

**ТЕПЛОТДАЧА В КАНАЛАХ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ
ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

**HEAT EXCHANGE IN CHANNEL OF RAILWAY MOTOR COOLING
INSTALLATION**

*канд. техн. наук А.А. Алексахин¹, ст. преподаватель А.В. Панчук², канд.
техн. наук Л.А. Пархоменко², канд. техн. наук А.В. Беловол²*

¹*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина (г. Харьков)*

²*Украинский государственный университет железнодорожного
транспорта (г. Харьков)*

PhD (Tech.) A.A. Aleksahin¹, senior lecturer A.V. Panchuk²

PhD (Tech.) L.A. Parhomenko², PhD (Tech.) A.V. Belovol²

¹*V.N. Karazin Kharkov university (Kharkov)*

²*Ukrainian State university of railway transport (Kharkov)*

Вопросы надежности и экономичности работы электрических машин неразрывно связаны с проблемой эффективности охлаждения их конструктивных элементов. Значения допустимых температур нагрева регламентируется в зависимости от свойств материалов электрической изоляции [1].

Охлаждение сердечников якорей осуществляется воздухом. Систему охлаждения выполняют обычно в виде каналов круглого или прямоугольного сечения. Мощность на привод вентиляторов, необходимая для обеспечения необходимого уровня температур, составляет 8-10% величины мощности тягового электродвигателя.

Расчет теплоотдачи в цилиндрических трубах и некруглых каналах выполняют, как правило, с применением одних и тех же критериальных уравнений с использованием для каналов сложной формы в качестве характерного размера эквивалентного диаметра поперечного сечения. Однако, течение потока вещества в прямых некруглых каналах усложняется целым рядом особенностей по сравнению с течением в круглой трубе. Основная из них состоит в том, что по периметру некруглых каналов происходит изменение гидродинамических характеристик потока. Вследствие наложения пограничных слоев вблизи углов образуются развитые ламинарные области и вторичные течения, направленные по биссектрисам к углам каналов. Отмеченные особенности течения, естественно, вызывают неравномерность распределения местных значений коэффициентов теплообмена по периметру канала. Вследствие наложения пограничных слоев вблизи углов интенсивность теплопереноса в этих зонах ниже, чем в середине сторон [2]. В центральной части периметра прямоугольных каналов коэффициент теплообмена примерно на 10-15% выше, а для угловой части на 25% ниже, чем средние в поперечном

сечении значения. Такой характер распределения коэффициентов теплообмена по периметру может обуславливать, нагрев материала конструкций, прилегающих к угловым зонам.

Поскольку для привода вентиляторов системы охлаждения тяговых электродвигателей расходуется часть энергии, вырабатываемой силовой установкой тепловоза, эффективность процессов теплоотвода заметно влияет не только на тепловое состояние элементов конструкции двигателя, но и на коэффициент полезного действия силовой установки и расход топлива.

Одним из направлений повышения эффективности работы системы охлаждения является обеспечение условий для увеличения коэффициентов теплообмена между стенками каналов и охлаждающим теплоносителем. Так, например, применение кольцевых диафрагм и канавок позволяет сократить вес и объем теплопередающей части газодляных холодильников в 1,5 раза [3]. Уменьшение поверхности теплообмена круглой трубы при использовании проволочных турбулизаторов для диапазона чисел $5 \cdot 10^3 < Re < 20 \cdot 10^3$ по данным [4] находится в пределах 30%. Использование труб с разрезными ребрами позволяет уменьшить габариты калориферов в 1,5 – 1,75 раза [5]. Применение труб с просечным спиральным оребрением конвективных поверхностей нагрева котельных агрегатов позволяет существенно увеличить интенсивность теплообмена в сравнении с трубами со сплошным оребрением. По данным [6] для шахматных пучков труб указанное увеличение составит 32-43%, для коридорных – 17-32,8 %.

Наиболее распространёнными являются два направления интенсификации теплообмена в каналах: увеличение теплоотдачи за счет создания повышенных уровней турбулентности внешнего потока и применение поверхностей с искусственной шероховатостью. Целесообразность применения того или иного метода интенсивности решается для каждого конкретного случая отдельно.

В конечном результате предложены формулы для определения скорости охлаждающего воздуха, необходимой для обеспечения требуемого температурного режима узлов тягового электродвигателя. На основании обобщения результатов расчетов выполнены оценки снижения мощности вентиляторов системы охлаждения при применении искусственной интенсификации теплообмена в каналах.

[1] Беспрозванных А.В. Математические модели и методы электроизоляционных конструкций: учебное пособие [Текст] / А. В. Беспрозванных, Б. Г. Набока ; Харьковский политехнический ин-т, нац. техн. ун-т. — Харьков : НТУ "ХПИ", 2012. — 108 с.

[2] Павловський В.Г. Особливості гідродинаміки і теплообміну в некруглих каналах: монографія [Текст] / В.Г. Павловський: Харьковский политехнический ин-т, нац. техн. ун-т. — Харьков : НТУ "ХПИ", 2006. — 104 с.

[3] Дрейцер Г.А., Калинин С.К. Исследование интенсификации теплообмена в продольно омываемом воздухом тесном пучке труб [Текст] / Г.А. Дрейцер, С.К. Калинин // Инженерно-физический журнал. – 1968. – т.15. – №3. – С. 408-415.

[4] Клачак А. Теплопередача в трубах с проволочными и ленточными турбулизаторами [Текст] / А. Клачак // Тр. Америк. общ-ва инж-мех-в., Теплопередача. – 1973. – т.95. - №4. – С. 134-136.

[5] Кунтыш В.Б., Иохведов Ф.М. Выбор эффективной поверхности нагрева для создания компактного воздухонагревателя (калорифера) [Текст] / В.Б. Кунтыш, Ф.М. Иохведов // Изв. ВУЗОВ. Энергетика. – 1970. - №5. – С. 68-72.

[6] Галуцак І.В. Підвищення ефективності конвективних поверхонь нагріву котельних агрегатів в системах теплогазопостачання [Текст] : автореф. дис. канд. техн. Наук. – Харків, 2016.- 20 с.