

Энергосберегающие решения для систем кондиционирования воздуха пассажирского вагона

Гаранов Сергей Александрович

кандидат технических наук, доцент кафедры «Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения», МГТУ им. Н.Э. Баумана,

Муха Михаил Сергеевич

магистрант кафедры «Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения», МГТУ им. Н.Э. Баумана, MuxaMisha@yandex.ru

В данной статье рассмотрена проблема энергосбережения транспортных кондиционеров для железнодорожных вагонов поездов дальнего следования.

Стоимость получения одного киловатта электрической энергии на железной дороге очень высока. Это получается по причине сложной и длинной цепочки по получению энергии для бортовой сети пассажирского вагона. Так же в связи с техническим прогрессом и ростом количества электронных устройств в пассажирском вагоне возросло потребление электричества в пассажирском вагоне. Перечисленные выше факторы делают проблему энергосбережения для транспортных кондиционеров весьма актуальной.

Предложены способы по повышению энергетической эффективности систем кондиционирования воздуха для пассажирских вагонов. Описаны приемы работы технических решений. Проведены преимущества того или иного способа повышения энергетической эффективности.

Аргументированно перспектива применения того или иного способа повышения энергетической эффективности.

Предложены перспективные способы повышения энергетической эффективности транспортных кондиционеров.

Ключевые слова: системы кондиционирования воздуха, энергосбережение, железная дорога, пассажирский вагон, косвенное испарение.

Введение

Система кондиционирования воздуха (СКВ) пассажирского вагона предназначена для подачи и обработки свежего воздуха, его обеззараживания с целью предотвращения распространения инфекций и болезнетворных бактерий и обеспечения комфортных условий для пассажиров, машинистов и поездной бригады.

Так же фактором, влияющим на актуальность проблемы, является повышение количества электрической энергии, потребляемой подвижным составом.

В связи с возникшей проблемой самым эффективным решением я считаю повышение энергетической эффективности СКВ пассажирского вагона.

Основное требование к системам кондиционирования воздуха на железнодорожном транспорте — стабильность поддержания заданных параметров микроклимата в поезде, независимо от метеорологических условий.[3]

Технические решения, способствующие снижению энергопотребления системы кондиционирования пассажирского вагона

Использование конденсирующейся воды для предварительного охлаждения

Для того что бы улучшить энергоэффективность транспортных кондиционеров можно использовать конденсат получается в результате охлаждения наружного воздуха до температуры в 16°C и относительной влажности $\varphi = 100\%$ с влагосодержанием $d = 12.08 \frac{\text{г}}{\text{кг}}$

Холодопроизводительность кондиционера в основном используется на 2 процесса: 1) Охлаждение воздуха 2) Конденсация воды

Система, которая использует воду, которая сконденсировалась в процессе охлаждения воздуха является саморегулирующейся так как если воздух сухой, то конденсата не образуется, то и холодопроизводительность затрачивается только на охлаждение воздуха.

Если же воздух влажный, то образуется много конденсата на который тратятся значительное количество холодопроизводительности и потом возвращается при использовании в переохладителе.

Для улучшения работы системы кондиционирования воздуха предлагается использовать следующие варианты:

Использование конденсирующейся воды для переохлаждения хладагента

Переохладитель это теплообменный аппарат, который устанавливается после испарителя, основная задача которого это уменьшение температуру хладагента перед дросселем.

Снижение температуры перед дроссельным устройством в комбинированном цикле увеличивает удельную холодопроизводительность.

Увеличение удельной холодопроизводительности снижает необходимое количество энергии для главной задачи: поддержанию заданных параметров воздуха.

В результате это приводит к сокращению энергопотребления что очень важно в условиях ограниченного количества энергии.

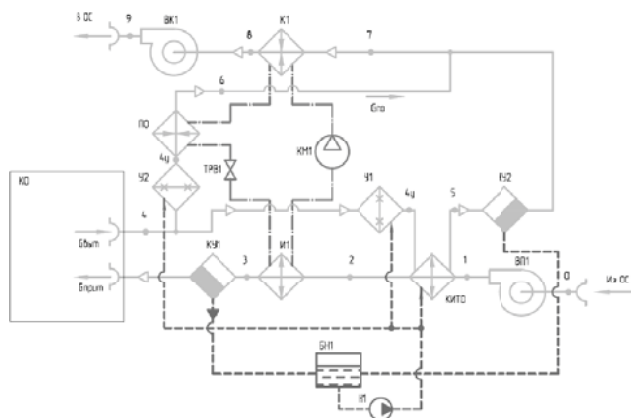


Рис. 1. Схема гибридного цикла СКВ для пассажирского вагона
Где:

БН1 – Бак накопительный
ВП1 и ВК1 – Вентилятор
И1 – Испаритель
К1 – Конденсатор
КИТО – Косвенно испарительный ТО
КМ1 – Компрессор
КУ1 и КУ2 – Каплеуловители
Н1 – насос циркуляционный
ТРВ1 – Терморегулирующий вентиль
У1 и У2 – Увлажнители
Gприт – массовый расход приточного потока
Gвыт – массовый расход вытяжного воздуха
ОС – Окружающая среда
КО – Кондиционируемый объем.
ПО – Переохладитель [1]

Использование конденсирующейся воды для предварительного охлаждения воздуха.

Использование такого способа охлаждения в современных системах кондиционирования обеспечивает высокую холодопроизводительность при низком электропотреблении, поскольку в этом случае электричество расходуется только для поддержания процесса испарения воды. В то же время в качестве охладителя вместо химических составов используется обычная вода, что делает испарительное охлаждение более выгодным экономически и не наносит вреда экологии.[2]

Использование ЕС-вентиляторов

В настоящее время при проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования все больше внимания уделяется вопросам энергосбережения и энергоэффективности.

Все чаще специалисты ориентируются на приобретение энергосберегающего оборудования. По сравнению с традиционным оно более дорогое, но полностью окупает себя в процессе эксплуатации. [1]

ЕС-двигатель – это бес коллекторный синхронный двигатель со интегральной электронной системой управления, или, более кратко, электронно-коммутируемый (Electronically Commutated) двигатель. Его иногда также называют BLDC-двигателем (Brushless DC motor), то есть бесщеточным двигателем постоянного тока.

Вентиляторы, построенные на базе данного двигателя, называются ЕС-вентиляторами.

Основные аргументы в пользу ЕС:

- высокий КПД;
- высокая точность регулирования в соответствии с имеющимися условиями;
- адаптивность в соответствии с изменением внутренних климатических параметров;
- малые пусковые токи;
- режим работы с низким уровнем шума и минимальной вибрацией, длительный срок службы, не нуждается в обслуживании.

Использование теплового режима работы

Тепловой насос — устройство для переноса тепловой энергии от источника низко потенциальной тепловой энергии (в большинстве случаев земля) к потребителю (теплоносителю) с более высокой температурой. Потенциальную теплоту: вторичные энергетические ресурсы и (или) нетрадиционные возобновляемые источники энергии.[4]

Чем выше температура, тем большая эффективность у теплового насоса. Эффективность обычных электронагревателей равна единице. Из этого можно сделать вывод что целесообразно использовать тепловой насос, когда его отопительный коэффициент больше единицы.

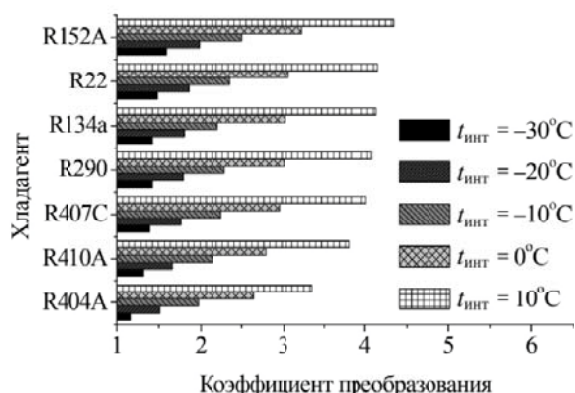


Рис. 2 Эффективность теплового насоса в зависимости от хладагента и температуры

Исходя из данных по эффективности теплового насоса (см. 0) можно сделать вывод о том, что наиболее целесообразно применять тепловой насос для обогрева в переходные времена года (осень и весна)

Использование возобновляемых источников энергии

Солнечная батарея — объединение фотоэлектрических преобразователей, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток.

Так же есть примеры удачного применения солнечных батарей на железнодорожном транспорте. К примеру, статья «Энергия солнца служит РЖД» в которой рассматривается возможность установки солнечных панелей на территории, прилегающей к железнодорожным путям.

Исключение из электрической цепи статического преобразователя

Преобразователь предназначен для частотного управления скоростью асинхронного электродвигателя, входящего в комплект электрооборудования пассажир-

ских вагонов с автономным электроснабжением и кондиционированием воздуха, при питании силовых цепей от переменного напряжения 3х220 В, 50 Гц.

Стоимость статического преобразователя весьма высока так что есть экономическая целесообразность разработать возможность исключить данное устройство из цепи питания бортовой сети пассажирского вагона.

Можно сделать все бортовые энергопотребляющие системы, которые работали бы на постоянном токе тем самым исключив из цепи статический преобразователь тем самым снизив требуемую мощность.

Так же в качестве промежуточного варианта можно использовать встроенный непосредственно в кондиционер преобразователь тока. Это позволит сократить цепочку преобразования энергии.

Выводы

Использование конденсата для переохлаждения хладагента перед дросселем позволяет улучшить холодильный коэффициент примерно на 30 процентов.

Использование теплообменника воздух – воздух для предварительного охлаждения позволило сократить потребление компрессора на 10 %.

Методы, изложенные в статье позволяют снизить энергопотребление необходимое для того что бы обеспечить комфортные условия для пассажиров. Что положительно отражается на энергетическом балансе бортовой сети пассажирского вагона.

Литература

1. Вишневский Е. П. ЕС-двигатели: что, где, почему и зачем / Е. П. Вишневский, Г. В. Малков // АВОВ №3'2011 / Микроклимат в помещениях – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4883 (дата обращения 01.05.2020)
2. Гаранов С.А., Жаров С.А., Соколик А.Н., Ратеев Д.А. Комбинированная СКВ с водо-воздушным и паро-компрессионным циклом. Москва : Издательство "МГТУ им. Н.Э.Баумана", 2019.
3. Пигарев В.Е., Архипов П.Е. /Под редакцией В.Е. Пигарева. Холодильные машины и установки кондиционирования воздуха: Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. — М.: Маршрут, 2003. — 424 с.
4. Что такое тепловой насос: сайт – Москва 2005 – URL: <http://www.topclimat.ru/publications/33.html> (дата обращения 03.05.2020)

Power-saving solutions for air conditioning systems for passenger car

Garanov S.A., Mukha M.S.

Bauman Moscow State Technical University

This article discusses the problem of energy saving transport air conditioners for railway cars of long-distance trains.

The cost of obtaining one kilowatt of electric energy on the railway is very high. This is due to the complex and long chain of energy for the passenger network of the passenger car. Also, in connection with technical progress and an increase in the number of electronic devices in a passenger car, electricity consumption in a passenger car has increased. The factors listed above make the problem of energy saving for transport air conditioners very urgent.

Methods are proposed for increasing the energy efficiency of air conditioning systems for passenger cars. Trailers of technical solutions work are described. The advantages of one or another method of increasing energy efficiency are carried out.

The prospect of using one or another way to increase energy efficiency is reasoned.

Promising methods for increasing the energy efficiency of transport air conditioners are proposed.

Key words: air conditioning systems, energy saving, railway, passenger car, indirect evaporation.

References

1. Vishnevsky E.P. EC-engines: what, where, why and why / E.P. Vishnevsky, G.V. Malkov // AVOK No. 3'2011 / Microclimate in the premises - URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4883 (accessed 05.05.2020)
2. Garanov S.A., Zharov S.A., Sokolik A.N., Ranteev D.A. Combined SCR with a water-air and vapor compression cycle. Moscow: Publishing House "MSTU named after N.E.Bauman", 2019.
3. Pigarev V.E., Arkhipov P.E. / Edited by V.E. Pigareva. Refrigerators and air conditioning: A textbook for technical schools and colleges of railway transport. - M.: Route, 2003. -- 424 p.
4. What is a heat pump: website - Moscow 2005 - URL: <http://www.topclimat.ru/publications/33.html> (accessed 03.05.2020)