

АНАЛИЗ КАСКАДНОГО И ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ХОЛОДИЛЬНЫХ ЦИКЛОВ НА ПРИРОДНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТАХ

Комаров М.Ю.

Научный руководитель - Поддубский О.Г., к.т.н., доцент

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий
г. Могилев, Беларусь

Целью работы являлось сравнение циклов каскадных и двухступенчатых холодильных машин, работающих на природных холодильных агентах. В качестве критерия сравнения было выбрано отношение суммарной эффективной мощности компрессоров к холодопроизводительности холодильной машины N_e/Q_0 , кВт/кВт. Сравнивались два двухступенчатых цикла с безмеевиковым и змеевиковым промежуточными сосудами и цикл каскадной холодильной машины [1]. В качестве холодильного агента для двухступенчатых холодильных машин и верхнего каскада каскадной холодильной машины был выбран аммиак (R717), для нижнего каскада каскадной холодильной машины был выбран диоксид углерода (R744). Оба холодильных агента относятся к природным веществам и находят широкое применение в промышленных холодильных установках.

Расчет отношения N_e / Q_0 производился без учета потерь давления, а также без учета коэффициента транспортных потерь. Предполагалось, что процессы сжатия в компрессорах происходят при постоянной энтропии. В качестве рабочего диапазона были выбраны температуры кипения t_0 от минус 15 до минус 50°C и температура конденсации $t_k = 50^\circ\text{C}$. Перегрев паров хладагента на всасывании в компрессоры как нижней, так и верхней ступени, также как и нижнего (верхнего) каскада принимался равным 10°C. Предполагалось, что из конденсатора выходит хладагент в состоянии насыщенной жидкости. Температура жидкого хладагента на выходе из змеевика промежуточного сосуда принималась на 5°C выше температуры жидкого хладагента в самом сосуде. Перепад температур между хладагентами в конденсаторе-испарителе каскадной холодильной машины принимался равным 5°C. Температура паров, нагнетаемых в конденсатор во всех случаях не превышала 160°C. Расчет циклов холодильных машин производился при помощи программного продукта CoolPack.

Результаты сравнения показали, что при холодопроизводительности $Q_0 = 500$ кВт при $t_k = 50^\circ\text{C}$ во всем диапазоне температур кипения отношение N_e / Q_0 для двух типов двухступенчатых холодильных машин практически одинаково и носит линейный характер. В свою очередь отношение N_e / Q_0 для каскадной холодильной машины при $t_0 = -35 \dots -50^\circ\text{C}$ в среднем выше чем для двухступенчатого на 10,5%, а при $t_0 = -15^\circ\text{C}$ – на 23%. Это, по крайней мере для теоретических циклов, указывает на более высокие затраты мощности на выработку единицы холода в каскадной холодильной машине, по сравнению с двухступенчатой. Очевидно одно – использование каскадных холодильных установок в целом, и использование R744 в нижнем каскаде, в частности, позволяет уменьшить аммиакоемкость промышленных холодильных установок и повысить их промышленную безопасность.

Список использованных источников:

1. Холодильные машины: учебник для вузов / А. В. Бараненко [и др.]; под общ. ред. Л.С. Тимофеевского. – 2-е изд. перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2006. – 942 с.