

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗОМКНУТОГО РЕГЕНЕРАТИВНОГО ВАКУУМНОГО ЦИКЛА С ТЕПЛОМАССООБМЕНОМ РАЗОМКНУТОЙ ВОЗДУШНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОСАДКИ С НАТЯГОМ

*Ю.М. Вертепов, Е.А. Омеляненко,
А.В. Можаровский*

В разомкнутых нерегенеративных циклах ГХМ чаще всего рабочим веществом является воздух. Такие холодильные машины называются воздушными (ВХМ). Воздух невзрывоопасен, безопасен экологически, гигиеничен, может подаваться прямо в охлаждаемое помещение, недорог и доступен. Холодный воздух можно использовать в различных холодильных технологиях, применяемых в пищевой, химической, металлургической, машиностроительной и других отраслях промышленности. В ВХМ отвод теплоты сжатого в компрессоре воздуха в окружающую среду можно осуществлять путем тепло- и массообмена в регенеративных теплообменниках в результате чего необходимость в промежуточном холодильнике с водяным охлаждением отпадает.

Необходимым элементом замкнутых нерегенеративных и регенеративных ГХМ является промежуточный холодильник, в котором теплота от сжатого в компрессоре газа отводится в окружающую среду охлаждающей водой с соответствующими эксплуатационным затратам. [1].

Энергетическая эффективность работы разомкнутой ВХМ, работающей по регенеративному вакуумному циклу с тепломассообменом, в значительной степени зависит от оптимального выбора отношения давлений в вакуумном насосе, причём как для теоретического, так и для действительного циклов. В работах [1,2] этот вопрос не нашел отражения, хотя для расчета параметров этих ВХМ необходимо оценить влияние на такие величины, как температура холодного источника T_x и недорекуперация в регенераторах АТР.

Выражение для условного холодильного коэффициента разомкнутой ВХМ, работающей по теоретическому регенеративному вакуумному циклу с тепломассообменом, имеет вид [2]

$$\varepsilon_T = \frac{C_p T_x \left(1 - \pi_{\text{внт}}^{\frac{1-k}{k}} \right)}{C_p T_x \left[\frac{T_{\text{ос}}}{T_x} \left(\pi_{\text{внт}}^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) - \left(1 - \pi_{\text{внт}}^{\frac{1-k}{k}} \right) \right]} \quad (1)$$

Алгоритм расчета условного холодильного коэффициента ε удобно представить в виде следующей последовательности вычислений величин, удобной для составления программы расчета на ЭВМ:

$$1. A = 1 - \pi_{\text{внт}}^{\frac{1-\kappa}{\kappa}}$$

$$2. B = \pi_{\text{внт}}^{\frac{1-\kappa}{\kappa}} - 1$$

$$3. C = \frac{T_{\text{о.с.}}}{T_x} \cdot B$$

$$4. \varepsilon_T = \frac{C}{E - B}$$

Выражение для условного холодильного коэффициента разомкнутой ВХМ, работающей по действительному циклу, равна

$$\varepsilon = \frac{C_p T_x \left\{ \left[1 - \left(\pi_{\text{внт}} \sigma_{\text{тр}} \sigma_p^2 \sigma_a \right)^{\frac{1-\kappa}{\kappa}} \right] \cdot \eta_{\text{сд}} - \Delta T_p / T_x \right\}}{C_p T_x \left\{ \frac{(T_{\text{ос}} - \Delta T_p)}{T_x} \left(\pi_{\text{внт}}^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\eta_{\text{свв}}} - \left[1 - \left(\pi_{\text{внт}} \sigma_{\text{тр}} \sigma_p^2 \sigma_a \right)^{\frac{1-\kappa}{\kappa}} \right] \cdot \eta_{\text{сд}} \right\}} \quad (2)$$

Характер зависимости $\varepsilon_T = f(\pi_{\text{внт}})$ показывает, что с возрастанием $\pi_{\text{внт}}$ величина ε_T уменьшается. Для действительного цикла зависимость $\varepsilon_T = f(\pi)$ имеет максимум по величине π_{κ} , лежащей в пределах $\pi_{\kappa} = 2,0$. Для $T_{\text{ос}} = 293\text{К}$ и $T_{\kappa} = 223\text{К}$. анализ зависимости $\varepsilon_T = f(T_x)$ показывает, что с увеличением T_x от 213К до 243К ε_T увеличивается на 28%. Анализ зависимости $\varepsilon = f(\Delta T_p)$ показывает, что при повышении ΔT_p от 2 до 5 градусов ε снижается на 24%.

Список источников

1. Холодильные машины. Под ред. И.А. Сакуна.-Л.: Машиностроение, 1985-506с.
2. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. Под ред. И.А. Сакуна-Л.: машиностроение, 1987-422с.