

времени. Для обеспечения комфорта и удобства в доме или квартире могут использоваться разнообразные устройства, начиная от самодельных и заканчивая высокоинтеллектуальными гаджетами АСУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Housecontrol Умный дом: без проводов и компьютеров [Электронный ресурс] – режим доступа <http://www.housecontrol.ru/material/32.php>, свободный дата обращения 01.10.2015
2. Международный научно-исследовательский журнал «Умный дом»: идеология и технология» [Электронный ресурс] – режим доступа <http://research-journal.org/arch/umnyj-dom-ideologiya-ili-texnologiya/>, свободный дата обращения 05.10.2015
3. Байгозин Д. В. Первухин Д. Н. Захарова Г. Б. «Разработка принципов интеллектуального управления инженерным оборудованием в системе «умный дом» Томск 2008г
4. Соловьев М.М. Интеллектуальное здание. Понятия и принципы // Строительная инженерия. – 2005.

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Кондаков Д. О.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В настоящее время достаточно остро стоит вопрос тепловых перегрузок тягового оборудования электроподвижного состава. Данное обстоятельство является следствием эксплуатации тягового электропривода электровозов в постоянно тяжелых условиях работы. Другим фактором тепловых перегрузок электродвигателей являются перегрузки оборудования, возникающие в результате превышения весовых норм эксплуатируемого подвижного состава. При этом основными типами отказов тяговых электродвигателей (ТЭД), работающих в таких условиях, становятся пробой изоляции обмоток (до 40 %) [1], возникающие в результате ускоренного старения изоляции. Как известно, превышение температуры на 10 °С снижает ресурс изоляции в два раза [2]. Следовательно, для предотвращения преждевременного выхода тяговых электродвигателей из строя и определения остаточного ресурса ТЭД необходимо иметь полную и верную информацию о температурах всех его элементов.

Решением данной задачи является применение устройств для контроля и оценки теплового состояния тягового двигателя электровозов и тепловозов в процессе их эксплуатации. Такие устройства помогают выявить наиболее нагретые узлы ТЭД, в целях управления мотор-вентиляторами, подающими охлаждение на ТЭД, изменения режима работы машины, а также оценить остаточный ресурс электродвигателя. Оценить тепловые нагрузки на двигатель можно с помощью разработанных полезных моделей, которые позволяют получить интересующие данные и контролировать температурные нагрузки ТЭД. Существует ряд отечественных и зарубежных систем контроля теплового состояния тягового электродвигателя. Чаще всего, в имеющихся системах защиты и контроля используются встроенные датчики температуры обмоток. Обычно, в промышленных двигателях для этого используют резистивные датчики температуры, вмонтированные в статорные обмотки для тщательного контроля

температуры в статорной обмотке [3]. Более сложное оборудование – аналоговое реле с конструкцией, основанной на знании тепловой схемы вращающейся машины, и содержащей обратную связь от встроенного датчика температуры [4]. Известна тепловая модель, которая позволяет прогнозировать температуры вращающегося ротора [5]. В ней по известной температуре статора и токи статорной обмотки происходит вычисление температуры двигателя. Данная система обеспечивает сигнал отключения, при превышении предельных условий, установленных изначально.

Исторически в отличие от промышленных двигателей, тяговые двигатели не были защищены от тепловых перегрузок. Расположение двигателей, само по себе изначально подвергает кабели температурных датчиков ударам и вредному воздействию окружающей среды. Возможность ложных показаний или повреждений датчиков обычно влияют на надежность системы, которая мешает использовать встроенные датчики.

Для тяговых электродвигателей существует ряд патентных разработок. Так, патент США №5298842 [6] описывает тепловую защиту двигателя локомотива, основанную на измерении трех переменных: температуру воздуха на входе системы охлаждения, температуру статорной обмотки, измеренную встроенным датчиком, и ток статорной обмотки двигателя. Так же, известна система тепловой защиты, содержащая электронное моделирующее устройство [7], по величине выходного сигнала с помощью которого автоматически ступенями изменяется подача воздуха мотор-вентиляторов в системе охлаждения тяговых электродвигателей электровазов. В основе: аналогия между динамическими процессами нагревания и остывания якорных обмоток электрических машин и процессами заряда и разряда конденсатора в R-C цепи. Необходимо отметить, что данная система имеет недостаток: вследствие ее разомкнутости система имеет большую статическую неравномерность и повышенные затраты электроэнергии на функционирование.

Также известна математическая модель системы охлаждения тяговых электрических машин локомотивов как объекта регулирования температуры [8]. Данная система охлаждения рассматривается здесь теоретически автоматического регулирования как элемент автоматической системы регулирования температуры. Математическая модель представляет собой систему дифференциальных уравнений, составленную на основании уравнений теплового баланса, описывающую процессы изменения средней температуры обмотки одного добавочного полюса в зависимости от регулирующего и возмущающих (напряжение, ток электрической машины, температура охлаждающей среды) воздействий.

Наиболее близким к заявляемой полезной модели является устройство для автоматического регулирования температуры обмоток электрической машины постоянного тока (РФ №2177669) [9]. Данная полезная модель содержит математическую модель электрической машины как объекта подачи тепла. На входы блока, содержащего математическую модель, подаются сигналы с выходов датчиков тока и напряжения электрической машины, частоты вращения вала электрической машины, частоты вращения вала вентилятора, температуры охлаждающей среды, а также воздействие, корректирующее процесс вычисления значений максимальной локальной температуры якорной обмотки, обмоток главных и добавочных полюсов. Устройство выполняет вычисление максимальной локальной температуры якорной обмотки, обмоток главных и добавочных полюсов. К недостаткам данной системы можно отнести сложность устройства, заключающееся в том, что для его функционирования необходимо знать падения напряжения на обмотках главных и добавочных полюсов электрической машины. В тяговом двигателе это является большой проблемой из-за

невозможности размещения кабелей в пространстве двигателя. Проблемой также является измерение скорости вращения вала двигателя. Кроме того, данное устройство производит вычисление температуры якорной обмотки, обмоток главных и добавочных полюсов, которая может не соответствовать локальным температурам наиболее нагретых областей, а соответственно, и перегревам.

Более точную информацию о температурном поле машины можно получить теоретическим путем на основе уравнения теплопроводности (Богаенко И.Н. Контроль температуры электрических машин. - Киев:Техника, 1975. - 176 с.; Попов А.А., Логинова Е.Ю. Результаты экспериментального и расчетного определения температур обмоток тягового электродвигателя. Вестник ВНИИЖТ, 1999, №6, с.34-39) [10]. Математическая модель обеспечивает полную картину поля, при условии получения надежных сведений о распределении потерь, свойствах материалов и течении охлаждающих агентов. Для этого в вычислительный блок закладывается математическая модель теплового состояния двигателя, построенная на основании тепловых схем замещения и позволяющая по нескольким информационным значениям температуры конкретных частей машины определять общую картину температурных полей двигателя, и, соответственно, температуру наиболее нагретых точек. Используя тепловую модель ТЭД, можно контролировать температуру таких частей машины, как коллектор или якорная обмотка при вращении машины, имея информацию с ограниченного числа нескольких неподвижных точек (например, корпуса, охлаждающего воздуха).

Все представленные патентные решения дают погрешность результатов расчета с результатами испытаний не превышающую 10%, а с результатами литературы 5% [1]. Таким образом, можно сделать вывод о том, что нет оптимального решения, каждая из моделей имеет свои положительные и отрицательные черты и свою область применения, однако их применение позволит предупредить перегрев и преждевременный выход из строя ТЭД.

ЛИТЕРАТУРА

1. ПолезнаяМОДЕЛЬ.RU [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://poleznayamodel.ru/model/7/79840.html> (дата обращения 9.10.2015 г.).
2. NTPO [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.ntpo.com/patents_electronics/electronics_6/electronics_443.shtml (дата обращения 9.10.2015 г.).
3. Bankpatentov [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://bankpatentov.ru/node/344886> (дата обращения 19.10.2015 г.).
4. Freepatent [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.freepatent.ru/patents/2177669> (дата обращения 11.10.2015 г.).
5. Findpatent [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.findpatent.ru/patent/225/2251779.html> (дата обращения 18.10.2015 г.).
6. Freepm [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.freepm.ru/Models/79840> (дата обращения 10.10.2015 г.).
7. Cyberleninka [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-teplovogo-sostoyaniya-tyagovogo-elektrodvigatelya-dlya-prognozirovaniya-resursa> (дата обращения 12.10.2015 г.).
8. Пат. 2256996 Российская Федерация, МПК7 H02K9/04. Автоматическая система регулирования температуры обмоток тяговых электрических машин с электрическим на переменном токе приводом вентилятора / Луков Н. М., Ромашкова О. Н., Космодамианский А. С., Алейников И. А., Попов Ю. В. ; заявитель

- и патентообладатель: Российский государственный открытый технический университет путей сообщения Министерства путей сообщения Российской Федерации (РГОТУПС) (RU) – № 2003132783/11 ; заявлен 11.11.2003 ; опубл. в БИ № 20, 20.07.2005.
9. Пат. 2256996 Российская Федерация МПК7 H02K9/04. АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБМОТОК ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ ПРИВОДОМ ВЕНТИЛЯТОРА. Луков Н.М. (RU); Ромашкова О.Н. (RU); Космодамианский А.С. (RU); Алейников И.А. (RU); Попов Ю.В. (RU) ; заявитель и патентообладатель: Российский государственный открытый технический университет путей сообщения Министерства путей сообщения Российской Федерации (РГОТУПС)– № 2003132783/11; заявлен 11.11.2003 ; опубл. в БИ № 20, 20.07.2005.
10. Пат. 2177669 Российская Федерация МПК7 H02K9/04. УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБМОТОК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА / Космодамианский А.С.; Луков Н.М.; Попов В.М. ; заявитель и патентообладатель: Российский государственный открытый технический университет путей сообщения (РГОТУПС)– № 2000105953/09; заявлен 14.03.2000 ; опубл. в БИ № 20, 27.12.2001

БЕСКОНТАКТНАЯ ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Ибрагим Абдулла Хайдар Абдо

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Любое преобразование энергии, ее передача и потребление связаны с определенными потерями: ток, протекающий по проводнику, нагревает его джоулевы потери; магнитный поток в стальных сердечниках трансформаторов и электрических машин вызывает потери на перемагничивание и вихревые; электрические потери в изоляции - на переменную поляризацию молекул диэлектрика и токи утечки; механические потери возникают во вращающихся машинах от трения в подшипниках и трения вращающихся частей об охлаждающую среду.

В конечном счете, все потери превращаются в тепло и нагревают работающее оборудование. В первую очередь нагреваются органическая изоляция и переходные контакты электрических цепей. Изоляция из бумаги, пропитанной маслом, от нагрева стареет, и тем быстрее, чем выше ее температура. Повышенный нагрев электрических аппаратов приводит к искривлению их, заклиниванию подвижных частей и как следствие - к отказу в работе.

Температура оборудования:- это первое, на что обращает внимание дежурный персонал в процессе обслуживания. К измерению температуры оборудования в энергетике предъявляются два основных требования: точность и надежность. Разработано несколько методов термо контроля, основными из которых являются: метод терморезистора, метод термопары, инфракрасный метод, методы, использующие изменение физического или химического