



УДК 62-712
doi: 10.21685/2587-7704-2024-9-2-4



Open
Access

RESEARCH
ARTICLE

О возможности охлаждения телекоммуникационных шкафов РЖД путем использования вихревой трубы Ранка – Хилша

Николай Ефимович Курнос

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

Алексей Константинович Федоренко

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
Fedorenkoaleksej971@gmail.com

Аннотация. Существует проблема охлаждения телекоммуникационных шкафов РЖД. Проведен анализ по различным видам систем охлаждения для телекоммуникационных шкафов, а также приведены примеры устройств для решения данной проблемы.

Ключевые слова: охлаждение, телекоммуникационные шкафы, эффект Ранка – Хилша

Для цитирования: Курнос Н. Е., Федоренко А. К. О возможности охлаждения телекоммуникационных шкафов РЖД путем использования вихревой трубы Ранка – Хилша // Инжиниринг и технологии. 2024. Т. 9 (2). С. 1–4. doi: 10.21685/2587-7704-2024-9-2-4

On the possibility of cooling Russian Railways telecommunication cabinets by using a Rank-Hilscha vortex tube

Nikolay E. Kurnosov

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
elsoldador@rambler.ru

Alexey K. Fedorenko

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
nastasya.marchenko.18@mail.ru

Abstract. There is a problem of cooling telecommunication cabinets of Russian railways. The analysis of various types of cooling systems of telecommunication cabinets is carried out, as well as devices for solving this problem are presented.

Keywords: cooling, telecommunication cabinets, Rank – Hilsch effect

For citation: Kursonov N.E., Fedorenko A.K. On the possibility of cooling Russian Railways telecommunication cabinets by using a Rank – Hilsch vortex tube. *Inzhiniring i tekhnologii = Engineering and Technology*. 2024;9(2):1–4. (In Russ.). doi: 10.21685/2587-7704-2024-9-2-4

Телекоммуникационные шкафы играют важную роль в современном мире, обеспечивая передачу данных и связь между различными точками. Для стабильности работы телекоммуникационных шкафов необходимо поддержание температурного режима, особенно в летнее время. В данном контексте, одной из самых важных сфер применения является сектор железнодорожной инфраструктуры, а именно телекоммуникационные шкафы в железнодорожных сооружениях РЖД.

От РЖД поступил запрос [1] на поиск технического решения, связанного с разработкой системы локального охлаждения воздуха в универсальных телекоммуникационных шкафах, так как современное цифровое оборудование выделяет большое количество тепла и критично к температурному режиму.

Необходимость охлаждения телекоммуникационных шкафов в железнодорожной инфраструктуре РЖД обусловлена надежностью и важностью их функционирования. Поэтому необходимо обеспечить максимальную эффективность работы технического оборудования.



Исторически сложилось так, что шкафы устанавливаются в существующих помещениях и для температурной стабильности использовались кондиционеры, которые охлаждают все помещение, что приводит к нежелательным потерям электроэнергии.

Для достижения оптимальной работы телекоммуникационных шкафов необходимо установить охлаждение, способное поддерживать надлежащую температуру и предотвращать перегрев. В работе [2] отмечено, что для охлаждения шкафов в железнодорожных сооружениях РЖД могут быть использованы внешние кондиционеры, вентиляторы, теплообменники или системы жидкостного охлаждения. Выбор определенного метода зависит от разных факторов, таких как размер шкафов, мощность и количество установленных компонентов, общая конструкция и технические требования.

Введение внешних кондиционеров для охлаждения телекоммуникационных шкафов имеет свои преимущества. Как отмечено в работе [3], они значительно повышают эффективность системы охлаждения. Компактные и энергоэффективные модели кондиционеров способны поддерживать постоянную низкую температуру внутри шкафа, что в свою очередь обеспечивает безопасность и бесперебойность работы технического оборудования. Во-вторых, внешние кондиционеры не занимают место внутри шкафа, предоставляя свободное пространство для компонентов и кабелей. Такой подход улучшает воздушный обмен и предотвращает перегрев оборудования.

Однако использование внешних кондиционеров также имеет свои недостатки. Один из главных минусов состоит в надежности и долговечности самой системы охлаждения. В процессе эксплуатации уличные кондиционеры сталкиваются с высокой влажностью, нестабильными температурами окружающей среды и экстремальными погодными явлениями. Кроме того, установка этих устройств требует специальных знаний и навыков, а также значительных затрат на создание необходимой инфраструктуры для комфортной работы.

Вентиляторы также активно используются для охлаждения телекоммуникационных шкафов. Их преимущество заключается в обеспечении равномерного распределения воздуха внутри шкафа. Вентиляторы создают постоянное движение воздуха, повышая общую эффективность системы. Кроме того, вентиляторы имеют регулируемую скорость вращения, что позволяет регулировать уровень охлаждения в соответствии с вашими потребностями. Это особенно полезно, когда оборудование находится под большой нагрузкой и температура внутри шкафа повышается. Увеличивая скорость вращения вентилятора, вы можете эффективно снизить температуру.

Следует отметить, что большинство современных вентиляторов имеет автоматическую регулировку скорости вращения. Это техническое решение значительно снижает энергопотребление. Однако, несмотря на преимущества, использование вентиляторов для охлаждения телекоммуникационных шкафов имеет ряд недостатков. Во-первых, поток воздуха, создаваемый вентилятором, может создавать шум, приводящий к дополнительным помехам. Поэтому шкафу может потребоваться дополнительная звукоизоляция, что повлечет за собой дополнительные расходы. Во-вторых, основываясь на статью [4], мы можем сделать вывод, что вентиляторы потребляют значительное количество энергии, что может негативно сказаться на энергоснабжении и затратах на охрану окружающей среды. Следует также отметить, что вентиляторы требуют регулярного технического обслуживания и удаления пыли, поскольку накопление пыли на них может снизить эффективность охлаждения.

В охлаждении телекоммуникационных шкафов применяют теплообменники [5]. Они способны быстро и надолго отводить излишки тепла, поддерживая рабочую температуру внутри шкафов и предотвращая перегрев оборудования. Еще одним преимуществом являются их компактные размеры и простота установки. Весомым недостатком является значительное потребление электроэнергии.

Согласно [6], одним из основных преимуществ систем жидкостного охлаждения является их высокая энергоэффективность. По сравнению с воздушным охлаждением жидкостное охлаждение позволяет отводить тепло быстрее и эффективнее, снижая потребление энергии и затраты.

Однако у систем жидкостного охлаждения есть некоторые недостатки. Одним из них является более сложный и дорогостоящий процесс установки. Необходимы прокладка трубопроводов и установка насосов, что может увеличить общую стоимость и сложность монтажа системы.

Важно также отметить необходимость регулярного технического обслуживания системы жидкостного охлаждения. Жидкость должна постоянно контролироваться и обслуживаться, а систему следует регулярно проверять на наличие утечек или неисправностей. Эти меры требуют дополнительных ресурсов и усилий, что увеличивает общие эксплуатационные расходы.

Для охлаждения телекоммуникационных шкафов (рис. 1) предлагаем использовать эффект Ранка – Хилша, который заключается в разделении входящего потока на 2 – холодный и горячий. При работе вихревой трубы за счет использования постоянного магнитного поля возникает биполярная ионизация воздушных потоков, что способствует скорости теплопередачи.



Рис. 1

1. Эффективность охлаждения. С использованием метода охлаждения Ранка – Хилша, становится возможным внедрение локального охлаждения наиболее подверженных к температурам электрических элементов шкафов.

2. Экономия энергии. Используемая технология локального охлаждения снижает потребление энергии. Вихревая труба может работать от компрессора малой мощности, а также может располагаться как в самом шкафу, так и за его пределами.

3. Безопасность и экологичность. Метод охлаждения Ранка – Хилша не приводит к пылеосаждению на элементах шкафа, а ионизация способствует к более высокой теплоотдаче и в отличие от охлаждения с применением теплообменников и жидкостного охлаждения не требует использования жидкостей, которые могут способствовать замыканию элементов телекоммуникационного шкафа.

На кафедре «Транспортные машины» ПГУ ведется работа по созданию вихревой трубы [7], которая включает разделение воздуха на охлажденный и нагретый потоки с обеспечением конденсации влаги, содержащейся в охлажденном потоке воздуха, и вывод за пределы вихревой трубы ионизированных за счет баллоэлектрического эффекта потоков воздуха. Для снижения энергопотребления компрессора, от которого работает вихревая труба (рис. 2), вихревой поток разделяется и трубопроводом подается на элементы шкафа.

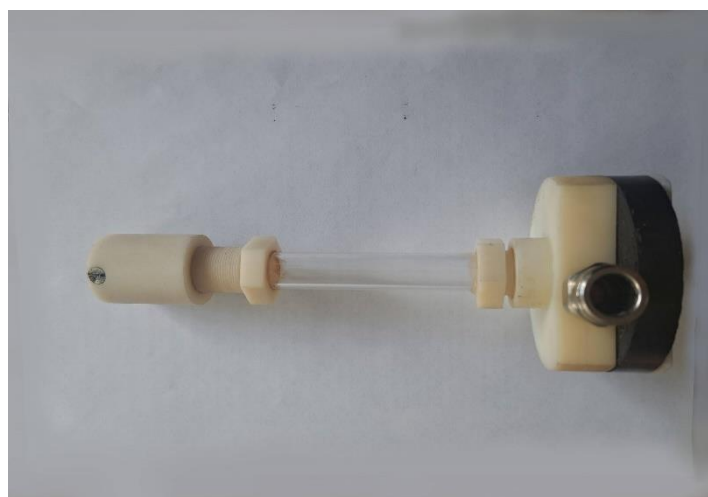


Рис. 2

Для конкретного применения вихревых труб (см. рис. 2) необходимо определить тепловыделение элементов шкафов в самых неблагоприятных температурных условиях, следующим этапом является расчет параметров вихревой трубы, который сможет нейтрализовать излишние тепловые траты. В качестве примера приведем расчет вихревой трубы для охлаждения объекта, выделяющего тепловую мощность, равную 100 ватт. Примем, что потребная температура холодного потока составляет 253 К и допустимый подогрев его при охлаждении объекта не превышает 10 °С при давлении холодного



потока, равного 1 бару. Вихревая труба питается сжатым воздухом до 6 бар, влажным воздухом с относительной влажностью 1 и температурой 293 К. Мы получаем относительную температуру холодного потока равного 0,84, суммарную площадь сопел – 13,5 мм², относительный диаметр отверстия диафрагмы – 0,52. Давление горячего потока перед дросселем – 2,65 бар. С полным расчетом можно ознакомиться в работе [8]. Мы считаем что использование вихревой трубы для охлаждения шкафов являлось бы перспективным решением.

Список литературы

1. Перечень запросов на инновации ОАО «РЖД» 2023 г. URL: <https://npitu.ru/upload/medialibrary/a8e/mhahxv9r3bnu4nwcblckvlo6nnri1suv/Перечень%20запросов.pdf>
2. Горожанин А. Разновидности систем охлаждения и их устройство теплоотвода // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2007. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raznovidnosti-sistem-ohlazhdeniya-i-ih-ustroystvo-teplootvoda>
3. Никитин А. А., Рябова Т. В., Санкина Ю. Н., Чурашов О. Монозональные сплит-кондиционеры // Холодильная техника и кондиционирование. 2015. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monozonalnye-split-konditsionery>
4. Калинин А. Г., Ларионов В. Н., Шепелин А. В. Эффективность применения регулируемого электропривода вытяжных вентиляторов // Вестник ЧГУ. 2009. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-reguliruemogo-elektroprivoda-vytyazhnyh-ventilyatorov>
5. Ковалёва Т. Е., Васильева Д. А., Усадский Д. Г. Оценка эффективности рекуперативных теплообменников // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1 (52). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-rekuperativnyh-teploobmennikov>
6. Ахременков А. А., Цирлин А. М. Математическая модель жидкостного погружного охлаждения вычислительных устройств // Программные системы: теория и приложения. 2016. № 1 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskaya-model-zhidkostnogo-pogruzhnogo-ohlazhdeniya-vychislitelnyh-ustroystv>
7. Патент 2576513 Российская Федерация, МПК А61L 9/22. Способ ионизации воздуха и устройство для его осуществления / Курносоев Н. Е., Иноземцев Д. С. ; заявитель и патентообладатель «ВКМ групп». № 2013158077/15 ; заявл. 08.07.2011 ; опубл. 10.03.2016. URL: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_2013158077_20150820_A_RU/
8. Меркулов А. П. Вихревой эффект и его применение в технике. URL: <https://reallib.org/reader?file=475842>

References

1. *Perechen' zaprosov na innovacii OAO «RZhD» 2023 g. = List of requests for innovations of JSC "Russian Railways" in 2023* (In Russ.). Available at: <https://npitu.ru/upload/medialibrary/a8e/mhahxv9r3bnu4nwcblckvlo6nnri1suv/Перечень%20запросов.pdf>
2. Gorozhanin A. Types of cooling systems and their heat sink device. *Novye informacionnye tehnologii v avtomatizirovannyh sistemah = New information technologies in automated systems*. 2007;(10). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/raznovidnosti-sistem-ohlazhdeniya-i-ih-ustroystvo-teplootvoda>
3. Nikitin A.A., Rjabova T.V., Sankina Ju.N., Churashov O. Multi-zone split air conditioners. *Holodil'naja tehnika i kondicionirovanie = Refrigeration and air conditioning*. 2015;(3). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/monozonalnye-split-konditsionery>
4. Kalinin A.G., Lariонов V.N., Shepelin A.V. The effectiveness of the use of an adjustable electric drive of exhaust fans. *Vestnik ChGU = Bulletin of the CHSU*. 2009;(2). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-reguliruemogo-elektroprivoda-vytyazhnyh-ventilyatorov>
5. Kovaljova T.E., Vasil'eva D.A., Usadskij D.G. Evaluation of the efficiency of regenerative heat exchangers. *Inzhenernyy vestnik Dona = Engineering Bulletin of the Don*. 2019;(1). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-rekuperativnyh-teploobmennikov>
6. Ahremenkov A.A., Cirlin A.M. Mathematical model of liquid immersion cooling of computing devices. *Programmnye sistemy: teorija i prilozhenija = Software systems: theory and applications*. 2016;(1). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskaya-model-zhidkostnogo-pogruzhnogo-ohlazhdeniya-vychislitelnyh-ustroystv>
7. Patent 2576513 Russian Federation, MPK A61L 9/22. The method of air ionization and the device for its implementation. Kurnosov N.E., Inozemcev D.S.; the applicant and the patent holder «VKM group». № 2013158077/15; appl. 08.07.2011; publ. 10.03.2016. (In Russ.). Available at: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_2013158077_20150820_A_RU/
8. Merkulov A.P. *Vihrevoj jeffekt i ego primenenie v tehnike = The vortex effect and its application in engineering*. (In Russ.). Available at: <https://reallib.org/reader?file=475842>

Поступила в редакцию / Received 04.03.2024

Принята к публикации / Accepted 04.04.2024