

Н.В. Анциферова, А.А. Александров

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРУБКИ РАНКА-ХИЛША ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ЯКОРЕЙ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТА

Аннотация. В статье рассматривается вопрос длительности технологического процесса охлаждения якорей тягового электродвигателя электровозов 2ЭС5К. Приведены и проанализированы способы охлаждения якорей тягового электродвигателя.

В работе показан теоретический и иллюстрированный материал, который позволяет оценить предлагаемый способ, как один из вариантов охлаждения якорей тягового электродвигателя. Описывается способ применения трубки Ранка-Хилша, его перспективы и возможности.

В статье представлены первоочередные задачи, заключающиеся в моделировании якоря тягового электродвигателя в среде MSC Patran-Sinda. В работе сформированы результаты экспериментальных исследований, поставлены задачи для дальнейшего исследования.

Ключевые слова: охлаждение, технологический процесс ремонта, трубка Ранка-Хилша, якорь ТЭД, оборудование для кондиционирования.

N.V. Antsiferova, A.A. Aleksandrov

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

PROSPECTS FOR THE USE OF THE RANK-HILSCH TUBE FOR COOLING THE ANCHORS OF A TRACTION MOTOR DURING REPAIR

Abstract. The article deals with the issue of the duration of the technological process of cooling the anchors of the traction electric motor of electric locomotives 2ES5K. The methods of cooling the anchors of the traction motor are given and analyzed.

The paper shows theoretical and illustrated material that allows us to evaluate the proposed method as one of the options for cooling the anchors of a traction motor. The method of application of the Rank-Hilsch tube, its prospects and possibilities are described.

The article presents the primary tasks of modeling the armature of a traction motor in the MSC Patran-Sinda environment. The results of experimental studies are formed in the work, tasks for further research are set.

Keywords: cooling, repair process, Wound-Hilsha tube, TED anchor, air conditioning equipment.

Введение

Улан-Удэнский Локомотивовагоноремонтный завод (далее УУЛВРЗ) производит средний и капитальный ремонт тяговых электродвигателей (далее ТЭД) электровозов 2ЭС5К. Технологический процесс среднего и капитального ремонта включает операции: изоляция пазов, намотка катушек, пропитка намотки, охлаждение. Для охлаждения якорей ТЭД после сушки, с температуры 160 °С до температуры 50 °С, используют охлаждающую установку УЗ39240-480, представленную на рисунке 1. Охлаждающая установка производит забор уличного воздуха, которым производится обдув якоря тягового электродвигателя. Время охлаждения составляет 12-48 часов. Время охлаждения якоря ТЭД существенно отличается зимой и летом. Для повышения производительности и эффективности технологического процесса среднего и капитального ремонта тяговых электродвигателей электровозов 2ЭС5К, руководство УУЛВРЗ поставило задачу сократить длительность процесса охлаждения якорей ТЭД.

Обзор способов охлаждения воздуха для обдува якорей ТЭД

Для охлаждения якорей ТЭД можно применить естественную и вынужденную конвекцию. Естественная конвекция занимает длительное время, поэтому ее применение для охлаждения якорей ТЭД будет нецелесообразно. Вынужденная конвекция реализуется путём

обдува воздухом. На данный момент, обдув производится при помощи вентиляторов. Для ускорения процесса целесообразно применять устройства для охлаждения воздуха, применяемого для обдува. Охлаждать воздух видится возможным при помощи кондиционеров, а также вихревой трубкой Ранка-Хилша.

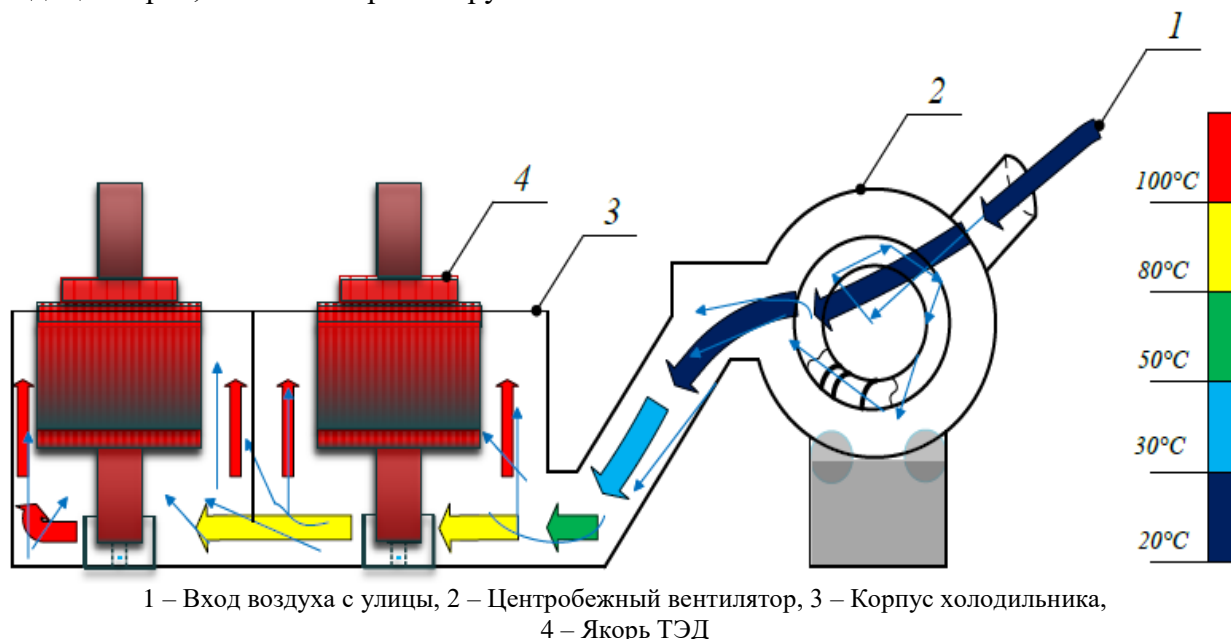
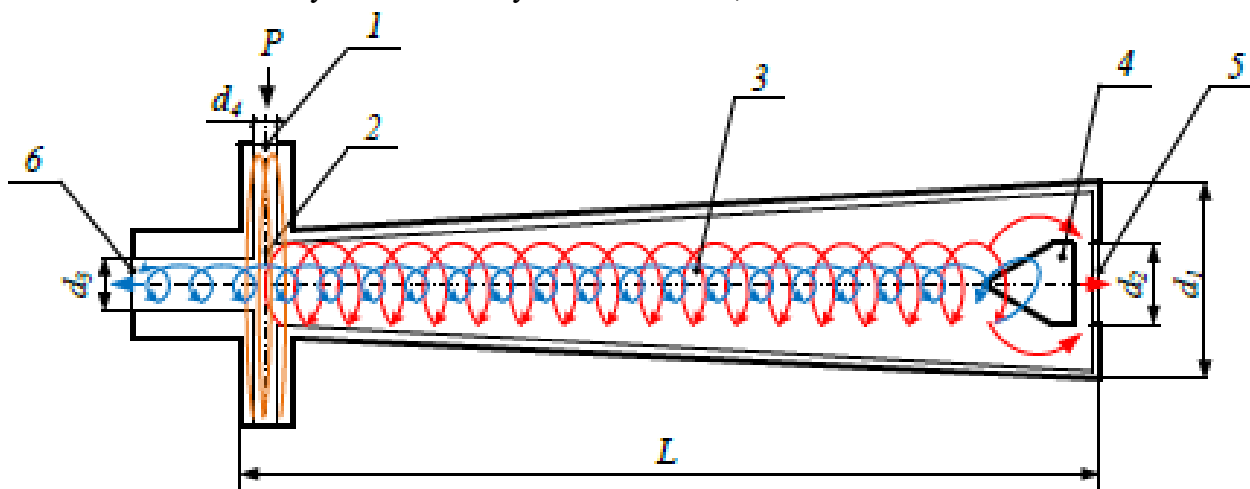


Рис. 1. Схема работы штатной установки УЗ39240-480 для охлаждения якорей ТЭД

Для охлаждения воздуха широко используется оборудование для кондиционирования. Достоинством данного оборудования является: широкая возможность модернизации и увеличения производительности системы. Основным из недостатков являются большие габариты оборудования [1-4]. Они достаточно габаритные и потому сложны в монтаже. В некоторых случаях специалистам приходится сооружать специальные площадки для подобного оборудования.

Вихревая трубка (трубка Ранка-Хилша) является механическим устройством, которое позволяет, разделить поток сжатого газа на две фракции, горячую и холодную (рисунок 2). Достоинством применения вихревых трубок является небольшие габариты, простота в обслуживании, отсутствие движущихся частей, надежность [5-10]. Стоимость внедрения данных трубок относительно невелика при наличии на предприятии пневматической системы, обеспечивающей подачу сжатого воздуха давлением 0,7 МПа.



1 – Гладкая цилиндрическая труба, 2 – Завихритель тангенциального или улиточного типа для подачи сжатого газа, 3 – Дроссельный кран (дроссель, вентиль), 4 – Выход горячего газа через кольцевую щель, 5 – Диафрагма для выхода горячего газа, 6 – Диафрагма для выхода холодного газа

Рис. 2. Принципиальная схема вихревой трубки

Прогнозирование времени охлаждения якорей ТЭД, на основе моделирования в среде MSC Patran

На текущий момент охлаждение якорей ТЭД осуществляется в течении 12 часов при температуре охлаждающего воздуха 20 °С. На основе компьютерного моделирования в среде MSC Patran-Sinda (рисунок 3), был определен коэффициент теплоотдачи на границе якоря ТЭД и охлаждающего воздуха температурой 20 °С, составляющий 18 Вт/м²·К, обеспечивающий охлаждение в течении 12 часов. Рассчитанный коэффициент теплоотдачи позволяет смоделировать процесс охлаждения якоря ТЭД при температуре охлаждающего воздуха -40 °С, который составляет 4,5 часа. Кривые охлаждения наиболее нагретых участков якоря ТЭД при коэффициенте теплоотдачи 18 Вт/м²·К и температуре охлаждающего воздуха 20 °С и -40 °С представлены на рисунке 4.

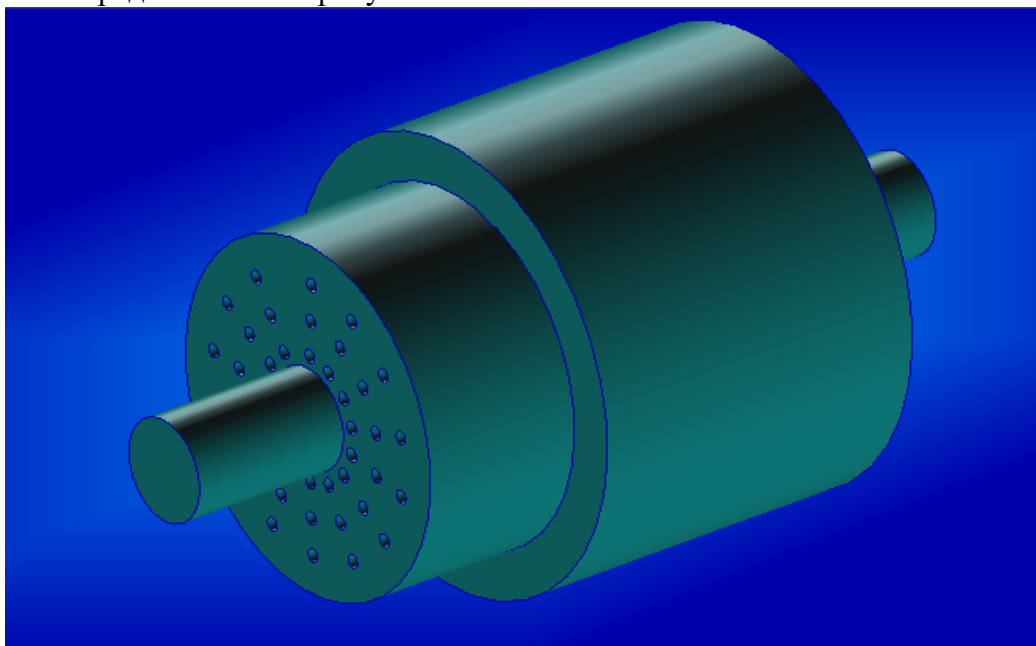


Рис. 3. Модель якоря ТЭД в среде MSC Patran

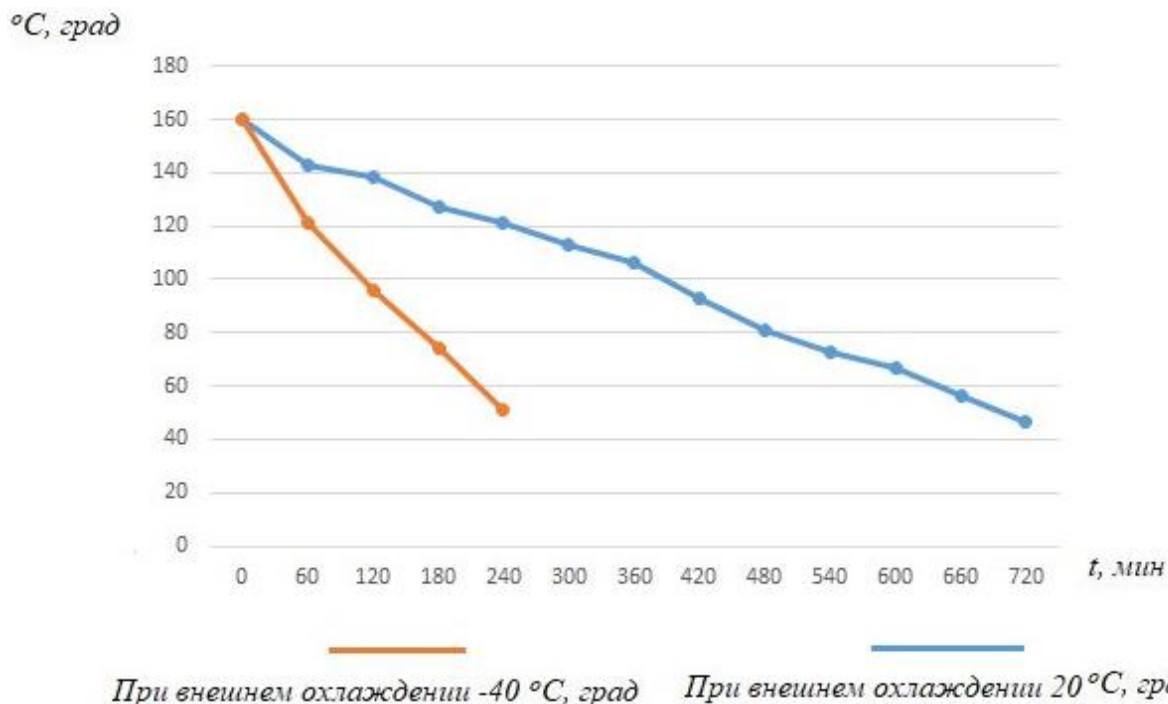


Рис. 4. Кривые охлаждения наиболее нагретых участков якоря ТЭД при коэффициенте теплоотдачи 18 Вт/м²·К и температуре охлаждающего воздуха 20 °С и -40 °С

Для проведения расчетов была использована упрощенная модель якоря ТЭД, имеющая длину 1280 мм, максимальный диаметр 660 мм, которые соответствуют габаритам якоря ТЭД электровоза 2ЭС5К, но не учитывающая сборное строение моделируемого устройства. Учитывая высокую контактную теплопроводность металлов деталей, входящих в состав якоря ТЭД и относительно низкие значения коэффициентов теплоотдачи, сборное строение якоря ТЭД видится целесообразным не учитывать.

На основании проведенного компьютерного моделирования в среде MSC Patran-Sinda можно сделать вывод о перспективности сокращения времени охлаждения якорей ТЭД в рамках капитального и среднего ремонтов за счет применения вихревой трубки Ранка-Хилша.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что перспективным является способ охлаждения якорей ТЭД при помощи вихревой трубки Ранка-Хилша. Следующим этапом исследования является определение наиболее технологичного, энергоэффективного и экономичного способа охлаждения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Системы кондиционирования, вентиляции и отопления: учебник / В. К. Пыжов, Н. Н. Смирнов; ИГЭУ. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 528 с.
2. Азаров А.И. Вихревые трубы в промышленности. Изобретатель – машиностроению. Энергосбережение и вихревой эффект: исследование и освоение инновационных проектов. – СПб.: Изд-во ЛЕМА, 2010. – 170 с.
3. Коркодинов Я.А., Применение эффекта РанкаХильша // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2012. – № 4. – 54 с.
4. Amsterdam, 2006. – 11 p. 7. Халатов А.А., Теория и практика закрученных потоков, Киев, Наукова думка, 1989. – 192 с.
5. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. Москва: Издательство «Машиностроение», 1969г. – 175 с.
6. Пиралишвили Ш.А. Вихревой эффект. Эксперимент, теория, технические решения/ Ш.А. Пиралишвили, В.М. Поляев, М.Н. Сергеев / Под. ред. А.И. Леонтьева. – М.: УНПЦ «Энергомаш», 2000. – 412 с.
7. Кузнецов В.И. Теория и расчет эффекта Ранка. Омск: Омский гос. тех. универ., 1995. – 217 с.
8. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. М.: Наука, 1984. – 716 с.
9. Ханнанов Р.Б. Вихревая труба как вакуумный насос // Вестник Казанского технологического университета– 2010. – № 11. – 494–496 с.
10. Гольдштик М.А., Штерн В.Н., Яворский Н.И., Вязкие течения с парадоксальными свойствами, Новосибирск: Наука, 1989. – 336 с.

REFERENCES

1. Air conditioning, ventilation and heating systems: textbook / V. K. Pyzhov, N. N. Smirnov; IGEU. – Moscow; Vologda : Infra-Engineering, 2019. – 528 p.
2. Azarov A.I. Azarov A.I. Vortex tubes in industry. Researcher for engineering. Energy saving and vortex effect: research and development of innovative projects. – SPb.: LEMA, 2010. – 170 p.
3. Korkodinov Ya.A., Application of the Hilsch Wound effect // Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Mechanical engineering, materials science. - 2012. – No. 4. – 54 p.
4. Amsterdam, 2006. – 11 p. 7. Khalatov A.A., Theory and practice of swirling flows, Kiev, Naukova dumka, 1989. – 192 p.
5. Merkulov A.P. Vortex effect and its application in engineering. Moscow: Publishing House "Mashinostroenie", 1969 – 175 p.

6. Piralishvili S.A. Vortex effect. Experiment, theory, technical solutions / S.A. Piralishvili, V.M. Polyayev, M.N. Sergeev / Edited by A.I. Leontiev. – M.: UNPC "Energomash", 2000. – 412 p.
7. Kuznetsov V.I. Theory and calculation of the Wound effect. Omsk: Omsk State Technical University. univer., 1995. – 217 p.
8. Abramovich G.N. Theory of turbulent jets. M.: Nauka, 1984. – 716 p.
9. Khannanov R.B. Vortex tube as a vacuum pump // Bulletin of Kazan Technological University– 2010. – No. 11. – 494-496 p.
10. Goldshtik M.A., Stern V.N., Yavorsky N.I., Viscous flows with paradoxical properties, Novosibirsk: Nauka, 1989. – 336 p.

Информация об авторах

Анциферова Никита Вадимовна – студент гр. ПСЖ.4-18-1, кафедра «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: e: nika.n1k1@yandex.ru

Александров Андрей Алексеевич – к.т.н., доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: andreyaalexandrov2008@ya.ru

Information about the authors

Nikita Vadimovna Antsiferova – Student, Department of Automation of Production Processes, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: nika.n1k1@yandex.ru

Andrey Alekseevich Aleksandrov – Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor of the department «Automation of Production Processes», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: andreyaalexandrov2008@ya.ru