

инженер /БАТУ/

Возможности и перспектива вихревого эффекта.

На современном этапе ещё остаётся актуальным вопрос эффективного получения холода и тепла, поскольку и то и другое широко используется как в быту, так и на производстве. В сельском хозяйстве имеют место огромные потери произведённой продукции из-за плохих условий хранения.

В настоящее время для получения холода наиболее широко используются фреоновые холодильные установки, но они сложны в обслуживании, дорогостоящи. А также утечки фреона могут привести к глобальной экологической катастрофе—озоновым дырам. Поэтому встал вопрос об ограничении применения фреона в холодильных установках или его замене. Одним из вариантов такой замены является вихревой эффект.

Вихревой эффект был открыт в 1931 году французским инженером Жанном Ранком и основан на разделении сжатого газа на холодную и горячую составляющие в результате завихрения в вихревой камере (рис.1). При завихрении газ начинает вести себя как твёрдое тело, то есть угловые скорости периферийных и центральных слоёв выравниваются.

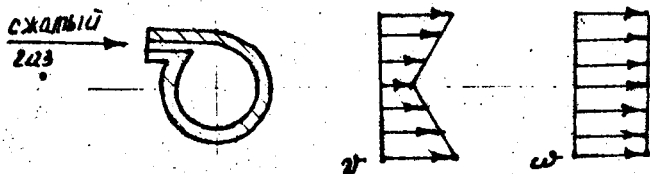


Рис.1. Вихревая камера и взгляды скоростей газа.

Поскольку периферийные слои имеют большую линейную скорость, то и обладают большей кинетической энергией, а следовательно, и температурой. Конструктивно вихревой аппарат выполняется так, что горячие и холодные составляющие отводятся из вихревой камеры в разные стороны.

Эффективность охлаждения (нагрева) в вихревого эффекта оценивается отношением разности между конечной и начальной температурами потока при охлаждении в трубе Ранка к изэнтропической разности температур потока при том же перепаде давлений:

$$\eta = \frac{\Delta T}{\Delta T_{\text{из}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1 \left[ 1 - \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]}}$$

где  $T_1$  и  $P_1$  — абсолютное давление и температура входящего в трубу воздуха;

$T_2$  и  $P_2$  - абсолютная температура и давление холодного (горячего) воздуха;

$k$  - постоянная.

При расширении в трубе Ранка на  $1 \text{ кг}$  поступающего газа приходится  $\mu \text{ кг}$  холодного потока. Поэтому действительная эффективность охлаждения (нагрева) с помощью вихревого эффекта меньше и оценивается произведением  $\mu/T_2$ , (или  $(1-\mu)/T_2$  при нагревании). На рис. 2 представлена зависимость температурного эффекта от  $\mu$ .

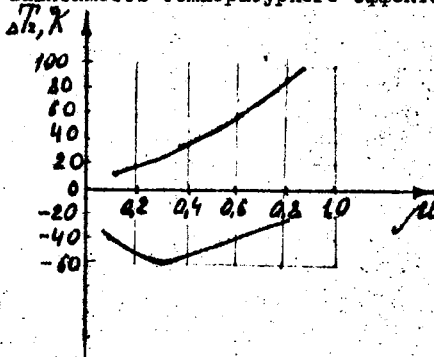


Рис. 2. Зависимость температурного эффекта от доли холодного потока.

Из графика видно, что максимальный эффект охлаждения наблюдается при  $\mu = 0,3$ .

Процесс разделения воздуха (газа) в вихревой трубе весьма сложен, поэтому до сих пор нет точного математического описания эффекта на основе законов термодинамики. Возможно, что в результате решения этой проблемы можно будет получить более эффективный и экологичный источник холода и тепла.

В настоящее время эффект Ранка может применяться в различных областях техники. Особенно там, где по производственной или другой необходимости нужно получение как холода, так и тепла одновременно, или где есть дешёвый источник охлажденного воздуха. В этих условиях вихревой эффект будет наиболее эффективен.

Сейчас эффект Ранка находит всё более широкое применение в машиностроении и в других областях (авиация, газовая очистка, автоматика).

Литература:

И. Клименко А. П. и др. Холод в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1969.