



УДК.621.564

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РЕТРОФИТА ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫЕ СМЕСЕВЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ АГЕНТЫ.

© А.Ю. Кузьмин, А.В. Букин

Астраханский государственный технический университет,

В статье рассматриваются проблемы перевода холодильного оборудования с озоноразрушающего хладагента R22 на альтернативные смесевые хладагенты. Из возможных способов сравнения энергетических показателей работы холодильной машины выбирается – эксергетический метод. Для удобства нахождения величин эксергии и ее составляющих в статье построены эксергетические диаграммы для альтернативных хладагентов R407C и R410A. Проведен расчет по разработанной математической модели. Результаты расчета сопоставлены с экспериментальными данными.

The problems of refrigeration equipment transfer from ozone destroying refrigerant R22 to alternative mixed refrigerants are considered in the article. The exergy method is chosen from all possible ways of energy factors comparison. To ease the finding of exergy values and its components exergy diagrams for alternative refrigerants R407C and R410A are built in the article. Calculation on developed mathematical model is done. Results of the calculation are compared to the experimental data.

Ключевые слова: холодильная машина, ретрофит, смесевые холодильные агенты, энергоэффективность, эксергетический метод

Keywords: refrigeration machine, retrofit, mixed refrigerants, power efficiency, exergy method.

В конце 80-ых годов двадцатого века было установлено, что использование ряда холодильных агентов (R12, R11, R12B1 и некоторых других) способствовало катастрофическому уменьшению озонового слоя Земли. Были заключены международные соглашения, направленные на решение этой проблемы. Целый ряд хладагентов был запрещен к использованию. Это подтолкнуло промышленность к разработке новых альтернативных экологически безопасных хладагентов (однокомпонентных и смесевых) [1].

Одной из актуальных задач, стоящей перед организациями, производящими и эксплуатирующими холодильное оборудование, является поэтапный переход на озонобезопасные холодильные агенты и отказ от использования хладагента R22. Процесс должен быть фактически завершен к 2020 году, причем к 1 января 2010 года сокращение потребления R22 должно достичь отметки в 75 %, от объема потребления данного хладагента по состоянию на 1989г. Необходимо, чтобы такой переход обеспечивал высокую энергоэффективность. В настоящее время среди кандидатов для замены R22 наиболее часто предлагаются неазетропная тройная смесь R407C (R32/125/134a (23/25/52)) и квазеотропная бинарная смесь R410A (R32/125 (50/50)) термодинамические свойства которых близки к R22.

Использование R407C не потребует внесения существенных изменений в конструкцию холодильной установки. Фазовые превращения R407C протекают со значительной ($5\div 7^{\circ}\text{C}$) неизотермичностью. Хладагент R410A имеет на 55÷65% более высокие рабочие давления в цикле по сравнению с R22. Фазовые превращения R410A протекают с очень маленькой неизотермичностью.

Для оценки энергоэффективности работы холодильных машин после их ретрофита с озоноактивного R22 на альтернативные хладагенты были разработаны математическая и физическая модели. В основе этих моделей используется эксергетический метод анализа холодильных машин.

Были построены эксергетические диаграммы для хладагентов R407C и R410a (рис.1). Эти диаграммы позволяют рассчитать работу, другие эксергетические характеристики, как для отдельных процессов, так и для циклов в целом.

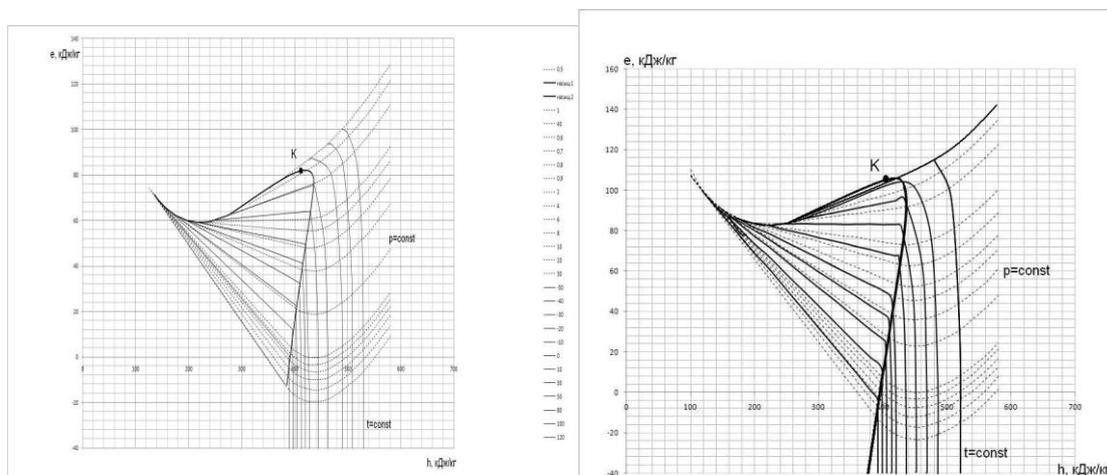


Рис.1. Диаграммы эксергия-энтропия для фреонов R407C и R410A.

По предложенной математической модели был произведен расчет одноступенчатой холодильной машины, работающей на хладагентах R22, R410A, R407C в диапазоне температур: $t_0 = -30\text{ }^\circ\text{C}$, $-15\text{ }^\circ\text{C}$, $0\text{ }^\circ\text{C}$, и $t_k = 30\text{ }^\circ\text{C}$, $40\text{ }^\circ\text{C}$, $50\text{ }^\circ\text{C}$. Полученные результаты сведены в графики зависимостей одного из параметров от температуры кипения или конденсации.

Для апробации и проверки полученных результатов была разработана методика проведения исследований, спроектирован и создан экспериментальный стенд. В качестве экспериментального стенда используется холодильная установка, предназначенная для охлаждения холодильной камеры.

Основа экспериментального контура - компрессорно-конденсаторный агрегат MSE-18HR, который состоит из ротационного компрессора GD TOSHIBA, воздушного конденсатора, электродвигателя, регулирующего вентиля. Холодильная камера охлаждается воздухоохладителем.

Для возможности точного замера расхода воздуха на конденсаторе и воздухоохладителе были смонтированы диффузоры. Для измерения температур в характерных точках холодильной машины использовались термодатчики. Тепловая нагрузка в холодильной камере создавалась электронагревателями.

Для получения индивидуальных характеристик холодильной машины были проведены опыты при работе на R22. Затем из машины удалялся холодильный агент R22, производилась заправка смесью R407C, а в последствии и смесью R410A. Режимные параметры (температуры кипения и конденсации) во время эксперимента изменялись в диапазоне, характерном для холодильной техники.

В результате эксперимента были найдены и обобщены результаты, построены зависимости холодопроизводительности, потребляемой мощности компрессора холодильного коэффициента, эксергетического коэффициента полезного действия холодильной машины от режимных параметров.

Результаты экспериментального исследования были сопоставлены с расчетными данными математической модели. Анализ этого сопоставления установил хорошее качественное и количественное совпадение экспериментальных и расчетных данных. Это позволяет сделать вывод о правильности предложенной математической модели.

1. В.Г. Букин, А.Ю. Кузьмин Холодильные машины, работающие на неазеотропных смесях хладагентов. Астрахань: Изд-во ФГОУ ВПО АГТУ, 2007. 156с.