

Авторефер
В 64 9

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА

На правах рукописи

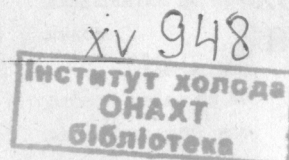
Возный Валерий Федорович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АГРЕГАТОВ БЫТОВЫХ
ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ, РАБОТАЮЩИХ НА
ОЗОНОНЕРАЗРУШАЮЩИХ ХЛАДАГЕНТАХ**

Специальность 05.04.03 - Холодильная и криогенная техника, сис-
темы кондиционирования

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Одесса - 1996

Работа выполнена в Одесской государственной академии холода
и УкрНИИЭМ "Веста"

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор
Г.К. Лавренченко

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор
А.В. Дорошенко

- кандидат технических наук
А.М. Чернозубов

Ведущая организация - ДИХТ АО "Норд", г. Донецк

Защита состоится "16" мая 1996 г. в 13 часов
на заседании специализированного Совета Д.05.20.01 при Одес-
ской государственной академии холода по адресу:
270100, г. Одесса, ул. Дворянская, 1/3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОГАХ.
Автореферат разослан "11" апреля 1996 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета
д.т.н., профессор

В.А. Календерьян

Лист № 1 из 1
принято 1990
0661
станков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Защита озонового слоя Земли от разрушения является одной из важнейших проблем, которая стоит в настоящее время перед человечеством.

В 1987 году развитыми странами, для принятия мер по защите атмосферы Земли, был подписан Монреальский протокол по веществам, истощающим озоновый слой.

Украина является активным участником процесса защиты озонового слоя Земли, подписав Монреальский протокол 18 февраля 1988 года, и ратифицировав его 20 сентября 1988 года. Тем самым наше государство, являясь участником Монреальского протокола, обязано следовать программе прекращения использования веществ, влияющих на озоновый слой.

К веществам, запрещенным к применению, к сожалению, принадлежит и хладагент R12, широко используемый в бытовой холодильной технике.

Современной, наиболее приемлемой альтернативой хладагенту R12 в бытовой холодильной технике являются экологически чистые хладагенты R134a и R600a. Хладагентам R134a и R600a присущ ряд отличительных свойств от R12, оказывающих влияние на рабочие процессы современных бытовых холодильников и морозильников. В связи с этим обстоятельством, возникает необходимость в проведении большого комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на практическую реализацию применения экологически чистых хладагентов R134a и R600a.

Основные рабочие процессы холодильников и морозильников протекают в их холодильных агрегатах. От эффективности последних в значительной мере зависит энергопотребление и другие характеристики бытовых холодильных приборов. Поэтому перевод их на экологически чистые хладагенты, прежде всего, связан с разработкой совершенных холодильных агрегатов.

Отсутствие расчетных и особенно экспериментальных данных о всем комплексе характеристик агрегатов, а также их элементов (компрессоров, теплообменных аппаратов, капилляров) при работе на указанных озоноразрушающих хладагентах не позволяет обеспечить проектирование холодильников и морозильников.

Цель и задачи исследований. Целью настоящей диссертационной работы является исследование рабочих процессов в компрессорных агрегатах и их элементах при использовании хладагентов R134a и R600a для последующего создания математических моделей и, в целом, разработки на их основе современных холодильников и морозильников.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **основные задачи**:

- выполнить анализ конструктивных особенностей современных холодильных агрегатов, их элементной базы и проблем, связанных с использованием хладагентов R134a и R600a;
- теоретически исследовать влияние процессов перегрева пара, переохлаждения жидкости и регенерации тепла в теплообменных элементах на энергетическую эффективность агрегатов, работающих на R134a и R600a;
- оценить энергетические и эксергетические потери в холодильных агрегатах на R134a и R600a и рассмотреть возможности их снижения;
- разработать методы и средства экспериментальных исследований холодильных агрегатов и их элементной базы;
- провести калориметрические исследования на хладагентах R134a и R600a для составления материальных балансов и разработки уравнений расхода через элементы агрегатов в зависимости от конструктивных и режимных параметров;
- создать алгоритмы и программное обеспечение для проектирования холодильных агрегатов и их элементной базы, работающих на R134a и R600a;
- провести практическую адаптацию программного обеспечения при проектировании холодильных агрегатов на хладагентах R134a и R600a для морозильника "Nord-155";
- экспериментально исследовать функциональные и энергетические показатели холодильных агрегатов на хладагентах R134a и R600a морозильника "Nord-155".

Научную новизну работы составляют:

- аналитические зависимости описывающие расход хладагентов R134a и R600a через элементы холодильных агрегатов в зависимости от их конструктивных и режимных параметров;
- программное обеспечение для проектирования холодильных агрегатов, работающих на хладагентах R134a и R600a;
- экспериментальные значения функциональных и энергетических показателей морозильника "Nord-155" на хладагентах R134a и R600a;

Научные положения, защищаемые в работе:

1. Энергетическая эффективность холодильных агрегатов на хладагенте R600a превосходит аналогичный показатель на хладагентах R12 и R134a.
2. Эффективность регенерации тепла при использовании хладагента R600a выше, чем на хладагентах R12 и R134a, причем ее применение не сопровождается заметным ростом теплонапряженности компрессора.

Кроме того, автор защищает:

1. Теоретические и экспериментальные данные о проведенных исследованиях рабочих процессов холодильных агрегатов на хладагентах R134a и R600a.

2. Математические модели элементов агрегатов, работающих на R134a и R600a, в зависимости от конструктивных и режимных параметров.

3. Программные средства проектирования бытовых компрессионных агрегатов на хладагентах R134a и R600a.

Практическая ценность: В ходе проведенных теоретических и экспериментальных исследований получен обширный расчетный и опытный материал, позволяющий осуществлять проектирование и разработку холодильных агрегатов и их элементов на экологически чистых хладагентах R134a и R600a. Данные материалы переданы для практического использования на АО "Норд", ПО ДМЗ, АО "Атлант".

Апробация работы: Основные положения и результаты диссертационной работы были предметом докладов и обсуждений на НТС УкрНИИЭМ "Веста" в 1989-1995 гг., ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава ОГАХ в 1989-1994 гг., Всероссийских конференциях по экологически чистым хладагентам в г. Санкт-Петербурге в 1991, 1993 гг., международной конференции "The Days of New Technique '95" (Словакия, 1995 г.), международной конференции "Kompresory'95" (Словакия, 1995 г.).

Публикации: По теме диссертации опубликовано 25 работ, в том числе получено 6 авторских свидетельства на изобретения. Основные публикации приведены в реферате.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка использованных литературных источников, приложения. Работа содержит 106 страниц текста, 14 таблиц и 98 рисунков. Библиография - 130 наименований. Приложение содержит 14 страниц и включает в себя 14 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель и поставлены основные задачи работы, изложены защищаемые научные положения, приведены сведения о научной новизне, практической ценности и реализации результатов диссертационной работы.

В первой главе проведен анализ современных тенденций совершенствования холодильных агрегатов и их элементной базы для бытовых холодильников

и морозильников, рассмотрены их конструктивные особенности, изложены проблемы перехода на использование озононеразрушающих хладагентов.

Проведенный анализ позволил установить, что основными типами холодильных агрегатов, применяемых в современных экологически чистых холодильниках и морозильниках остаются одно- и двухиспарительные агрегаты с естественной конвекцией. Анализ конструктивных особенностей элементной базы одно- и двухиспарительных холодильных агрегатов с естественной конвекцией, работающих на хладагентах R134a и R600a, показал, что основными типами по-прежнему являются проволочно-трубный и листо-трубный конденсаторы, прокатно-сварные и листо-трубные испарители, регенеративные теплообменники типа "труба в трубе", капиллярные трубки. Подчеркивается, что переход на использование хладагентов R134a и R600a практически не отразился на технологических аспектах изготовления элементной базы холодильных агрегатов.

При рассмотрении проблем, связанных с использованием озонобезопасных хладагентов R134a и R600a в холодильных агрегатах бытовых холодильников и морозильников, отмечается, что их решение связано с обеспечением требуемой холодопроизводительности агрегата, совместимости хладагентов с конструктивными и смазочными материалами.

Термодинамические свойства хладагентов R134a и R600a таковы, что при использовании компрессоров с одинаковым описанным объемом поршня, происходит снижение холодопроизводительности агрегатов на хладагенте R134a на $10 \div 15\%$, а на хладагенте R600a на $45 \div 50\%$ по сравнению с R12. При проектировании агрегатов одинаковой холодопроизводительности на R134a и R600a решение этой проблемы заключается в применении компрессоров с увеличенным описанным объемом поршня по сравнению с компрессорами, работающими на хладагенте R12.

Проведенные зарубежными фирмами исследования по совместимости хладагентов с конструкционными материалами холодильных агрегатов показывают, что у таких материалов, как фенпластовые и полиамидные колодки, текстолитовые и паронитовые прокладки, полиэтилентерефталатовые пленки при старении в среде R134a и R600a наблюдается незначительное изменение веса и линейного расширения. Установлено, что во избежание возгорания, как хладагента R134a, так и хладагента R600a, их необходимо ограждать от высоких температур. В условиях эксплуатации холодильных агрегатов на хладагенте R600a в холодильниках и морозильниках следует иметь дополнительные меры пожаробезопасности, например, такие, как вынос терморегулятора за пределы холодильной камеры, уменьшение дозы заправки до пределов, не допускающих возгорания во внутреннем объеме камер, и т. п.

Хладагент R134a практически не растворим в минеральном и алкилбензоловом масле. Для работы компрессора на этом хладагенте используются только полиолефиновые масла. Применение полиолефиновых смазок в холодильном агрегате диктует особую осторожность в связи с их тенденцией к водопоглощению. В отличие от R134a, хладагент R600a хорошо растворим во всех существующих типах смазочных масел, включая широко используемые минеральные масла.

Отмечено, что, несмотря на конструктивную простоту, проектирование холодильных агрегатов и их элементной базы, тем более работающих на недостаточно изученных экологически чистых хладагентах R134a и R600a, представляет трудноразрешимую многопараметрическую задачу с большим количеством ограничений. Сложность расчета теплообменных процессов в трубках малого диаметра при протекании парожидкостной смеси малоизученных хладагентов R134a и R600a с неопределенным их состоянием на входе во всасывающий трубопровод, а также характеристик теплообмена с окружающей средой с различными конструкциями аппаратов вызывает необходимость проведения комплекса теоретических и экспериментальных работ по разработке математических моделей холодильных агрегатов.

Во второй главе проведена сравнительная расчетная оценка энергетической эффективности теплообменных процессов в элементах холодильных агрегатов, а также рассмотрены энергетический и эксергетический балансы холодильных агрегатов при работе на хладагентах R12, R134a и R600a.

Исследования влияния эффективности теплообменных процессов в конденсаторе, испарителе и регенеративном теплообменнике на энергетические показатели цикла выполнены в приложении к образцовому теоретическому термодинамическому циклу паровой компрессорной машины, реализуемого в температурных границах работы бытовых холодильных приборов на хладагентах R12, R134a и R600a.

Анализ результатов проведенных расчетных исследований позволяет заключить, что перегрев пара хладагентов R12, R134a и R600a в испарителе и переохлаждение их жидкости в конденсаторе в равной степени влияют на изменение термодинамической эффективности цикла. Регенерация тепла в теплообменнике при использовании хладагентов R134a и R600a, в отличие от R12, существенно повышает энергетическую эффективность циклов. В связи с этим циклы на указанных хладагентах могут иметь характеристики, превышающие их значения для R12. Зависимости холодильного коэффициента и его относительного изменения при вариациях температур регенерации и кипения представлены, соответственно, на рис. 1 - 2.

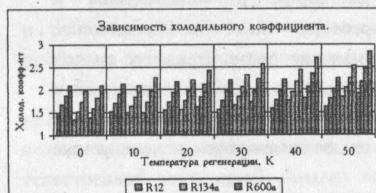


Рис.1.

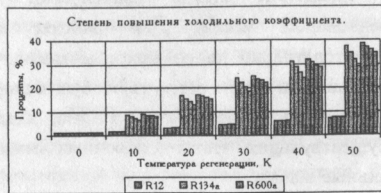


Рис.2.

Проведенный анализ составляющих энергетических и эксергетических балансов холодильных агрегатов и их элементов позволил качественно и количественно оценить влияние интенсивности основных теплообменных процессов на показатели энергетической эффективности термодинамических циклов паровой холодильной машины при использовании экологически чистых хладагентов R134a и R600a. На рис.3 представлены укрупненные распределения энергозатрат в основных элементах, а на рис.4 - значения эксергетических КПД холодильных агрегатов, работающих на хладагентах R12, R134a и R600a.



Рис.3.

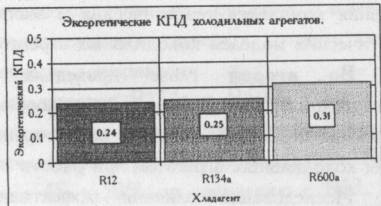


Рис.4.

Приведенные данные свидетельствуют, что в рассматриваемых температурных границах, характерных для работы большинства бытовых компрессионных холодильников, при равных режимных условиях наибольшей эффективностью обладают агрегаты, в которых используется хладагент R600a. Это, в первую очередь, связано с сокращением потерь от необратимости теплообмена при замене хладагента R12 на хладагент R600a.

В третьей главе рассмотрены вопросы, связанные с разработкой методов и средств создания математических моделей холодильных агрегатов и их элементов при работе на хладагентах R12, R134a и R600a; приведены сведения об объектах исследования, их конструктивных и режимных параметрах.

Проектирование и оптимизация режимов работы бытовых холодильных агрегатов на хладагентах R12, R134a и R600a предполагает наличие аналитических зависимостей между теплообменными характеристиками аппаратов и их конструктивными и режимными параметрами. Отсутствие в настоящее время достоверных аналитических зависимостей, описывающих процессы

теплоотдачи на хладагентах R134a и R600a, затрудняет решение задач проектирования.

Установлено, что такие аналитические зависимости могут быть разработаны на основе материальных балансных уравнений для элементов холодильных агрегатов. Наиболее точным экспериментальным методом, способствующим решению такого рода задачи, является калориметрический метод. Далее приводятся сведения об объектах исследования, их конструктивных и режимных параметрах, представлен общий вид балансных уравнений элементной базы холодильных агрегатов.

Определение материального баланса холодильного агрегата при использовании хладагентов R12, R134a и R600a, в условиях заданных конструктивных и режимных параметров его элементной базы, являлось основой проведенных экспериментальных исследований. Составляющие материальных балансов холодильного агрегата определялись на основе разработанного стендового калориметрического оборудования. Стенды представляли собой модели холодильных агрегатов, содержащие набор исследуемых элементов, в которых реальный испаритель и конденсатор заменен, соответственно, на испаритель-калориметр и конденсатор-калориметр. Регулирование тепловой нагрузки на калориметрах позволяло моделировать и количественно оценивать изменение режимных параметров работы отдельных элементов агрегата и, соответственно, составляющих материального баланса.

В четвертой главе приведены результаты экспериментального определения составляющих балансов холодильных агрегатов на хладагентах R12, R134a и R600a, а также описаны разработанные на их основе математические модели элементов агрегатов и алгоритмы программного обеспечения. Компрессор. На рис.5-6 представлены зависимости массовой производительности серийного компрессора ХКВ6.65 на R12 и его модификаций на R134a и R600a от температур кипения и конденсации.



Рис.5.



Рис.6.

Уравнение расхода компрессора ХКВ6.65 имеет вид:

$$G_a^h = A \cdot (T_o)^2 + B \cdot T_o + C \cdot T_k + D, \quad (1)$$

где T_o - температура кипения, К; T_k - температура конденсации, К;

A, B, C, D - коэффициенты уравнения представленные в табл. 1.

Таблица 1.

Значения коэффициентов уравнения (1).

№ п/п	Коэффициент	Хладагент		
		R12	R134a	R600a
1.	A	0.000388	0.001694	0.000019
2.	B	0.045982	-0.673973	0.053586
3.	C	-0.016474	-0.009719	-0.007957
4.	D	-26.066401	68.584374	-11.107354

Конденсатор. На рис.7-8 представлены зависимости расхода через конденсатор от площади наружной теплообменной поверхности и температуры конденсации.

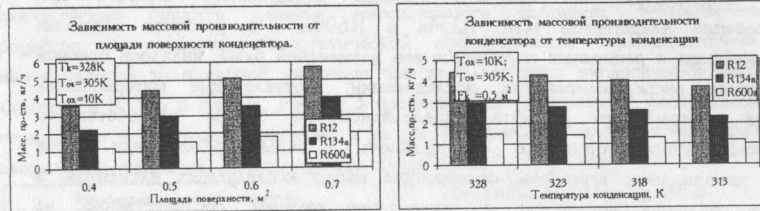


Рис.7.

Рис.8.

Уравнение расхода проволочного конденсатора имеет вид:

$$G_a^h = \frac{\ln[F_k - C * (\Delta T - 1)] - B * \ln(T_k - T_{os}) - D}{A} \quad (2)$$

где F_k - площадь наружной поверхности теплообмена, m^2 ; ΔT - степень переохлаждения конденсата, K; T_k - температура конденсации, K; T_{os} - температура окружающей среды, K; A, B, C, D - коэффициенты уравнения, значения которых приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Значения коэффициентов уравнения (2).

№ п/п	Коэффициент	Хладагент		
		R12	R134a	R600a
1.	A	0.37345	0.34778	0.6976
2.	B	-0.208644	-0.208644	-0.208644
3.	C	0.008077	0.006077	0.005077
4.	D	-1.55976	-1.179976	-1.179976

Теплообменник. На рис.9-10 представлены зависимости расхода через регенеративный теплообменник типа "труба в трубе" от длины и температуры выхода обратного потока.

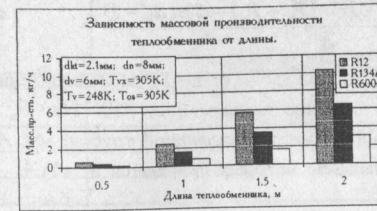


Рис.9.

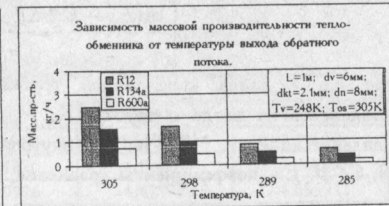


Рис.10.

Уравнение расхода теплообменника имеет вид:

$$G_a^t = \exp \left\{ \frac{\ln L_t - A \ln q - B \ln \left[T_{os} - \left(\frac{T_{vx} + T_v}{2} \right) \right] - C \ln d_{kt} - D \ln d_n - E \ln d_v - K}{A} \right\} \quad (3)$$

где L_t - длина теплообменника, м; q - удельная холодопроизводительность хладагента при параметрах входа и выхода обратного потока, кДж/кг; T_{os} - температура окружающей среды, K; T_v - температура входа обратного потока, K; T_{vx} - температура выхода обратного потока, K; d_{kt} - наружный диаметр капиллярной трубки, мм; d_n - наружный диаметр трубки теплообменника, мм; d_v - внутренний диаметр трубки теплообменника, мм; A, B, C, D, E, K - коэффициенты уравнения, значения которых приведены в табл.3.

Таблица 3.

Значения коэффициентов уравнения (3).

№ п/п	Коэффициент	Хладагент		
		R12	R134a	R600a
1.	A	0.483047	0.483047	0.483047
2.	B	-1.53091	-1.53091	-1.53091
3.	C	-0.143666	-0.143666	-0.143666
4.	D	-0.88563	-0.88563	-0.88563
5.	E	-0.077397	-0.077397	-0.077397
6.	K	5.005068	5.005068	5.005068

Капиллярная трубка. На рис.11-12 представлены зависимости расхода через капиллярную трубку от длины и температуры конденсации.



Рис.11.



Рис.12.

Уравнение расхода капиллярной трубки имеет вид:

$$G_a^{ht} = \exp \left[\frac{\ln(L_{ht} - E * \Delta T_{ox}) - B \ln(P_h - P_o) - C \ln d_h - D}{A} \right], \quad (4)$$

где L_{ht} - длина капиллярной трубки, м; ΔT_{ox} - степень переохлаждения конденсата на входе в трубку, К; P_h - давление конденсации, $*10^5$ Па; P_o - давление кипения, $*10^5$ Па; d_h - внутренний диаметр капиллярной трубки, мм; A, B, C, D, E - коэффициенты уравнения, значения которых приведены в табл. 4.

Таблица 4.

Значения коэффициентов уравнения (4).

№ п/п	Коэффициент	Хладагент		
		R12	R134a	R600a
1.	<i>A</i>	-0.7736046	-0.8236046	-0.7853
2.	<i>B</i>	1.19652	1.19652	1.19652
3.	<i>C</i>	1.495536	1.495536	1.495536
4.	<i>D</i>	-0.17958	-0.551566	-0.823149
5.	<i>E</i>	0.060739	0.060739	0.060739

Испаритель. На рис.13-14 представлены зависимости расхода через листо-трубный испаритель от площади поверхности теплообмена и температуры кипения.

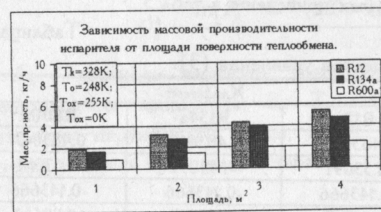


Рис.13.



Рис.14.

Уравнение расхода листо-трубного испарителя имеет вид:

$$G_a^i = \exp \left[\frac{\ln F_i - A \ln q_i - B \ln(T_{ox} - T_o) - C}{A} \right], \quad (5)$$

где F_i - наружная площадь поверхности испарителя, м²; q_i - удельная холодопроизводительность хладагента при параметрах входа и выхода из испарителя, кДж/кг; T_{ox} - температура охлаждаемого объекта, К; T_o - температура кипения, К; A, B, C, D - коэффициенты уравнения, значения которых приведены в табл. 5.

Таблица 5.

Значения коэффициентов уравнения (5).

№ п/п	Коэффициент	Хладагент		
		R12	R134a	R600a
1.	<i>A</i>	1.309883	1.330983	1.41654
2.	<i>B</i>	-1.194795	-1.194795	-1.194795
3.	<i>C</i>	-4.329776	-4.421999	-4.633912

Уравнения (1) + (5), отражающие взаимосвязь расходов с конструктивными и режимными параметрами элементов, составляют систему уравнений, позволяющих решать задачи проектирования холодильных агрегатов. На базе приведенной системы уравнений разработаны алгоритмы расчета конструктивных и режимных параметров как отдельных элементов, так и холодильных агрегатов в целом. Данные алгоритмы реализованы в виде прикладного программного обеспечения на языке СИ.

Практическая адаптация разработанного программного обеспечения по расчету холодильных агрегатов была реализована в процессе проектирования модификаций морозильника "Nord-155" для работы на хладагентах R134a и R600a. По результатам проектирования были изготовлены и испытаны в составе морозильника три различных холодильных агрегата, предназначенные для работы на хладагентах R12, R134a и R600a. На рис.15-16 представлены расчетные и экспериментальные зависимости коэффициентов рабочего времени и суточного энергопотребления холодильных агрегатов морозильника "Nord-155" от температуры окружающей среды.

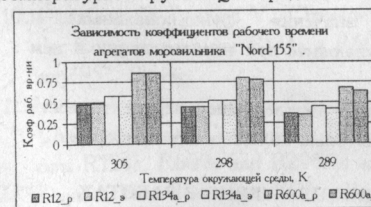


Рис.15.



Рис.16.

Анализ приведенных на рис.15-16 расчетных и экспериментальных технических характеристик морозильника "Nord-155" показывает, что разработанные аналитические зависимости для расчета конструктивных и режимных параметров холодильных агрегатов и их элементов на хладагентах R12, R134a и R600a достаточно точно отражают реальные характеристики работы агрегатов на данных хладагентах.

ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Конструкции современных агрегатов бытовых холодильных приборов и их элементной базы не нуждаются в радикальных изменениях при переходе на экологически чистые хладагенты R134a и R600a. Основные проблемы при переводе холодильных агрегатов на озоноразрушающие хладагенты R134a и R600a связаны с внесением изменений в конструкцию герметичного компрессора и необходимостью оптимального его использования в составе агрегата.

2. Регенерация тепла в значительной мере повышает показатели энергетической эффективности применения хладагентов R134a и R600a в компрессорных холодильных агрегатах, причем эффективность регенерации на хладагенте R600a выше, чем на хладагенте R134a.

3. Сравнительный анализ энергетических потерь в элементах компрессорных холодильных агрегатов, работающих на хладагентах R12, R134a и R600a, показывает, что основными энергетическими потерями в агрегате являются потери, вызванные несовершенством компрессора. Потери от необратимого теплообмена в конденсаторе и испарителе на хладагенте R600a меньше по сравнению с аналогичными потерями на хладагентах R12 и R134a.

4. Уравнения расходов через элементы агрегатов позволяют решать, как прямую задачу проектирования агрегатов, так и обратную задачу расчета характеристик процессов в компрессорных холодильных агрегатах.

5. Применение хладагентов R134a и R600a в холодильных агрегатах морозильника "Nord-155" обеспечивает значения функциональных и энергетических показателей на уровне, не уступающем при использовании в нем хладагента R12.

6. Комплекс проведенных исследований подтверждает перспективность использования хладагента R600a в агрегатах бытовых холодильных приборов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНО В РАБОТАХ

1. Лавренченко Г.К., Возный В.Ф., Плужников О.Н., Хмельнюк М.Г. Теплоэнергетические характеристики элементов компрессионных агрегатов бытовых холодильников при работе на R134a. - Холодильная техника и технология, 1994, №56, с.12-18.
2. Лавренченко Г.К., Возный В.Ф., Плужников О.Н., Хмельнюк М.Г. Совершенствование однокомпрессорных двухкамерных бытовых холодильников. - Холодильная техника и технология, 1990, №50, с.15-19.
3. Лавренченко Г.К., Возный В.Ф., Плужников О.Н., Хмельнюк М.Г.

Повышение энергетической эффективности двухкамерных бытовых холодильников. - Холодильная техника, 1991, №2, с.27-30.

5. Лавренченко Г.К., Возный В.Ф., Плужников О.Н., Хмельнюк М.Г. Исследование теплоэнергетических характеристик элементов холодильных агрегатов бытовых холодильников при работе на R134a. - Киев 1992. Деп. в УкрИНТИ 13.08.92. № 1226. - Ук.92.
6. Лавренченко Г.К., Возный В.Ф., Плужников О.Н., Хмельнюк М.Г. Исследование агрегатов бытовых холодильников и их элементной базы при работе на хладоне R134a. - Тез. док. межреспубликанской научно практической конференции "Совершенствование холодильной техники и технологии для эффективного хранения и переработки сельхозпродукции". Краснодар 1992, с.53-58.
7. Лавренченко Г.К., Возный В.Ф., Плужников О.Н., Хмельнюк М.Г. Исследование энергетических характеристик герметичных компрессоров на новых озонобезопасных рабочих телах. - Киев 1992. Деп. УкрИНТИ 14.10.92. № 1599 - Ук.92.
8. Chmelnjuk M., Pluznikov O., Voznyi V. Elaboration of Programme Moduls for Description of Thermodynamic Properties of Pure Hidrocarbones and Their Mixtures. - Col. reports "The Days of New Technique '95", p.23-24, Samsung-Calex s.r.o., Slovak.
9. Primathenko D., Rakitskiy L., Pluznikov O., Voznyi V. Suggestion and Development of Electrical Motors of Hermetic Compressors.- Col. reports "The Days of New Technique '95", p.61-62, Samsung-Calex s.r.o., Slovak.
10. Pluznikov O., Voznyi V., Chmelnjuk M. Analyse der enerqetishcen Verluste der Kompressoren mit R134a a R600a. - Medzinarodna Konferencia "Kompresory'95", Slovak.
11. Voznyi V., Pluznikov O., Chmelnjuk M., Research of Thermal Technical Characteristics of Compressors Using of Freon R12 and Alternative Refrigerans R134a, R600a and R290 in small Cooling Circuit. - Col. reports "The Days of New Technique '95", p.38-46, Samsung-Calex s.r.o., Slovak.

Возний В.Ф. Розробка математичної моделі проектування компресійних агрегатів для побутових холодильних приладів, працюючих на озонобезпечних холодоагентах. Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.04.03-холодильна та криогенна техніка, системи кондиціювання. Одеська державна академія холоду, Одеса 1996.

Захищається 11 наукових праць, які вміщують теоретичні та експериментальні дослідження температурно-енергетичних характеристик побутових холодильних агрегатів та їх елементів в залежності від конструкційних і режимних параметрів при роботі на екологічно чистих холодоагентах R134a та R600a. Встановлено, що використання холодоагента R600a в холодильних агрегатах побутових холодильників та морозильників має більший ефект, ніж R134a. Математичні моделі та програмне забезпечення, розроблене на основі досліджень, сприяє розробці досконалих конструкцій екологічно чистих холодильників та морозильників. Результати роботи використовуються при проектуванні екологічно чистих побутових холодильників та морозильників на АО "Норд" (Україна), АО "Атлант" (Білорусія).

Ключові слова: холодоагент, конструктивні та режимні параметри, математична модель, програмне забезпечення.

SUMMARY

Voznyi V.F. Development of mathematical model of designing compressing units for household refrigerating devices, working on ozone-safe refrigerants. The dissertation on award of a degree of the candidate of technical sciences on speciality 05.04.03 - Refrigerating and cryogenic engineering, system of conditioning. Odessa State Academy of Refrigeration, Odessa 1996.

It protected 11 scientific labour, which contain theoretical and experimental researches of the temperature-power characteristics of household refrigerating units and their elements depending on constructive and regime parameters by work on ecologically pure refrigerants R134a and R600a. Use refrigerant R600a in refrigerating units of household is found, that refrigerators and freezers has the greater effect than R134a. Mathematical models and software, developed on the basis of researches, promotes creation of accomplished designs ecologically of pure refrigerators and freezers. The results of work are used at designing ecologically of pure refrigerators and freezers on AS "Nord" (Ukraine), AS "Atlant" (Beloruss).

Key words: refrigerant, unit, constructive and regime parameters, mathematical model, software.

