УДК 697.9
doi:10.21685/2587-7704-2022-7-1-10

Open Access | RESEARCH ARTICLE

Повышение эффективности работы кондиционера транспортного средства путем использования образующегося конденсата

Никита Викторович Щербаков
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
s3rbov@yandex.ru

Николай Ефимович Курносов
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
kurnosov-ne@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено влияние температуры воздуха на количество ДТП, проведен анализ существующих методов повышения энергоэффективности и холодопроизводительности используемых кондиционеров. Предложено техническое решение повышения холодопроизводительности кондиционера за счет фазовых превращений гетерогенной смеси с одновременным снижением энергопотребления.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, температура, автомобиль, энергоэффективность, холодопроизводительность, кондиционер, конденсат

Для цитирования: Щербаков Н. В., Курносов Н. Е. Повышение эффективности работы кондиционера транспортного средства путем использования образующегося конденсата // Инжиниринг и технологии. 2022. Т. 7(1). С. 1–4. doi:10.21685/2587-7704-2022-7-1-10

Improving the efficiency of a car air conditioner by using the resulting condensate

Nikita V. Shcherbakov
Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
s3rbov@yandex.ru

Nikolay E. Kurnosov
Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
kurnosov-ne@mail.ru

Abstract. The article considers the influence of air temperature on the number of accidents. The existing methods for improving energy efficiency and cooling capacity of used air conditioners are analyzed. An engineering solution to increase the cooling capacity of the air conditioner due to phase transformations of a heterogeneous mixture, while reducing energy consumption, is proposed.

Keywords: traffic accidents, temperature, car, energy efficiency, cooling capacity, air conditioner, condensate

For citation: Shcherbakov N.V., Kurnosov N.E. Improving the efficiency of a car air conditioner by using the resulting condensate. *Inzhiniring i tekhnologii = Engineering and Technology*. 2022;7(1):1–4. (In Russ.). doi:10.21685/2587-7704-2022-7-1-10

Установлено, что рост числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с увеличением температуры в летний период может происходить как по техническим причинам, так и в результате негативного влияния условий окружающей среды на состояние водителя [1].

На работу водителя влияют экстремальные низкие и высокие температуры [2]. Если при низких температурах современные кабинные отопители обеспечивают достаточно комфортные климатические условия для водителя, то при высоких температурах подобная эффективность достигается не всегда, поскольку не во всех транспортных средствах используются необходимые климатические

© Щербаков Н. В., Курносов Н. Е., 2022. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

установки, а конструктивное исполнение кабин во многом не отвечает условиям эффективного теплоотвода из зоны расположения водителя и пассажиров.

Установлено, что при температуре окружающего воздуха в салоне, равной +20 °С, наблюдается оптимальное функциональное состояние основных психофизиологических показателей водителей. Данная температура принимается за оптимальную для водителей при оценке условий движения.

Для водителя температура в салоне автомобиля +27 °С является критической. Изменение средней температуры в кабине транспортного средства от +19 до 22 °С почти не влияет на увеличение вероятности появления ДТП. При росте средней температуры от +22 до 27 °С вероятность появления ДТП возрастает до 59 %, т.е. при изменении температуры на 1 °С вероятность увеличивается до 11,8 % [3].

В большинстве регионов страны жаркий летний период достаточно продолжителен. По данным Gismeteo, в средней полосе он составляет 40 %, а в южной – 58 %. По результатам исследований, было выявлено, что при температуре +32 °С снижется общая производительность труда водителя на 35–40 %, концентрация внимания – на 50 % и скорость реакции – на 22 %, что приводит к увеличению аварийности на 8 %.

Для поддержания оптимальной температуры в салоне автомобиля применяются климатические установки, в состав которых входит кондиционер. Самыми распространенными являются дорогие, сложные и экологически небезопасные фреоновые кондиционеры.

Главными недостатками автомобильного кондиционера является высокое энергопотребление и ухудшение его холодопроизводительности при высоких температурах окружающего воздуха.

Крупнейшая общественная организация автомобилистов Германии ADAC провела тест по потреблению топлива с включенным и выключенным кондиционером. В качестве примера был взят автомобиль Skoda Octavia с 1,6-литровым двигателем.

Результаты теста следующие. При работе полуавтоматической климатической установки машина стала потреблять на 10 % больше.

Во время проведения теста температура за бортом составляла +25 °С. При дальнейшем повышении температуры расход топлива увеличивался в геометрической прогрессии.

Основными потребителями электрической энергии являются вентилятор испарителя, вентилятор конденсатора и компрессор. При этом потребляемая мощность на легковом автомобиле может достигать 5–6 кВт, а на грузовом – до 8–10 кВт.

Одним из технических решений, способствующим снижению энергопотребления [4] системы кондиционирования, является использование конденсирующейся воды для предварительного охлаждения.

Система, использующая воду, которая сконденсировалась в процессе охлаждения воздуха является саморегулирующейся, так как если воздух сухой, конденсат не образуется и холодопроизводительность затрачивается только на охлаждение воздуха. Если же воздух влажный, то образуется много конденсата, на который тратится значительное количество холодопроизводительности и потом возвращается при использовании в переохладителе. Для улучшения работы системы кондиционирования воздуха предлагаются следующие варианты: использование конденсирующейся воды для переохлаждения хладагента и использование конденсирующейся воды для предварительного охлаждения воздуха.

Кондиционер косвенно-испарительного типа обладает гораздо более широкими возможностями [5]. Его энергопотребление определяется только используемыми вентиляторами и при холодопроизводительности в 20 кВт обычно не превышает 3–5 кВт. Анализ технических характеристик систем кондиционирования косвенно-испарительного типа показал, что они могут успешно работать в районах с низкой средней относительной влажностью. Значительно более эффективными оказываются все комбинированные системы кондиционирования, содержащие в своем составе одновременно испарительный и компрессионный охлаждающие блоки.

Увлажнитель потребляет воду. Источником воды для него служит парокомпрессионная холодильная машина, так как в ней всегда образуется конденсат, выделяющийся из охлаждаемого воздуха. Поэтому дополнительный расход воды может оказаться незначительным.

В жаркие дни такой кондиционер способен обеспечить холодопроизводительность до 28 кВт, используя в при этом до 75 % рециркуляционного воздуха и потребляя электроэнергию до 20 кВт. Системы кондиционирования воздуха косвенно испарительного охлаждения в жаркие дни удовлетворительно работают только при влажности не выше 40 %, потребляя при этом электроэнергию не более 3–5 кВт.

Анализ результатов проведенного патентно-информационного поиска показал отсутствие технических решений по увеличению холодопроизводительности кондиционера путем использования конденсата для непосредственного охлаждения кабины транспортного средства.

Предлагаемое техническое решение заключается в использовании термодинамических процессов за счет мелкодисперсионного распыления конденсата в кабине, при этом реализуется испарительный принцип.

В результате предварительных экспериментальных исследований установлено, что при распылении конденсата с размером частиц не более 100 мкм возможно снижение температуры воздуха до 5 °С. Распыление полученного конденсата осуществляется в соответствии с патентом RU 2579084 от 20.08.2015 [6].

Контактное взаимодействие газа и жидкости (конденсата) осуществляется следующим образом: в корпус устройства тангенциально микрокомпрессором с энергопотреблением 20 Вт подается газ, который закручивается завихрителем с образованием винтового вихревого потока, концентрирующегося вдоль стенок корпуса и движущегося с высокой скоростью по винтовой линии в виде винтового «шнура». Одновременно с этим газовый поток в винтовом «шнуре» вращается вокруг оси также по винтовой линии. Далее вихревой кольцевой поток газа поступает в нижнюю часть корпуса устройства, где посредством торовой поверхности отражателя ускоряется за счет сужения корпуса, отклоняется от первоначального направления, совершает разворот к оси корпуса, смешивается с подаваемой жидкостью и поступает в центральную область винтового вихревого потока в противоположном ему направлении.

Распыленный конденсат подается в верхнюю часть кабины.

Проведенные расчеты показали, что за счет реализации испарения полученного конденсата возможно снижение расхода топлива до 6 %.

По разработанному техническому решению подготовлена заявка на изобретения для последующего патентования.

Список литературы

1. Якунин И. Н. Влияние высоких температур и солнечной радиации на аварийность на автомобильном транспорте в летнее время // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2020. Т. 17, № 6 (76). С. 704–713. URL: https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-6-704-713
2. Верещагин С. Б. Исследование температурного режима и влажности в кабине транспортного средства в условиях жары // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2011. № 3 (84). С. 56–63. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-temperaturnogo-rezhima-i-vlazhnosti-v-kabine-transportnogo-sredstva-v-usloviyah-zhary
3. Евсеева О. С. О возможности создания устройства для обеспечения микроклимата в кабине транспортного средства // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте : сб. ст. IV Всерос. науч.-техн. конф. для молодых ученых и студентов с международным участием (Пенза, 14–15 марта, 2018 г.) / под общ. ред. В. В. Салмина. Пенза : РИО ПГАУ, 2018. С. 33–37.
4. Гаранов С. А., Муха М. С. Энергосберегающие решения для систем кондиционирования воздуха пассажирского вагона // Инновации и инвестиции. 2020. № 5. С. 243–245. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/energosberegayuschie-resheniya-dlya-sistem-konditsionirovaniya-vozduha
5. Емельянов А. Л., Антипов А. С., Буравой С. Е., Платунов Е. С. Транспортная комбинированная испарительно-компрессионная система кондиционирования воздуха // Холодильная техника и кондиционирование. 2007. № 1. С. 19–26. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/transportnaya-kombinirovannaya-isparitelno-kompressionnaya-sistema-konditsionirovaniya-vozduha-1
6. Патент 2579084 Российская Федерация, МПК B 01 D 3/00. Способ контактного взаимодействия газа и жидкости и устройство для его осуществления / Курносов Н. Е. ; заявитель и патентообладатель ООО «ВКМ групп» – № 2013158078/05 ; заявл. 08.07.2011 ; опубл. 20.08.2016, Бюл. № 9.

References

1. Yakunin I.N. Influence of high temperatures and solar radiation on accidents on road transport in the summer. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta = The Russian Automobile and Highway Industry Journal (Vestnik of Siberian State Automobile and Highway University)*. 2020;17(6):704–713. (In Russ.). Available at: https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-6-704-713
2. Vereshchagin S.B. Study of temperature and humidity characteristics in the transport vehicle cabin under4 heat conditions. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. N. E. Baumana. Ser. Mashinostroenie = Herald of the Bauman Moscow State Technical University. Ser. Engineering*. 2011;(3):56–63. (In Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-temperaturnogo-rezhima-i-vlazhnosti-v-kabine-transportnogo-sredstva-v-usloviyah-zhary

3. Evseeva O.S. About the possibility of creating a comfortable microclimate in the cab of vehicles. *Innovatsii tekhnicheskikh resheniy v mashinostroenii i transporte: sb. st. IV Vseros. nauch.-tekhn. konf. dlya molodykh uchenykh i studentov s mezhdunarodnym uchastiem (Penza, 14–15 marta, 2018 g.) = Innovations of technical solutions in mechanical engineering and transport: Proceedings of IV All-Russian scientific and practical conference for young scientists and students with international participation (Penza, March 14–15, 2018)*. Penza: RIO PGAU, 2018:33–37. (In Russ.)
4. Garanov S.A., Mukha M.S. Power-saving solutions for air conditioning systems for passenger car. *Innovatsii i investitsii = Innovation & Investment*. 2020;(5):243–245. (In Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/energosberegayuschie-resheniya-dlya-sistem-konditsionirovaniya-vozduha
5. Emel'yanov A.L., Antipov A.S., Buravoy S.E., Platunov E.S. Transport combined evaporative-compressive air conditioning system. *Kholodil'naya tekhnika i konditsionirovanie = Refrigeration and Air Conditioning*. 2007;(1): 19–26. (In Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/transportnaya-kombinirovannaya-isparitelno-kompressionnaya-sistema-konditsionirovaniya-vozduha-1
6. Patent 2579084 Russian Federation, MPK B 01 D 3/00. *Sposob kontaktnogo vzaimodeystviya gaza i zhidkosti i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya = Contact interaction between gas and fluid and device to this end*. Kurnosov N.E.; applicant and patent holder LLC «VKM group». No. 2013158078/05; appl. 08.07.2011; publ. 20.08.2016, bull. № 9. (In Russ.)

Поступила в редакцию / Received 12.03.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 14.04.2022

Принята к публикации / Accepted 29.04.2022