

Алмасбек Маулит – докторант кафедры технической физики и теплоэнергетики, Shakarim University г. Семей; e-mail: maulit.almas@gmail.com.

Ринат Кусаинов – Руководитель научного центра Модификации поверхности материалов Shakarim University г.Семей; e-mail: rinat.k.kus@mail.ru.

Багдат Азаматов – PhD, Руководитель центра компетенций «Smart engineering», ВКТУ им. Д. Серикбаева; e-mail: Azamatovy@mail.ru.

Information about the authors

Bauyrzhan Korabaevich Rakhadilov – PhD, Vice-rector on scientific work of Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; e-mail: rakhadilovb@mail.ru.

Moldir Boleukhanovna Bayandinova* – Senior Researcher, «PlasmaScience» Ltd.; e-mail: shohmanova_m@mail.ru.

Almasbek Maulit – doctoral student of the Department of Technical Physics and Heat Power Engineering, SHAKARIM UNIVERSITY Semey city; e-mail: maulit.almas@gmail.com.

Rinat Kusainov – Head of Scientific Centre of Surface Modification of Materials Shakarim University Semey city; e-mail: rinat.k.kus@mail.ru.

Bagdat Azamatov – PhD, Head of Competence Centre «Smart engineering», Daulet Serikbayev East Kazakhstan Technical University; e-mail: Azamatovy@mail.ru.

Редакцияға енуі 08.04.2024

Өңдеуден кейін түсуі 21.05.2024

Жариялауға қабылданды 23.05.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-41

МРНТИ: 55.39.41



М.В. Ермоленко*, А.М. Советказыева

Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А,
*e-mail: tehfiz@mail.ru

АНАЛИЗ ЦИКЛА ПАРОКОМПРЕССИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ПРИ РАБОТЕ НА РАЗЛИЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТАХ

Аннотация: В настоящее время все больше внимания уделяют проблеме эффективного применения озонобезопасных холодильных агентов, применяемых в циклах парокомпрессионных холодильных машин. Это стало особенно важно, когда ряд озонобезопасных холодильных агентов имеют большой индекс глобального потепления, что в последнее время является неприемлемым в отношении окружающей среды во всем мире. Поэтому проведение исследований по оценке эффективности применения новых холодильных агентов в результате замены одних холодильных агентов на другие является актуальной задачей. При этом необходимо постараться сохранить то же оборудование, что было до замены рабочего вещества. В связи с этим обоснованная эффективность работы парокомпрессионных холодильных машин при замене фреонов являются неотъемлемой составляющей модернизации холодильных систем. В данной работе представлено исследование эффективности работы парокомпрессионных одноступенчатых циклов холодильных машин при работе на разных холодильных агентах. Термодинамическая оценка различных озонобезопасных холодильных агентов проводилась в сравнении с запрещенным озоноразрушающим холодильным агентом – дихлордифторметан. В ходе проведенного исследования были определены холодопроизводительность и эффективная мощность холодильного цикла для рассматриваемых холодильных агентов. Проведена оценка величины холодильного агента и степени совершенства циклов для разных холодильных агентов. Определена удельная объемная холодопроизводительность исследуемых холодильных агентов для рассматриваемого цикла и параметров.

В результате проведенных исследований был рекомендован наиболее целесообразный холодильный агент для замены при исследуемых параметрах и цикла холодильной машины.

Ключевые слова: цикл холодильной машины, холодильный агент, холодильный коэффициент, холодопроизводительность, эффективная мощность, термодинамическое совершенство, удельная объемная холодопроизводительность, термодинамический анализ.

Введение

Получение искусственного холода для охлаждения различных тел до температуры ниже температуры окружающей среды играет важную роль во многих отраслях производства. Очень широко искусственный холод используется в химической и пищевой промышленности, а также для создания искусственного климата в закрытых помещениях (кондиционирование воздуха). Более распространенный способ получения низких температур для промышленности основан на использовании парокомпрессионных холодильных машин. Эти машины осуществляют перенос теплоты от охлаждаемых тел с низкой температурой к окружающей среде с более высокой температурой за счет затрат энергии в компрессоре. Для сокращения затрат энергии на получение искусственного холода, надо не только правильно подобрать конструктивные параметры холодильной машины и холодильной установки в целом, но и обеспечить оптимальные режимы ее эксплуатации. Для этого необходимо понимать физические принципы получения низких температур, знать устройство и особенности рабочих циклов холодильных машин и уметь оценивать влияние различных факторов на энергетическую эффективность этих машин [1-3].

Рабочее вещество, циркулируя по системе, совершает обратный цикл и меняет свое агрегатное состояние от сухого насыщенного или перегретого пара до жидкого состояния. Проблема разрушения озонового слоя Земли привела к необходимости замены в холодильных установках хладагентов семейства хлорфторуглеводородов веществами с нулевым озоноразрушающим потенциалом. Обязательства Монреальского протокола в совокупности с его последующими дополнениями, вводят запрет на использование хладагентов с высоким парниковым эффектом [4-8].

В настоящее время важным приоритетом Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан является снижение удельных затрат на производство и использование энергоресурсов за счет внедрения энергосберегающих технологий и оборудования. Исходя из этого, основными приоритетами научно-технической политики по разработке новых энергосберегающих технологий и оборудования является применение новых озонобезопасных холодильных агентов с повышенными экологическими требованиями. Особенно это важно при переводе оборудования со старых холодильных агентов на новые. При этом важно знать, насколько эффективно будет работать система в целом.

Целью проведенного исследования было сравнительный анализ эффективности использования холодильных агентов в цикле одноступенчатой холодильной установки.

Объектом исследования являлись холодильные агенты применяемые в цикле одноступенчатой машины.

Методы исследования

Для нахождения термодинамических параметров рабочего вещества в узловых точках в термодинамической диаграмме строятся циклы, число которых соответствует числу выбранных температур кипения, интервал между которыми не должен превышать $(5 \div 10)^\circ\text{C}$ (рис. 1). Перегрев рабочего вещества при всасывании в компрессор для регенеративного цикла принимается в пределах $(15 \div 20)^\circ\text{C}$, а переохлаждение рабочего вещества при выходе из конденсатора определяется из теплового баланса регенеративного теплообменника.

Оценка эффективности хладагента производится на основе сравнительного анализа параметров модельного одноступенчатого цикла парокомпрессионной холодильной установки для различных хладагентов таких как R32, R407A, R410a, R600a и R12, взятый для сравнения. Фреон R12 запрещён Монреальским протоколом, но широко применялся ранее, который был заменен хладагентом R134a, который в последнее время не проходит по парниковому эффекту.

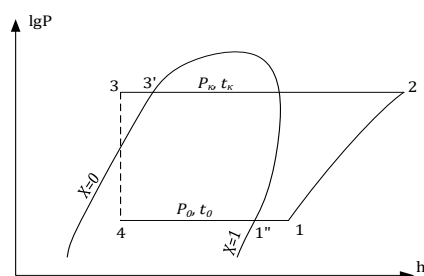


Рисунок 1 – Цикл для расчёта характеристик холодильного поршневого компрессора

Расчёт основных характеристик одноступенчатой парокомпрессионной холодильной машины проводился для температуры конденсации +30°C (303,15 K) [9, 10]. Температура кипения варьировалась от 20°C до минус 40°C с шагом в 10°C. Параметры узловых точек циклов определяли при помощи программ CoolPack и Solkane 8. Результаты экспериментов были обработаны на ПЭВМ с помощью программы Excel.

Степень термодинамического совершенства цикла холодильной машины определяли путем сравнения его холодильного коэффициента с холодильным коэффициентом обратного цикла Карно:

$$\eta = \frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_K} < 1, \quad (1)$$

где ε_e – эффективный холодильный коэффициент;
 ε_K – холодильный коэффициент обратного цикла Карно.

Результаты исследований

В результате проведенных исследований были получены характеристики компрессора по холодопроизводительности и мощности (рис. 2, 3). На рисунках 3-5 представлена зависимость холодильного коэффициента и степени совершенства от температуры кипения холодильного агента соответственно.

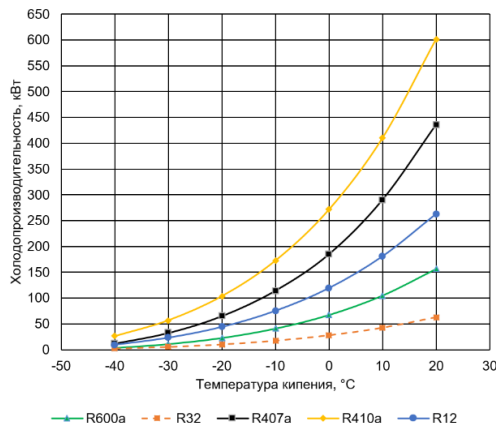


Рисунок 2 – Зависимость холодопроизводительности от температуры кипения

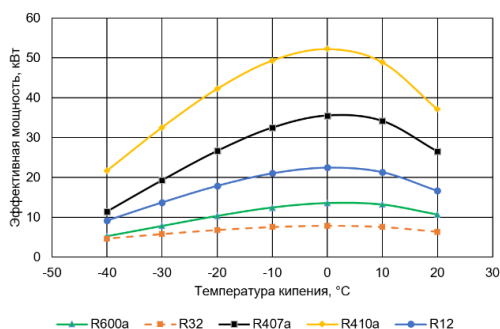


Рисунок 3 – Зависимость эффективной мощности от температуры кипения

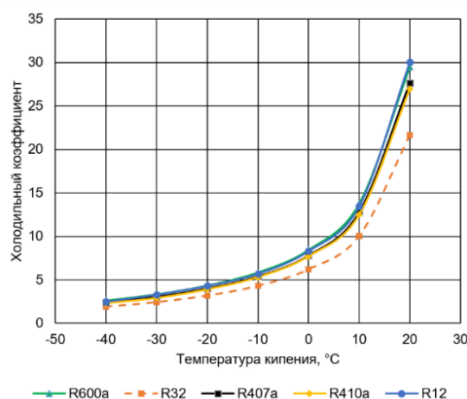


Рисунок 4 – Зависимость холодильного коэффициента от температуры кипения

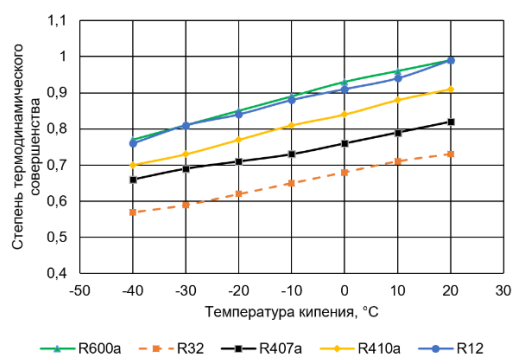


Рисунок 5 – Зависимость степени термодинамического совершенства от температуры кипения

Так как для одноступенчатого сжатия наиболее предельно допустимой температурой кипения является минус 20°C, то для этих условий было проведено сравнение термодинамических циклов (рис. 6).

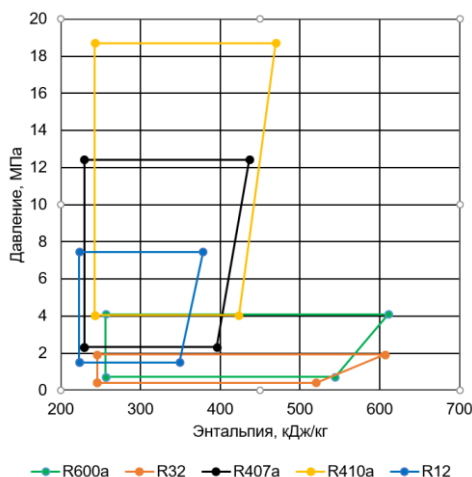


Рисунок 6 – Термодинамические циклы для температуры кипения минус 20°C

Важным свойством холодильного агента является удельная объемная холодопроизводительность, которая характеризует объем засасываемого пара в компрессор. Чем она больше для поршневых компрессорных машин, тем меньше объем засасываемого компрессором пара и, следовательно, размеры цилиндров компрессора. Сравнительный анализ удельных объемных холодопроизводительностей приведен на рисунке 7.

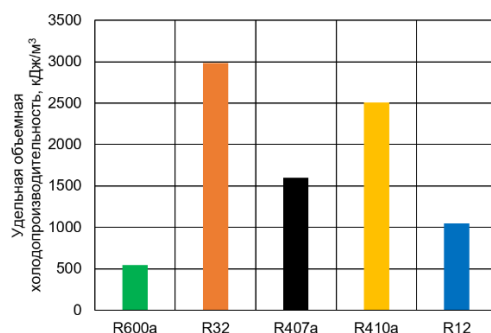


Рисунок 7 – Изменение удельной объемной холодопроизводительности

Обсуждение научных результатов

Как видно из рисунка 2 холодопроизводительность увеличивается с ростом температуры кипения холодильного агента. При этом по сравнению с R12 данный показатель больше для холодильных агентов R410a и R407a, а для R600a и R32 он ниже. Эта же закономерность наблюдается и для показателя мощности (рис. 3). Исходя из этого при ретрофите холодильной системы с R12 на R600a и R32 необходима замена компрессора с большей производительностью. Применение R410a невозможно в данном случае, так как это газ высокого давления и требователен к герметичности системы. Хладагон R407a по данным показателям является подходящим для ретрофита.

Анализ полученных данных зависимости холодильного коэффициента от температуры кипения (рис. 4) показал, что с ростом температуры наблюдается увеличение холодильного коэффициента, причем резкое возрастание наблюдается с температуры 0 °C. Значения холодильного коэффициента для всех холодильных агентов находится примерно в одинаковом диапазоне. Несколько отличается только R32.

Из анализа данных на рисунке 5 видно, что чем выше температура кипения тем больше коэффициент совершенства. При чем более близким к R12 является R600a. Для других холодильных агентов наблюдается снижение данного показателя.

При одинаковой температуре кипения существует связь между формой и площадью цикла, т. е. работой цикла (рис. 6). Так, для хладагента R410a, наблюдается наибольшая площадь. Наибольшее приближение к R12 наблюдается для холодильного агента R407a. Для холодильных агентов R600a и R32 циклы имеют вытянутую форму вдоль оси энтальпии, что определяет более высокие значения удельной холодопроизводительности, при меньших значениях давлений конденсации

Как показал анализ результатов, представленный на рисунке 7 наибольшее значение имеет хладагент R32. Его прирост по сравнению с R410a составил 16%, с R407a – 46% и с R12 – 64%. Разница между R600a и R12 составляет примерно 50%. Удельная объемная холодопроизводительность R600a значительно ниже, чем у хладагента R12, поэтому необходима замена компрессора на большую производительность. Но так как R600a обладает высокими энергетическими свойствами, количество хладагента, заправляемого в холодильный агрегат, сокращается на 60 % по сравнению с R12.

Фреон R32 эффективнее хладагента R410a и при аналогичной холодопроизводительности R32 нужно на 30% меньше, чем R410a, а следовательно, можно уменьшить габариты техники. При этом у R32 и R600a отсутствует температурный глайд, по сравнению с R410a и R407a, что делает их более выгодными в процессе эксплуатации. Кроме того, фреоны R32 и R600a отвечают требованиям по парниковому эффекту по сравнению с другими исследуемыми хладагентами.

Заключение

В результате проведенных исследований было установлено:

- наибольшей холодопроизводительностью обладает фреон R410a, превышение по сравнению с R12 составило примерно 56%;
- наименьшей эффективной мощностью обладает фреон R32, уменьшение примерно составляет 61%;

– наиболее выгодным хладагентом можно считать R32 и R600a, но с условием применения компрессора большей мощности.

Список литературы

1. Развитие альтернативных источников энергии в мире: медленно, но неотвратно // www.chuchotezvous.ru URL: <http://www.chuchotezvous.ru/science-evolution/1628.html> (дата обращения: 25.11.2023).
2. Азизов Д. Основы холодильной техники и технического обслуживания холодильных систем / Д. Азизов, Ф. Сайдиев. – Ташкент: Baktria press, 2017. – 176 с.
3. Мизин В.М. Подбор и расчет основных элементов одноступенчатой парокомпрессионной холодильной машины: учеб.-метод. пособие / В.М. Мизин, Ю.В. Татаренко. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 60 с.
4. Анализ высокотемпературных циклов холодильных машин / В.И. Володин и др. // Труды БГТУ. Химия и технология неорганических веществ, 2006. – № 3. – С. 143-146.
5. Хрёкин А.С., Баранов И.В. Сравнительный анализ эффективности циклов холодильных машин / А.С. Хрёкин, И.В. Баранов // Вестник Международной академии холода. – 2021. – № 1. – С.12-21.
6. Цой А.П. Замена хладагента R22 на альтернативный в регионах с высокой температурой окружающей среды / А.П. Цой, А.С. Филатов, Д.А. Цой // Вестник Международной академии холода. – 2012. – № 2. – С. 13-18.
7. Тимофеев Б.Д. Модифицированные озонобезопасные смесевые хладагенты – заменители R22 / Б.Д. Тимофеев, В.А. Николаев, П.К. Нагула // Вестник Международной академии холода. – 2014. – № 1. – С. 16-18.
8. Ибраев А.М. Сравнительный анализ холодильных агентов парокомпрессионных холодильных машин по ожидаемой холодопроизводительности / А.М. Ибраев, Т.Н. Мустафин, М.Н. Хамидуллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 159-162.
9. Татаренко Ю.В. Тепловые расчеты циклов холодильных машин: Учеб.-метод. Пособие Ю.В. Татаренко. – СПб.: Университет ИТМО, 2018. – 62 с.
10. Сухих А.А. Методика сравнения термодинамической эффективности циклов холодильных и теплонасосных установок / А.А. Сухих, И.С. Антаненкова // Вестник Международной академии холода. – 2012. – № 4. – С. 21-25.

References

1. Razvitie al'ternativnykh istochnikov ehnergii v mire: medlenno, no neotvratimo // www.chuchotezvous.ru URL: <http://www.chuchotezvous.ru/science-evolution/1628.html> (data obrashcheniya: 25.11.2023). (In Russian).
2. Azizov D. Osnovy kholodil'noi tekhniki i tekhnicheskogo obsluzhivaniya kholodil'nykh sistem / D. Azizov, F. Saidiev. – Tashkent: Baktria press, 2017. – 176 s. (In Russian).
3. Mizin V.M. Podbor i raschet osnovnykh ehlementov odnostupenchatoi parokompressionnoi kholodil'noi mashiny: ucheb.-metod. posobie / V.M. Mizin, YU.V. Tatarenko. – SPb.:Universitet ITMO; IKhIBT, 2015. – 60 s. (In Russian).
4. Analiz vysokotemperaturnykh tsiklov kholodil'nykh mashin / V.I. Volodin i dr. // Trudy BGTU. Khimiya i tekhnologiya neorganicheskikh veshchestv, 2006. – № 3. – S. 143-146. (In Russian).
5. Khrekin A.S., Baranov I.V. Sravnitel'nyi analiz ehffektivnosti tsiklov kholodil'nykh mashin / A.S. Khrekin, I.V. Baranov // Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda. – 2021. – № 1. – S.12-21. (In Russian).
6. Tsoi A.P. Zamena khladagenta R22 na al'ternativnyi v regionakh s vysokoi temperaturoi okruzhayushchei sredy / A.P. Tsoi, A.S. Filatov, D.A. Tsoi // Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda. – 2012. – № 2. – S. 13-18. (In Russian).
7. Timofeev B.D. Modifitsirovannye ozonobezopasnye smesevye khladagenty – zameniteli R22 / B.D. Timofeev, V.A. Nikolaev, P.K. Nagula // Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda. – 2014. – № 1. – S. 16-18. (In Russian).

8. Ibraev A.M. Sravnitel'nyi analiz kholodil'nykh agentov parokompressionnykh kholodil'nykh mashin po ozhidaemoi kholodoproizvoditel'nosti / A.M. Ibraev, T.N. Mustafin, M.N. Khamidullin // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2014. – № 4. – S. 159-162. (In Russian).
9. Tatarenko YU.V. Teplovye raschety tsiklov kholodil'nykh mashin: Ucheb.-metod. Posobie YU.V. Tatarenko. – SPb.: Universitet ITMO, 2018. – 62 s. (In Russian).
10. Sukhikh A.A. Metodika sravneniya termodinamicheskoi ehffektivnosti tsiklov kholodil'nykh i teplonasosnykh ustanovok / A.A. Sukhikh, I.S. Antanenkova // Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda. – 2012. – № 4. – S. 21-25. (In Russian).

М.В. Ермоленко*, А.М. Советказыева

«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А,
*e-mail: tehfiz@mail.ru

ӘР ТҮРЛІ ТОҢАЗЫТҚЫШ АГЕНТТЕРІНДЕ ЖҰМЫС ІСТЕУ КЕЗІНДЕ БУ КОМПРЕССИЯЛЫҚ ТОҢАЗЫТҚЫШ МАШИНАСЫНЫҢ ЦИКЛІН ТАЛДАУ

Қазіргі уақытта бу компрессиялық тоңазытқыш машиналарының циклдарында қолданылатын озон қауіпсіз тоңазытқыш агенттерін тиімді қолдану мәселесіне көбірек көңіл бөлінуде. Бұл әсіресе озонға қауіпсіз тоңазытқыш агенттерінің жаһандық жылыну индексі жоғары болған кезде маңызды болды, бұл соңғы уақытта бүкіл әлем бойынша қоршаған ортаға қолайсыз. Сондықтан кейбір тоңазытқыш агенттерін басқаларына ауыстыру нәтижесінде жаңа тоңазытқыш агенттерін қолданудың тиімділігін бағалау бойынша зерттеулер жүргізу өзекті міндет болып табылады. Бұл жағдайда жұмыс затын ауыстырғанға дейін бірдей жабдықты сақтауға тырысу керек. Осыған байланысты фреондарды ауыстыру кезінде бу компрессиялық тоңазытқыш машиналары жұмысының негізделген тиімділігі тоңазытқыш жүйелерін модернизациялаудың ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл жұмыста әр түрлі тоңазытқыш агенттерінде жұмыс істеген кезде тоңазытқыш машиналардың бу-компрессиялық бір сатылы циклдерінің тиімділігін зерттеу ұсынылған. Әр түрлі озонға қауіпсіз тоңазытқыш агенттерін термодинамикалық бағалау тыйым салынған озон қауіпті тоңазытқыш агенттері – дихлордифторметанмен салыстырғанда жүргізілді. Зерттеу барысында қарастырылып отырған тоңазытқыш агенттері үшін тоңазытқыш циклінің салқындату өнімділігі мен тиімді қуаты анықталды. Тоңазытқыш агентінің шамасы және өртүрлі тоңазытқыш агенттері үшін циклдердің жетілу дәрежесі бағаланды. Қарастырылып отырған цикл мен параметрлер үшін зерттелетін тоңазытқыш агенттерінің нақты көлемдік салқындату өнімділігі анықталды.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде зерттелетін параметрлер мен тоңазытқыш машинасының циклін ауыстыру үшін ең қолайлы тоңазытқыш агенті ұсынылды.

Түйін сөздер: тоңазытқыш машинасының циклі, тоңазытқыш агенті, тоңазытқыш коэффициенті, салқындату өнімділігі, тиімді қуат, термодинамикалық жетілдіру, нақты көлемді салқындату өнімділігі, термодинамикалық талдау.

M.V. Yermolenko*, A.M. Sovetkazyeva

Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, st. Glinka, 20 A,
*e-mail: tehfiz@mail.ru

ANALYSIS OF THE CYCLE OF A STEAM COMPRESSION REFRIGERATING MACHINE WHEN WORKING ON VARIOUS REFRIGERATING AGENTS

Currently, more and more attention is being paid to the problem of effective application of ozone-safe refrigerating agents used in the cycles of vapor-compression refrigeration machines. This has become especially important when a number of ozone-safe refrigeration agents have a large global warming index, which has recently been unacceptable with respect to the environment worldwide. Therefore, conducting studies to evaluate the performance of new refrigerating agents as a result of replacing some refrigerating agents with others is an urgent task. At the same time it is necessary to try to keep the same equipment as it was before the replacement of the working agent. In this connection the justified efficiency of vapor-compression refrigeration machines at replacement of freons are an integral part of modernization of refrigeration systems. This paper presents a study of the efficiency of vapor-compression single-stage cycles of refrigeration machines when operating with different refrigerating agents. Thermodynamic evaluation of different ozone-safe refrigerating agents was carried out in comparison with forbidden ozone-safe refrigerating

agent – dichlorodifluoromethane. In the course of the conducted research the cold-productivity and effective power of the refrigeration cycle for the considered refrigerating agents were determined. An estimation of the refrigerating agent value and the degree of cycle perfection for different refrigerating agents has been carried out. Specific volumetric refrigerating capacity of the investigated refrigerating agents for the considered cycle and parameters has been determined.

As a result of this research, the most expedient refrigerating agent was recommended for replacement at the investigated parameters and cycle of the refrigeration machine.

Key words: refrigerating machine cycle, refrigerating agent, refrigerating coefficient, refrigerating capacity, effective power, thermodynamic perfection, specific volumetric refrigerating capacity, thermodynamic analysis.

Сведения об авторах

Михаил Вячеславович Ермоленко* – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1677-8023>.

Арайлым Муратбековна Советказыева – магистрант специальности «Техническая физика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: muratbekovna24@mail.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Михаил Вячеславович Ермоленко* – техника ғылымдарының кандидаты, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» Қазақстан Республикасы; «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1677-8023>.

Арайлым Муратбековна Советказыева – «Техникалық физика» мамандығының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: muratbekovna24@mail.ru.

Information about authors

Mikhail Vyacheslavovich Ermolenko* – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department «Technical physics and heat power engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1677-8023>.

Arailym Muratbekovna Sovetkazyeva – undergraduate specialty «Technical physics»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: muratbekovna24@mail.ru.

Поступила в редакцию 10.05.2024
Поступила после доработки 03.06.2024
Принята к публикации 04.06.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-42

FTAXP: 67.53.23



**А.К. Кинжибекова², Ж.К. Алдажуманов¹, К.С. Зарыкбаева¹,
А.Б. Леонидова^{1*}, А.Е. Сатыбалдинова¹**

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

²Торайғыров университеті,
140008, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ., Ломов көш., 64

*e-mail: aiym.leonidova@mail.ru

ЖЫЛЫТУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ МӘСЕЛЕСІНЕ

Аңдатпа: Тұрғын үй-жайларда да, өндірістік үй-жайларда да температураны белгілі бір режимде ұстап тұру үшін қажетті жылу мөлшерін алуға, тасымалдауға және беруге қызмет ететін белгілі бір жабдықтың жұмысын реттеу қажет. Мұндай жабдықтардың жиынтығы жылу жүйелері болып табылады. Мұндай жүйенің құрылғысын дұрыс таңдау, сондай-ақ құрылғылардың тиімділігі, энергияны үнемдеу мәселелерін шешуге байланысты. Көп қабатты ғимараттардың ішінде ғимараттардың көп бөлігі орталықтандырылған жылумен жабдықтауға қосылған. Ғимараттардың