

Исследование эффективности модернизированного бытового холодильника

Ю.В. Кудров, Л.В. Сумзина

Российский государственный университет туризма и сервиса,
141221, Московская область, г.о. Пушкинский, дп. Черкизово, ул. Главная 99, Россия

Резюме. Цель. Целью работы является оценка эффективности модернизированного холодильного агрегата с помощью экспериментальных исследований на бытовом холодильнике. **Метод.** При проведении экспериментальных исследований применялись методы прямого измерения основных параметров бытового холодильника, а также проведен сравнительный анализ показателей модернизированного холодильника с показателями базовой модели. **Результат.** Проведены экспериментальные исследования бытового холодильника. При исследовании использовали наиболее популярные хладагенты в бытовых холодильниках R134a и R600a. Построены сравнительные диаграммы показателей коэффициента рабочего времени холодильного агрегата, потребляемой мощности электродвигателя компрессора и расхода электрической энергии холодильника. **Вывод.** Результаты испытания модернизированного холодильника показывают, что разработанная схема холодильного агрегата бытового двухкамерного холодильника позволяет снизить суточный расход электроэнергии в среднем на 6-7%.

Ключевые слова: холодильный агрегат, бытовой холодильник, коэффициент рабочего времени, потребляемая мощность, расход электроэнергии

Для цитирования: Ю.В. Кудров, Л.В. Сумзина. Исследование эффективности модернизированного бытового холодильника. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2025;52(3):20-28. DOI:10.21822/2073-6185-2025-52-3-20-28.

Research on the effectiveness of a modernized household refrigerator

Yu.V. Kudrov, L.V. Sumzina

Russian State University of Tourism and Service,
99 Glavnaya St., Moscow region, Pushkinsky urban district, Cherkizovo village 141221, Russia

Abstract. Objective. The aim of the work is to determine the effectiveness of an upgraded refrigeration unit using experimental studies on a household refrigerator. **Method.** During the experimental studies, methods of direct measurement of the main parameters of a household refrigerator were used, as well as a comparative analysis of the indicators of an upgraded refrigerator with those of the basic model. **Result.** Experimental studies of a household refrigerator have been conducted. The study used the most popular refrigerants in household refrigerators: R134a and R600a. Based on the conducted research, comparative diagrams of the indicators of the coefficient of working time of the refrigeration unit, the power consumption of the electric motor of the compressor and the consumption of electric energy of the refrigerator are constructed. **Conclusion.** The test results of the upgraded refrigerator show that the developed scheme of the refrigerating unit of a household two-chamber refrigerator allows to reduce daily energy consumption by an average of 6-7%.

Keywords: refrigeration unit, household refrigerator, working time coefficient, power consumption, electricity consumption

For citation: Yu.V. Kudrov, L.V. Sumzina. Research on the effectiveness of a modernized household refrigerator. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2025;52(3):20-28. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2025-52-3-20-28.

Введение. Развитие холодильной техники во всем мире не стоит на месте. Стремление производителей постоянно развивать и совершенствовать свои аппараты обусловлено постоянной конкуренцией и стремлением сделать свой прибор более эффективным и конкурентоспособным [1 – 6].

Современные тенденции развития бытовых компрессионных холодильников направлены на повышение их энергоэффективности и надежности. Одним из основных направлений решения указанной проблемы является повышение термодинамической эффективности циклов на основе исследования процессов в холодильном агрегате [7–14]. При решении данных вопросов следует также учитывать экологические требования.

Постановка задачи. В работах [15, 16] предлагается новая разработанная схема холодильного агрегата бытового холодильника. Предварительные теоретические исследования показали, что использование предлагаемого технического решения позволит повысить энергетическую эффективность холодильного агрегата за счет следующих факторов [1]:

1. Применение первого теплообменника позволяет обеспечить переохлаждение жидкого хладагента перед началом процесса дросселирования, что позволяет повысить холодопроизводительность холодильного агрегата.
2. Применение пароотделителя приводит к попаданию на вход третьей капиллярной трубки только жидкой фазы хладагента, что способствует снижению паросодержания хладагента на выходе из третьей капиллярной трубки. Это приводит к снижению потерь на трение в третьей капиллярной трубке, повышению энергоэффективности и холодопроизводительности холодильного агрегата.
3. Применение второго теплообменника позволяет отвести теплоту и сконденсировать часть паровой фазы хладагента во второй капиллярной трубке, что снижает паросодержание хладагента на входе в испаритель холодильной камеры. Теплообмен приводит к снижению потерь на трение во второй капиллярной трубке, повышению энергоэффективности и холодопроизводительности холодильного агрегата.
4. Параллельная подача хладагента в испарители низкотемпературной и холодильной камер приводит к тому, что в испарителе холодильной камеры кипит только часть жидкого хладагента.

В свою очередь, это способствует снижению времени, необходимого для оттаивания снегового покрова с испарителя холодильной камеры, и позволяет повысить энергоэффективность холодильника за счет исключения из электрической схемы электронагревателя для оттаивания испарителя холодильной камеры.

Оттаивание снегового покрова с поверхности испарителя холодильной камеры в предлагаемом техническом решении происходит за счет естественных теплопритоков во время нерабочей части цикла.

Для подтверждения эффективности предложенных решений на реальном приборе предлагается проведение экспериментальных исследований бытового холодильника.

Методы исследования. В работе применен экспериментальный метод исследования. Условия испытаний бытовых холодильных приборов соответствует требованиям ГОСТ ИЕС 62552—2013 [17]. Проведены комплексные экспериментальные исследования модернизированного и базового холодильника при работе на озонобезопасных хладагентах R134a и R600a.

После проведения испытаний был проведен сравнительный анализ основных показателей модернизированного холодильника с показателями базовой модели. В качестве объекта экспериментальных исследований в работе выбран холодильник «Саратов-263» отечественного производителя ООО «СЭПО-ЗЭМ», г. Саратов. Базовая модель холодильника имеет двухиспарительную систему охлаждения с последовательной схемой соединения испарителей (рис. 1).

Выбор в качестве объекта экспериментальных исследований холодильника «Саратов-263» обусловлен тем, что его схемное решение и технология сборки позволяют производить необходимые изменения в его конструкции.

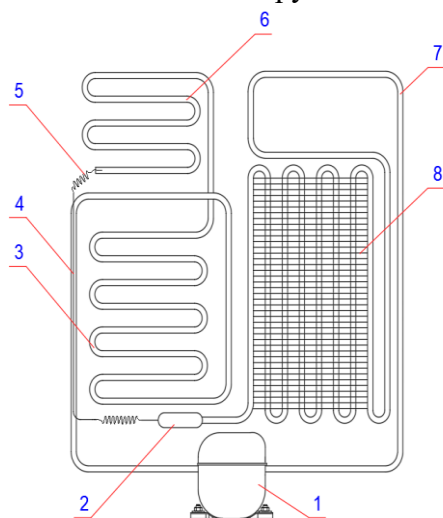


Рис. 1 - Схема холодильного агрегата холодильника Саратов-263

- 1 – компрессор; 2 – фильтр-осушитель; 3 – испаритель холодильной камеры;
4 – рекуперативный теплообменник; 5 – капиллярная трубка;
6 – испаритель морозильной камеры; 7 – петля обогрева дверного проема; 8 – конденсатор
Fig. 1 - Schematic diagram of the refrigeration unit of the Saratov-263 refrigerator
1 - compressor; 2 - filter-dryer; 3 - refrigeration chamber evaporator;
4 - recuperative heat exchanger; 5 - capillary tube; 6 - freezer chamber evaporator;
7 - door opening heating loop; 8 - condenser

Технические характеристики объекта исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики холодильника «Саратов-263»

Table 1. Technical characteristics of the refrigerator "Saratov-263"

Наименование показателя Name of the indicator	Единицы измерения Units of measurement	Значение показателя Value of the indicator
Общий объем /Total volume	дм ³	195
Объем холодильной камеры/ Volume of the refrigeration chamber	дм ³	165
Объем морозильной камеры/ Volume of the freezer chamber	дм ³	30
Энергопотребление/ Energy consumption	кВт·ч /год	343,1*/262,8**
Суточный расход электроэнергии при температуре окружающей среды +25°C/ Daily energy consumption at an ambient temperature of +25°C	кВт·ч	0,94*/0,73**
Класс энергетической эффективности/ Energy efficiency class	-	В*/А**
Уровень шума Energy/ Efficiency class	Дб	42
Мощность замораживания/ Freezing capacity	кг/сут	3

* При работе на хладагенте R134a* When operating on R134a refrigerant

** При работе на хладагенте R600a** When operating on R600a refrigerant

Обсуждение результатов. При исследовании испытывался холодильник с компрессорами фирмы Атлант СКО-140 (хладагент R134a) и СКН-150 (хладагент R600a).

В схему холодильного агрегата холодильника для проведения исследований разработанного технического решения были внесены изменения.

Схема модернизированного холодильного агрегата представлена на рис. 2.

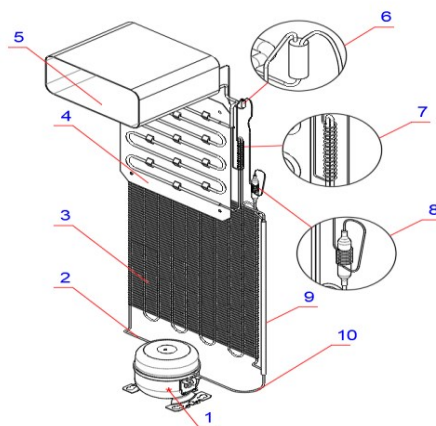


Рис. 2 – Схема модернизированного холодильника

1 – компрессор; 2 – нагнетательная трубка; 3 – конденсатор; 4 – испаритель холодильной камеры;
5 – испаритель низкотемпературной камеры; 6 – пароотделитель; 7 – 2-й теплообменник;
8 – циалитовый патрон; 9 – 1-й теплообменник; 10 – всасывающая трубка

Fig. 2 – Schematic diagram of the modernized refrigerator

1 – compressor; 2 – discharge pipe; 3 – condenser; 4 – refrigeration chamber evaporator;
5 – low-temperature chamber evaporator; 6 – steam separator; 7 – 2nd heat exchanger; 8 – tsialit cartridge;
9 – 1st heat exchanger; 10 – suction pipe

Во время испытаний измерялись параметры, представленные в табл. 2.

Таблица 2. Основные параметры, измеряемые при исследовании бытового холодильника
Table 2. Main parameters measured during the study of a household refrigerator

Наименование параметра Name of the indicator	Обозначения Designations	Единицы измерения Units of measurement
Коэффициент рабочего времени Operating time factor	b	-
Время работы компрессора Compressor operating time	τ_p	мин
Время стоянки компрессора Compressor standstill time	$\tau_{ст}$	мин
Потребляемая мощность электродвигателя перед отключением компрессора Electric motor power consumption before compressor shutdown	$N_{эд}$	Вт
Температур холодильного агента, измеряемая в основных термодинамических точках по контуру агрегата перед отключением компрессора Refrigerant temperature measured at the main thermodynamic points along the unit circuit before compressor shutdown	t_{1-14}	$^{\circ}C$
Температур холодильного агента, измеряемая в основных термодинамических точках по контуру агрегата перед включением компрессора Air temperature at the first point of the refrigeration chamber before compressor shutdown	t'_{1-14}	$^{\circ}C$
Максимальная температура испытательного пакета в низкотемпературной камере перед отключением компрессора Maximum test package temperature in the low-temperature chamber before compressor shutdown	$t_{нтк}$	$^{\circ}C$
Температура воздуха в первой точке холодильной камеры перед отключением компрессора Maximum test package temperature in the low-temperature chamber before compressor shutdown	$t_{хк-1}$	$^{\circ}C$
Температура воздуха во второй точке холодильной камеры перед отключением компрессора Air temperature at the second point of the refrigeration chamber before compressor shutdown	$t_{хк-2}$	$^{\circ}C$
Температура воздуха в третьей точке холодильной камеры перед отключением компрессора Air temperature at the third point of the refrigeration chamber before compressor shutdown	$t_{хк-3}$	$^{\circ}C$
Расход электрической энергии холодильного агрегата Electric energy consumption of the refrigeration unit	$E_{эл}$	кВт·ч/24ч
Температура окружающей среды Ambient temperature	t_{oc}	$^{\circ}C$

На рис. 3 указаны точки измерения температур хладагента по контуру холодильного агрегата. Температура внутри холодильной камеры определялась как среднеарифметическая температура в трех точках.

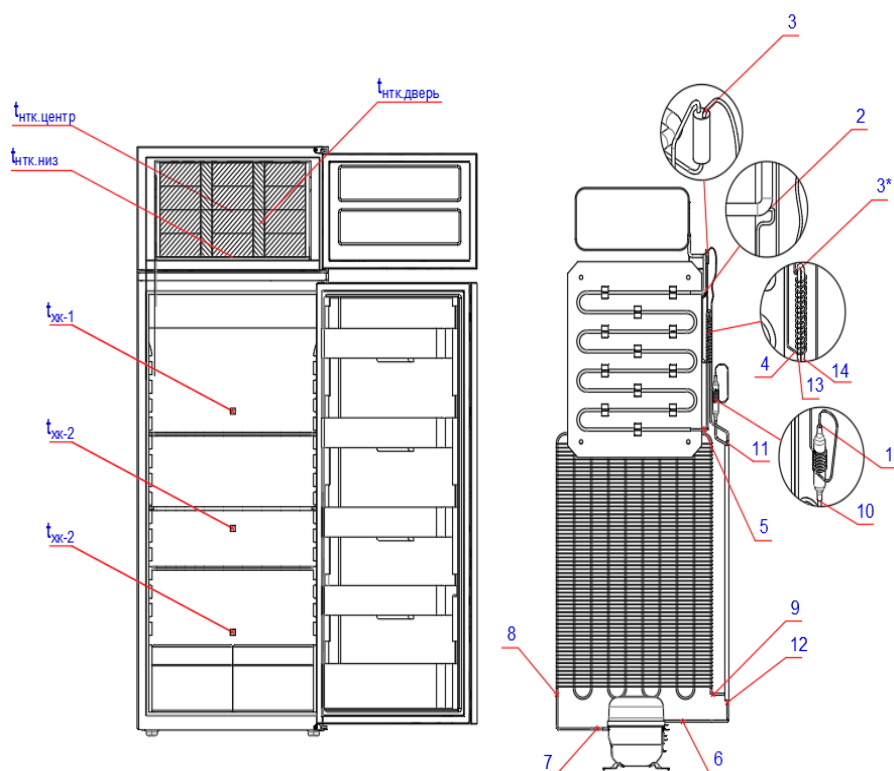


Рис. 3 - Точки измерения температуры
 Fig. 3 - Temperature measurement points

Температура в низкотемпературной камере определялась с помощью 8-ми специальных испытательных пакетов. В ходе испытания определялась максимальная температура испытательного пакета в низкотемпературной камере перед отключением компрессора.

На рис. 4 показана климатическая камера с установленным модернизированным холодильником и устройством индикации автоматизированной системы измерения температур.



Рис. 4 - Проведение исследований параметров эффективности модернизированного холодильника

Fig. 4 - Conducting research on the efficiency parameters of the upgraded refrigerator

При проведении экспериментальных исследований модернизированного холодильника при сравнении с базовой моделью холодильника Саратов-263 наблюдалось снижение коэффициента рабочего времени, потребляемой мощности компрессора, а также суточного расхода электрической энергии холодильника. Коэффициент рабочего времени, а также потребляемая мощность электродвигателя компрессора при работе на хладагенте R600a (рис. 5 и 6) показали снижение параметров на 3-4% в зависимости от температуры окружающей среды.

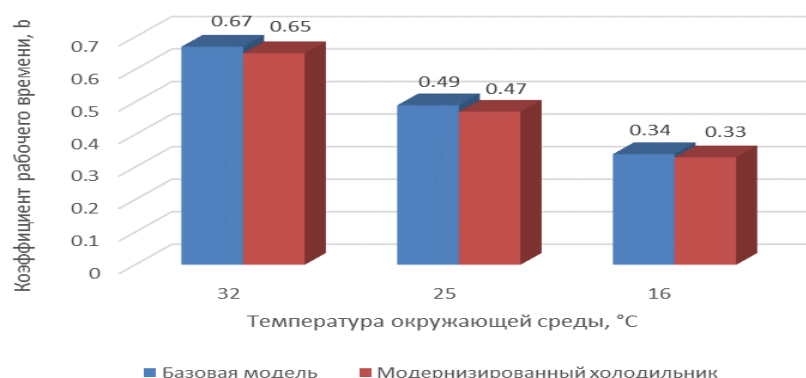


Рис. 5 - Сравнительная диаграмма коэффициента рабочего времени, b холодильного агрегата при работе на хладагенте R600a
Fig. 5 - Comparative diagram of the operating time coefficient, b of the refrigeration unit when operating on R600a refrigerant

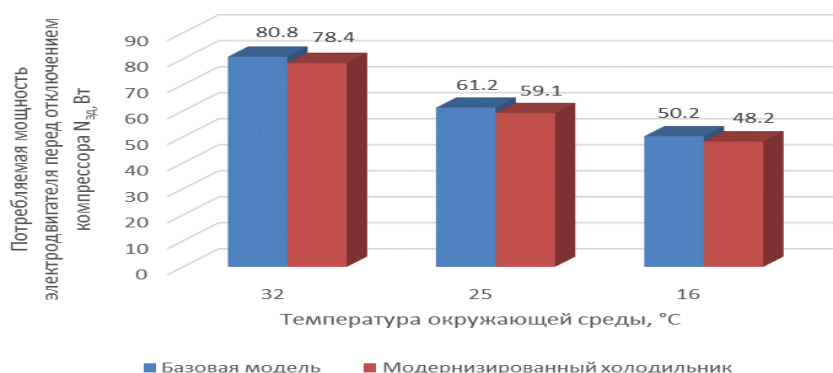


Рис. 6 - Сравнительная диаграмма потребляемой мощности электродвигателя компрессора, $N_{эл}$ при работе на хладагенте R600a
Fig. 6 - Comparative diagram of the power consumption of the compressor electric motor, $N_{эл}$ when operating on R600a refrigerant

Общий суточный расход электроэнергии модернизированного холодильника при работе на хладагенте R600a (рис. 7) снизился:

- с 1,30 до 1,22 кВт·ч /24ч при температуре окружающей среды 32°C, что составляет 6%;
- с 0,72 до 0,67 кВт·ч /24ч при температуре окружающей среды 25°C, что составляет 7%;
- с 0,41 до 0,38 кВт·ч /24ч при температуре окружающей среды 16°C, что составляет 7%;

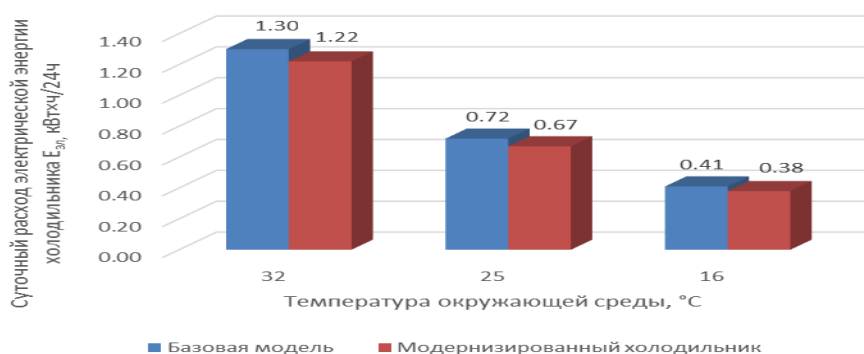


Рис. 7 - Сравнительная диаграмма расхода электрической энергии холодильника, $E_{эл}$ при работе на хладагенте R600a
Fig. 7 - Comparative diagram of the refrigerator's electrical energy consumption, $E_{эл}$ when operating on R600a refrigerant

Аналогичные результаты показали параметры при работе холодильника на хладагенте R134a, рис. 8 – 10.

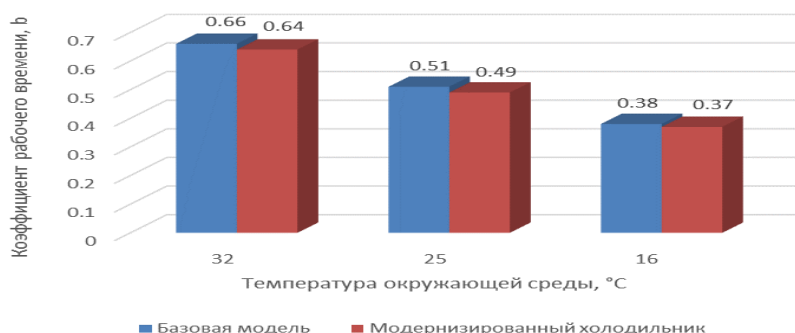


Рис. 8 - Сравнительная диаграмма коэффициента рабочего времени, b холодильного агрегата при работе на хладагенте R134a
Fig. 8 - Comparative diagram of the operating time coefficient, b of the refrigeration unit when operating on R134a refrigerant

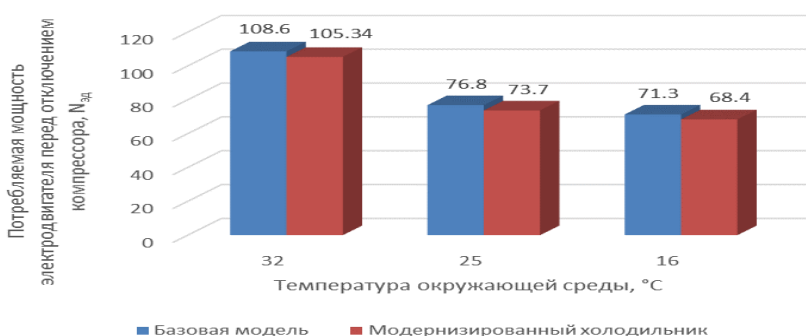


Рис. 9 - Сравнительная диаграмма потребляемой мощности электродвигателя перед отключением компрессора холодильного агрегата при работе на хладагенте R134a
Fig. 9 - Comparative diagram of the electric motor power consumption before switching off the compressor of the refrigeration unit when operating on R134a refrigerant

Общий суточный расход электроэнергии модернизированного холодильника при работе на хладагенте R134a снизился на 6% (рис. 10).

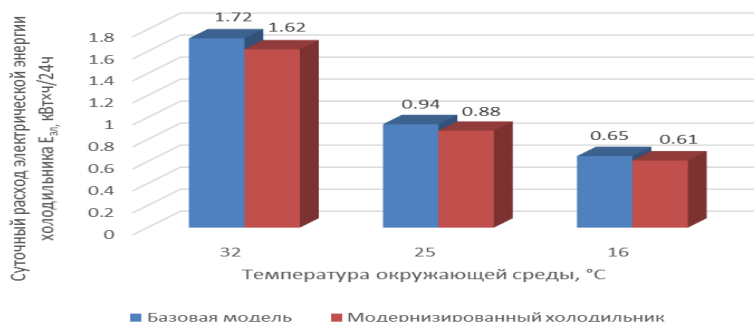


Рис. 10 - Сравнительная диаграмма расхода электрической энергии холодильного агрегата, $E_{эл}$ при работе на хладагенте R134a
Fig. 10 - Comparative diagram of the electrical energy consumption of the refrigeration unit, E_{el} when operating on R134a refrigerant

Вывод. Результаты испытания модернизированного холодильника показывают, что разработанная схема холодильного агрегата бытового двухкамерного холодильника позволяет снизить суточный расход электроэнергии в среднем на 6...7%. Это дает возможность рекомендовать предложенные решения при производстве данного вида холодильников. Кроме того, данные решения возможно применять при производстве торгового холодильного оборудования, т.к. процессы, протекающие в циклах холодильных агрегатов, аналогичны.

Библиографический список:

1. Кудров Ю.В. Энтропийно-статистический анализ эффективности циклов холодильных агрегатов бытовых холодильников//Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2022. – 49(4) –С.16-25. DOI.org/10.21822/2073-6185-2022-49-4-16-25

2. Кудров Ю.В., Сумзина Л.В., Максимов А.В., Филимонов С.Л. Калориметрический стенд для исследования процессов в холодильном агрегате // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2022. 49(2) -С.18-23. <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2022-49-2-18-23>.
3. Способ повышения энергоэффективности холодильников / Сучилин В.А., Максимов А.В., Сумзина Л.В., Бурцева Л.А.: пат. 2630813 С2 Рос. Федерация. № F25B 1/00 (2006.01); заявл. 30.10.2015; опубл. 04.05.2017, Бюл. № 13; 7 с.
4. Лемешко, М.А. Технологии повышения энергетической эффективности бытовых холодильных приборов. // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. –2014. –№ 13. –С. 188-196.
5. Комиссаров, И.Н. Повышение эффективности работы бытовой холодильной техники / И.Н. Комиссаров, А.А. Тувин, Ю.Г. Фомин // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2019. – № 1-2. – С. 104-106. – EDN HQNHDR.
6. Анализ методов увеличения энергоэффективности компрессионных холодильников. Резников В.С., Романов П.В. Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. 2014. № 23. С. 143-146.
7. Sumzina L.V., Maksimov A.V., Kudrov Yu.V. Comparative Analysis of Thermodynamic Efficiency of Cycles for Various Flowcharts of Refrigerating Unit. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. 8. 10.30534/ijeter/2020/97882020., 2020.
8. Сумзина Л.В., Максимов А.В., Кудров Ю.В. Сравнительный анализ циклов бытового холодильника на хладагентах R134a, R600a // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2012. №2.
9. Сумзина Л.В., Максимов А.В. Анализ потерь эксергии в цикле компрессионного бытового холодильника // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2012. № 1.
10. Сумзина Л.В., Кочеткова Я.А., Аржанов П.А., Бурцев И.А., Литвиненко А.А. Влияние рекуперативного теплообмена на эффективность цикла холодильного агрегата // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 3, № 2 (2016).
11. Оценка эффективности термодинамических циклов пароконпрессорных холодильных машин и тепловых насосов. Калнинь И.М., Фадеков К.Н. Холодильная техника. 2006. № 3. С. 16-25.
12. Сумзина Л.В., Кочеткова Я.А., Аржанов П.А., Бурцев И.А., Литвиненко А.А. Влияние рекуперативного теплообмена на эффективность цикла холодильного агрегата // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 3, № 2 (2016) <http://resources.today/PDF/07RRO216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана.
13. Максимов А.В., Коляда В.В., Сиротенко Я.А. Зависимость показателей термодинамической эффективности цикла холодильного агрегата от температуры переохлаждения в теплообменнике // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2012; 8(2).
14. Сумзина Л.В. Повышение энергетической эффективности бытовых компрессионных холодильников с двухиспарительной системой охлаждения. диссертация ... кандидата технических наук: 05.02.13. - Москва, 1994.
15. Сумзина Л.В., Максимов А.В., Кудров Ю.В., Кочетков А.С. Энергоэффективный холодильный агрегат для двухкамерных холодильников и морозильников бытового и промышленного назначения // Промышленный сервис. – 2019. – № 1(70). – С. 24-26.
16. Патент N RU 186269 U1 Российская Федерация, МПК F25D 11/00 (2006.01). Холодильный агрегат для двухкамерного холодильника : 2018125056 : заявл. 10.07.2018 : опубл. 15.01.2019 / Сумзина Л.В., Максимов А.В., Кудров Ю.В. – 6 с.
17. ГОСТ IEC 62552-2013. Приборы холодильные бытовые. Технические требования и методы испытаний = Household refrigerating appliances. Characteristics and test methods : Межгосударственный стандарт : издание официальное ; - Москва : Стандартинформ. 2015 - 70 с. - Текст : непосредственный., подготовлен Открытым акционерным обществом "Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации" (ОАО "ВНИИС"), внесен Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) : введен впервые : дата введения 2015-01-01.
18. Патент РФ №2018125056, №F25D 11/00 (2006.01); заявл. 10.07.2018 Холодильный агрегат для двухкамерного холодильника. Сумзина Л.В., Максимов А.В., Кудров Ю.В. // опубл. 15.01.2019. Бюл. № 2.

References:

1. Kudrov Yu. V. Entropic and statistical analysis of cycle efficiency of refrigerating units of household refrigerators. *Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences.* 2022;49(4):16-25. DOI.org/10.21822/2073-6185-2022-49-4-16-25. (In Russ)
2. Kudrov Yu.V., Sumzina L.V., Maksimov A.V., Filimonov S.L. A calorimetric stand for studying processes in a refrigeration unit. *Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences.* 2022;49(2):18-23. <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2022-49-2-18-23>. (In Russ)
3. A method to increase the energy efficiency of refrigerators / Suchilin V.A., Maksimov A.V., Sumzina L.V., Burtseva L.A.: pat. 2630813 C2 Russian Federation. no.F25B 1/00 (2006.01); application no. 30.10.2015; publ. 04.05.2017; 13:7. (In Russ)
4. Lemeshko, M.A. Technologies for increasing the energy efficiency of household refrigerating appliances. *Fundamental and applied research: problems and results.* 2014;13:188-196. (In Russ)

5. Komissarov, I.N. Improving the efficiency of household refrigeration equipment. I.N. Komissarov, A.A. Tuvvin, Yu.G. Fomin. *Young scientists for the development of the National Technological Initiative (SEARCH)*. 2019;1-2:104-106. – EDN HQNHDR. (In Russ)
6. Analysis of methods for increasing the energy efficiency of compression refrigerators. Reznikov V.S., Romanov P.V. *Intellectual potential of the XXI century: stages of cognition*. 2014; 23:143-146. (In Russ)
7. Sumzina L.V., Maksimov A.V., Kudrov Yu. V. Comparative Analysis of Thermodynamic Efficiency of Cycles for Various Flowcharts of Refrigerating Unit. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*. 8. 10.30534/ijeter/2020/97882020., 2020.
8. Sumzina L.V., Maksimov A.V., Kudrov Yu.V. Comparative analysis of cycles of a household refrigerator with refrigerants R134a, R600a. *Electrotechnical and information complexes and systems*. 2012;2. (In Russ)
9. Sumzina L.V., Maksimov A.V. Analysis of exergy losses in the cycle of a compression household refrigerator. *Electrotechnical and information complexes and systems*. 2012; 1. (In Russ)
10. Sumzina L.V., Kochetkova Ya.A., Arzhanov P.A., Burtsev I.A., Litvinenko A.A. The effect of regenerative heat transfer on the efficiency of the refrigeration unit cycle. *Online magazine "Waste and Resources"*. 3, 2016; 3(2); 16-25. (In Russ)
11. Evaluation of the efficiency of thermodynamic cycles of vapor compression refrigerating machines and heat pumps. Kalnin I.M., Fadekov K.N. *Refrigeration technology*. 2006;3:16-25. (In Russ)
12. Sumzina L.V., Kochetkova Ya.A., Arzhanov P.A., Burtsev I.A., Litvinenko A.A. The effect of regenerative heat transfer on the efficiency of the refrigeration unit cycle. *Online magazine "Waste and Resources"*. 2016;3(2) <http://resources.today/PDF/07RRO216.pdf> (access is free). Cover from the screen. (In Russ)
13. Maksimov A.V., Kolyada V.V., Sirotenko Ya.A. Dependence of the thermodynamic efficiency indicators of the refrigeration unit cycle on the supercooling temperature in the heat exchanger // *Electrical engineering and information complexes and systems*. 2012; 8.(2). (In Russ)
14. Sumzina L.V. Improving the energy efficiency of household compression refrigerators with a two-vapor cooling system. Dissertation... Candidate of Technical Sciences: 02/05/13. Moscow, 1994. (In Russ)
15. Sumzina L.V., Maksimov A.V., Kudrov Yu.V., Kochektov A.S. Energy-efficient refrigeration unit for two-chamber refrigerators and freezers for food and industrial purposes. *Industrial service*. 2019. 1(70): 24-26. (In Russ)
16. Patent No. RU 186269 U1 Russian Federation, IPC F25D 11/00 (2006.01). Refrigeration unit for a two-chamber refrigerator: 2018125056: application 10.07.2018: published 15.01.2019 / Sumzina L.V., Maximov A.V., Kudrov Yu.V 6 p. (In Russ)
17. GOST IEC 62552-2013. Household refrigerating appliances. Technical requirements and test methods = Household refrigerating appliances. Characteristics and test methods: Interstate standard: official publication.; - Moscow: Standartinform. 2015; 70 p. - Text: direct., prepared by Open Joint-Stock Company "All-Russian Scientific Research Institute of Certification" (JSC "VNIIS"), introduced by the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology (Rosstandart): introduced for the first time: date of introduction 2015-01-01. (In Russ)
18. Patent of the Russian Federation No. 2018125056, No.F25D 11/00 (2006.01); application 10.07.2018 Refrigerating unit for a two-chamber refrigerator.Sumzina L.V., Maksimov A.V., Kudrov Yu.V. publ. 15.01.2019. Bul. No. 2. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Юрий Владимирович Кудров, старший преподаватель Высшей школы сервиса; yurakudrov@yanex.ru
 Лариса Владимировна Сумзина, кандидат технических наук, доцент, директор Высшей школы сервиса;

byttech1@yandex.ru

Information about authors:

Yuri V. Kudrov, Senior Lecturer, Higher School of Service; yurakudrov@yanex.ru
 Larisa V. Sumzina, Cand.Sci. (Eng.), Assoc. Prof., Director, Higher School of Service; byttech1@yandex.ru

Конфликт интересов/Conflict of interest.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов/The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/Received 08.04.2025.

Одобрена после рецензирования/Revised 20.05.2025.

Принята в печать/Accepted for publication 20.07.2025.