Кафиев И.Р., Нугуманов Р.Р.

Обзор тепловых схем замещения линейного асинхронного двигателя

Баширский государственный аграрный университет
(Россия, Уфа)

doi: 10.18411/lj-25-12-2017-06

idsp: 000001:lj-25-12-2017-06

Аннотация

В статье проведен обзор тепловых схем замещения линейного асинхронного двигателя, работающего в непрерывном режиме. Рассмотрены математические модели, соответствующие данным тепловым схемам.

Ключевые слова: тепловая схема замещения; линейный асинхронный двигатель; математическая модель; теплоемкость; тепловая проводимость.

Согласно [1] основным фактором, влияющим на надежность линейного асинхронного двигателя (ЛАД), является тепловое старение изоляции обмотки под воздействием высоких температур, возникающих при работе электрической машины.

Для тепловых расчетов электрических машин при решении задачи нагрева нашел широкое применение метод эквивалентных тепловых схем [2]. Сущность метода заключается в том, что машину или ее часть разделяют на составные тела или сегменты, близкие или по материалу, или по характеру контакта с соседними элементами или средой.

Наиболее простой представляется одномассовая схема, в которой ЛАД представляется единым телом [3]. В данной схеме не учитывается разнородность температур между корпусом ЛАД и его отдельными частями, однако опорной точкой для измерения температур является часть двигателя, которая наиболее подвержена перегреву.

Одномассовую тепловую схему замещения ЛАД можно описать следующим дифференциальным уравнением:

$$C \frac{d\tau}{dt} = P - G\tau, \quad (1)$$

где τ – превышения температуры ЛАД над температурой окружающей среды;

P – выделяемая тепловая мощность ЛАД;

C – суммарная теплоемкость ЛАД;

G – тепловая проводимость корпуса ЛАД.

Двухмассовая тепловая схема замещения линейного ЛАД, которая представлена на рисунке 1, имеет две однородные массы - индуктор и вторичный элемент (ВЭ) [4].

Рисунок 1 Двухмассовая тепловая модель замещения ЛАД

Элемент 1 соответствует обмотке индуктора, а элемент 2 включает в себя остальные элементы конструкции ЛАД. Такая схема содержит два источника тепла P_1 и P_2 , теплоемкости узлов C_1 и C_2 и тепловые проводимости G_1 и G_2 (от узлов 1 и 2 в окружающую среду), а также G_{12} (между узлами 1 и 2).

Двухмассовой тепловой схеме замещения ЛАД соответствует математическая модель, которая имеет следующий вид:

$$\begin{cases} C_1 \frac{d\tau_1}{dt} = P_1 - G_1\tau_1 + G_{12}(\tau_2 - \tau_1); \\ C_2 \frac{d\tau_2}{dt} = P_2 - G_2\tau_2 + G_{12}(\tau_1 - \tau_2), \end{cases} \quad (2)$$

где τ_1 и τ_2 – превышения температур элементов 1 и 2 над температурой окружающей среды.

Более точные результаты получаются в тепловой схеме замещения ЛАД, где обмотка индуктора представляет первое тело, сталь индуктора – второе тело, а ВЭ является третьим телом [5] (рисунок 2).

Рисунок 2 Трехмассовая тепловая схема замещения ЛАД: 1 – обмотка индуктора; 2 – сталь индуктора; 3 – вторичный элемент ЛАД;

G_1, G_2, G_3 – тепловая проводимость от обмоток индуктора, магнитопровода индуктора и ВЭ в окружающую среду, соответственно;

G_{12}, G_{23}, G_{31} – тепловые проводимости между телами

Данной схеме соответствует математическая модель тепловых процессов в ЛАД, которая имеет следующий вид:

$$\begin{cases} C_1 \frac{d\tau_1}{dt} = P_1 - G_1\tau_1 + G_{12}(\tau_2 - \tau_1) + G_{13}(\tau_3 - \tau_1); \\ C_2 \frac{d\tau_2}{dt} = P_2 - G_2\tau_2 + G_{12}(\tau_1 - \tau_2) + G_{23}(\tau_3 - \tau_2); \\ C_3 \frac{d\tau_3}{dt} = P_3 - G_3\tau_3 + G_{23}(\tau_2 - \tau_3) + G_{31}(\tau_1 - \tau_3), \end{cases} \quad (3)$$

где τ_1, τ_2, τ_3 – соответственно превышение температуры обмотки индуктора, стали и ВЭ температуры окружающей среды;

P_1, P_2, P_3 – выделяемая тепловая мощность обмоткой индуктора, сталью индуктора и ВЭ; C_1, C_2, C_3 – теплоемкости элементов ЛАД.

Таким образом, точность теплового расчета зависит от количества элементов схемы и правильности определения коэффициентов тепловой проводимости и теплопроводности элементов ЛАД.

1. Кафиев И.Р. К вопросу о надежности линейного асинхронного двигателя / И.Р. Кафиев, Л.Р. Галлямова // Наука и образование: новое время. 2017. № 5 (22). С. 256-259.
2. Проектирование электрических машин: Учеб. для вузов / И.П. Копылов, Б.К. Клоков, В.П. Морозкин, Б.Ф. Токарев; под ред. И.П. Копылова. 3-е изд., испр. и доп. М.: Высшая школа, 2002. 757 с.
3. Качан Ю.Г. Идентификация параметров и проверка адекватности тепловой модели асинхронного двигателя, работающего в условиях некачественной электроэнергии / Ю.Г. Качан, А.В. Николенко, В.В. Кузнецов // Электромеханические и энергосберегающие технологии. 2012. № 1 (17). С. 87-90.
4. Анучин А.С. Двухмассовая тепловая модель для энергоэффективного выбора асинхронного двигателя / А.С. Анучин, К.Г. Федорова // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2013. № 3. с. 47-50.
5. Кафиев И. Р. Математическая модель тепловых процессов в линейном асинхронном двигателе / И. Р. Кафиев, Л.Р. Галлямова, Р.Р. Нугуманов // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXVII Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2017». Уфа: ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 2017. С. 340-343.

Мардигаллямов Р.С., Толуева Д.С., Ахмерова Г.М.

Возможность применения теплоизоляции ThermaEco для труб системы отопления в индивидуальном тепловом пункте

*Казанский государственный архитектурно-строительный университет
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/lj-25-12-2017-07

idsp: 000001:lj-25-12-2017-07

Аннотация

Теплоизоляция ThermaEco используется для новых и реконструируемых систем отопления, водоснабжения, вентиляции и канализации. В статье рассматривается возможность применения ThermaEco для труб системы отопления в индивидуальном тепловом пункте (ИТП), рассчитывается температура на поверхности тепловой изоляции трубопроводов, расположенных в обслуживаемой зоне.

Ключевые слова: теплоизоляция ThermaEco, централизованное теплоснабжение

ThermaEco - экологически чистый материал, безопасный, гибкий, простой и лёгкий в монтаже, характеризуются высокими теплофизическими и физико-механическими свойствами, эффективно снижает тепловые потери и структурные шумы, защищает поверхность оборудования от коррозии и конденсата, препятствует замерзанию теплоносителя. При небольших диаметрах труб изоляция легко устанавливается на дуги и колена без дополнительных надрезов, не требует средств персональной защиты. Универсальная трубная теплоизоляция ThermaEco из вспененного полиэтилена с закрытой ячеистой структурой предназначена для работы с системами отопления, вентиляции, водоснабжения и канализации. Она более доступна для широкого применения, так как в основе изоляции используется в основном отечественное сырьё [1].

Технические характеристики теплоизоляции ThermaEco: температура применения от -80 + 95 °С, пожарный класс Г1 (слабогорючие), диаметр изолируемой трубы – от 6 до 159 мм; коэффициент теплопроводности $\leq 0,036$ Вт/м·К при 25 °С (ГОСТ 7076-99); толщина изоляции – 6, 9, 13, 20, 25мм; гибкие трубки с продольным надрезом, отрезками по 2 метра, цвет тёмно-серый; размерный ряд составлен в соответствии с наиболее распространёнными диаметрами стальных, медных и пластиковых труб и полностью отвечает запросам потребителей.