужения конфузора n от 2 до 8 и коэффициента трения λ от 0,015 до 0,025 оптимальный угол конусности принимает значения от 40,3° до 41,9°.

Для значений степени сужения конфузора $n=2...4$ и коэффициента трения $\lambda = 0,01 \div 0,04$ оптимальный угол конусности $\alpha_{онм}$ находится в пределах от 39,5° до 43,9° (рис.2).

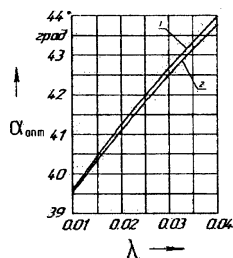


Рис.2. Зависимость оптимального угла конусности $\alpha_{онм}$ от коэффициента трения λ при постоянной степени сужения конфузора n : 1 - при $n=2$; 2 - $n=4$

Следует отметить, что результаты, полученные по зависимости (1) удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными ряда авторов [1],[3].

Выводы

1. Впервые получена математическая зависимость для определения оптимального (по потерям напора) угла конусности конфузора $\alpha_{онм}$ с учетом степени сужения n и коэффициента гидравлического трения λ .

2. На основании полученной зависимости построены кривые изменения оптимального угла конусности конфузора $\alpha_{онм} = f(n)$ и $\alpha_{онм} = f(\lambda)$, которые согласуются с результатами ряда исследователей [1],[3].

Литература

1. Альтшуль, А.Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Недра, 1982. – 224с.
2. Башта, Т. М. и др. Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы. – М.: Машиностроение, 1970. – 504с.
3. Куколевский, И.И., Подвидз, Л.Г. Задачник по гидравлике. – М.: Госэнергиздат, 1972. – 440 с.