

ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОВОЗА ВВЕДЕНИЕМ МНОГОМЕРНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

В.П. Смирнов

Результаты исследований надежности предельно нагруженного оборудования электровозов свидетельствуют о необходимости ввода бортовых систем контроля температуры, дающих информацию о тепловом состоянии оборудования непосредственно в эксплуатации, и обеспечивающих благодаря этому более полный и точный диагноз и прогноз состояния оборудования. Для повышения функциональной надежности электровоза необходимо введение такой системы температурного контроля предельно нагруженного оборудования, которая соответствует принципам многомерности (многоточечности), непрерывности и многоуровневости. Принцип многомерности предполагает контроль температуры достаточного множества наиболее «уязвимых» узлов и элементов тяговых двигателей (ТД) - якорь, моторно-якорные и моторно-осевые подшипники, сглаживающих реакторов (СР) – оба вывода из СР, выпрямительно-инверторных преобразователей (ВИП) - наиболее нагруженные и наименее охлаждаемые тиристоры, асинхронных вспомогательных машин (АВМ) - статорные обмотки, ротор и подшипники. Принцип непрерывности предполагает непрерывный или дискретный, с достаточным периодом по времени, объективный контроль температуры лимитирующих элементов оборудования. Это обеспечивает получение своевременной информации о перегреве оборудования и возможность адекватной реакции на него локомотивной бригады (защитной аппаратуры), исключающей повреждения или ускоренный износ (старение) оборудования во всех эксплуатационных случаях, в том числе и в тех, когда температура нарастает до критического значения в течение десятков секунд и менее. Многоуровневость системы дает возможность локомотивной бригаде выполнить прогноз нарастания температуры во времени и принять объективное решение о последующих действиях, позволяющих исключить сбой движения особенно на лимитирующих перегонах с расчетными подъемами при сохранении оборудования.

Анализ методов и средств контроля температуры показал, что в условиях эксплуатации

предельно нагруженного оборудования электровозов переменного тока наиболее предпочтительными датчиками температуры являются металлические термосопротивления с линейной характеристикой изменения сопротивления от температуры, полупроводниковые термосопротивления с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления ТКС и термосопротивления с положительным ТКС (позисторы). Возможно также использование диодов, транзисторов в режиме диода и биметаллических реле-регуляторов. Для контроля температуры якорных обмоток ТД наиболее эффективным является метод косвенного измерения температуры якоря по температуре компенсационной обмотки. При измерении температуры моторно-якорных подшипников (МЯП) ТД, СР, ВИП, статорной обмотки, железа статора, подшипников АВМ может быть использован метод непосредственного измерения.

Элементы многомерной системы непрерывного контроля температуры введены на электровозах ВЛ 80Т (ТД и СР) и ВЛ85 (МЯП ТД, СР, буксовые подшипники колесных пар) (рис. 1 а,б).

Комплексом датчиков (позисторов) 1 вырабатываются сигналы, соответствующие температуре объекта. Информация поступает на вход измерительного устройства (ИУ) 2 встроенной температурной защиты (УВТЗ), являющегося пороговым устройством превышения уровня температуры. Пока температура контролируемых объектов находится на допустимом уровне суммарное сопротивление последовательно включенных позисторов одного УВТЗ не превышает образцового значения. При этом горит лампа зеленого цвета (З) в схеме сигнализации (СС) 3. Превышение температуры одного из объектов контроля вызывает рост сопротивления позистора. Суммарное сопротивление позисторов УВТЗ достигает установленного значения, оно срабатывает и в схеме сигнализации 3 загорается лампа красного цвета (Кр). При этом локомотивная бригада либо устраняет причину перегрева уменьшая нагрузку, увеличивая интенсивность вентиляции, либо отключает ТД, СБ (силовой блок СБ состоит из двух ТД, СР и ВИП (ВУК)). В трехуровневой системе (см. рис. 1б) КД1, ИУ1, СС (З, Ж) обес-

печивают контроль предварительного перегрева ($t_{np} = t_{don} - 15^0$). Комплекс датчиков 4, измерительное устройство 5 и схема сигнализа-

ции 3 (Кр) информируют локомотивную бригаду об увеличении температуры одного из объектов до предельно допустимого значения.

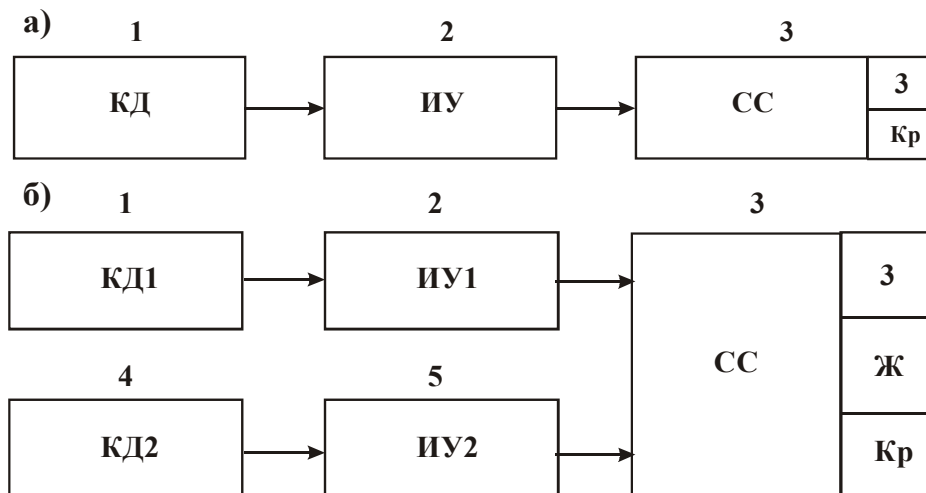


Рис. 1. Функциональные схемы температурного контроля: двухуровневая (а); трехуровневая (в)

Современная электронная техника позволяет создавать разнотипные системы контроля температуры. Возможно исполнение системы на ИМС малой и средней степени интеграции по архитектуре жесткой (неизменной) логики. Компоненты устанавливаются на печатные платы, а элементы плат соединяются в соответствии с реализуемым свойством функционирования. Также возможно создание системы температурного контроля на основе микропроцессорных комплектов или однокристальных ЭВМ. В этой системе при реализации необходимых пороговых функций необходимо создание программных средств, без которых микропроцессорная система не работоспособна. Учитывая сложные условия эксплуатации и уровень

развития электрической аппаратуры на ЭПС наиболее целесообразным является создание системы контроля температуры с автоматической жесткой логикой, с использованием ИМС малой и средней степени интеграции. В этой системе должны применяться электронные компоненты марок и серий, показавших высокую надежность при эксплуатации на ЭПС.

Элементы микроконтроллерной системы, работающей по принципу автомата жесткой логики, реализованы в блоке температурного контроля БТК тяговых двигателей электроваз ВЛ85 (рис. 2), опробованном и испытанном в лабораторных условиях и эксплуатации.

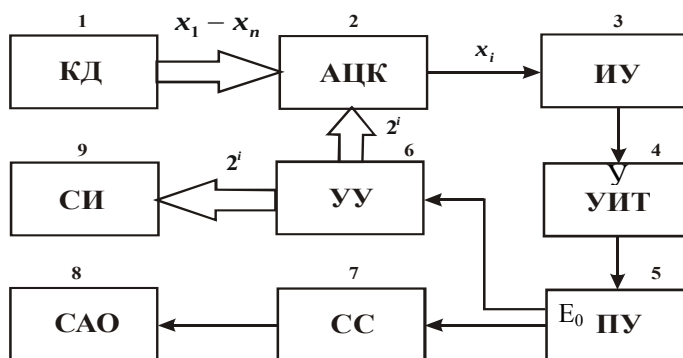


Рис. 2. Функциональная схема температурного контроля ТД

ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОВОЗА ВВЕДЕНИЕМ МНОГОМЕРНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Комплексом датчиков (транзисторов, включенных по схеме диода) 1 вырабатываются сигналы, соответствующие температуре объекта. По сигнальным проводам информация от датчиков поступает в аналогово-цифровой коммутатор 2, выполняющий их упорядоченный временной опрос. Выходной сигнал АЦК – совокупность квантованных по времени входных сигналов поступает на вход измерительного устройства 3. В ИУ сигналы усиливаются и поступают на устройство индикации температуры (микроамперметр) 4 и пороговое устройство превышения уровня температуры (элемент И-НЕ) 5. В ПУ происходит уровневая (амплитудная) оценка значений составляющих выходного сигнала АЦК. Процесс повторяется циклически до тех пор, пока какая-либо составляющая не превысит заданное в ПУ образцовое значение. Это происходит при увеличении температуры ТД до предельно допустимого значения. В этот момент времени ПУ вырабатывает сигнал остановки временного опроса E_o для устройства управления УУ АЦК 6. Устройство управления УУ останавливает процесс квантования,

соединяя датчик ТД с повышенной температурой через АЦК с ПУ. Одновременно ПУ активирует схемы сигнализации СС 7 и схему аварийного отключения САО (устройство задержки времени отключения 8), которая начинает отсчет времени до отключения линейного контактора или быстродействующего выключателя предаварийного ТД. При остановке АЦК схема индикации (СИ) 9 информирует локомотивную бригаду о номере перегретого ТД. Локомотивная бригада получив информацию о перегреве принимает решение об устранении причин его возникновения. При отсутствии адекватной реакции локомотивной бригады и температуре ТД, выше предельно допустимой, по истечении установленного времени задержки САО произведет отключение перегретого двигателя. При снижении температуры отключенного ТД ниже допустимой система разрешает его включение.

Элементы микроконтроллерной системы с использованием в качестве датчиков температуры термосопротивлений с отрицательным ТКС типа ММТ-1 реализованы в опытном образце температурного контроля ТД и СР секции электровоза ВЛ85 (рис. 3).

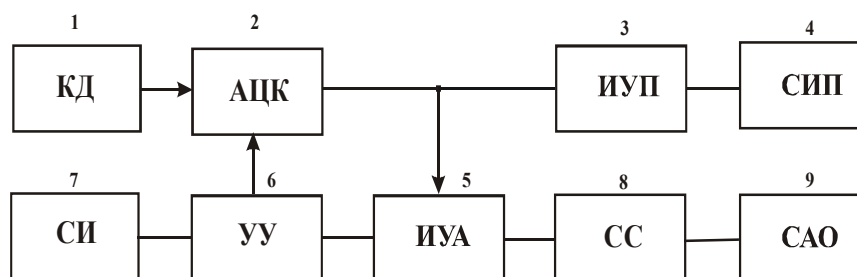


Рис. 3. Функциональная схема системы температурного контроля ТД и СР секции электровоза ВЛ85

Выходной сигнал АЦК U_{KB} поступает на вход измерительного устройства (компаратора) предварительного нагрева (ИУП) 3 ($t_{np} = t_{дон} - 20^0 \text{C}$). Производится сравнение $U_{ов}$ с образцовыми значениями напряжения U_{npTD} и $U_{npср}$. Процесс повторяется до тех пор, пока температура одного из ТД или СР (например ТД1) не возрастет до t_{np} . При этом напряжение первой составляющей $U_{кв}$ станет меньше U_{npTD} , что вызовет зажигание светодиода ТД1 на индикационной линейке схемы информации о предваритель-

ном нагреве (СИП) 4. При увеличении температуры ТД или СР до $T_{дон}$ измерительное устройство аварийного нагрева (ИУА) 5 подает сигнал на устройство управления АЦК 6.

При этом, как и в схеме БТК (см. рис. 2) прекращается опрос датчиков 1, схемы 7, 8 подают световой сигнал и показывают вид и номер перегретого оборудования, а схема 9 начинает отсчет времени на его аварийное отключение.

Анализ методов, средств и систем регулирования температуры показал, что в условиях эксплуатации электровозов переменного тока наиболее приемлемыми являются следующие системы регулирования температуры коллекторов ТД. Двух позиционное одно-

контурное регулирование по контуру расход охлаждающего воздуха изменением частоты вращения МВ (16 2/3; 50 Гц или 25; 50 Гц). Трехпозиционное одноконтурное регулирование по контуру расход охлаждающего воздуха (0; 16 2/3; 50 Гц или 0; 25; 50 Гц). Двухпо-

зиционное двухконтурное регулирование по контуру расход охлаждающего воздуха и контуру величина тока СБ (изменением напряжения управления БУВИП). Элементы системы регулирования температуры введены на электровозе ВЛ85 (рис. 4).

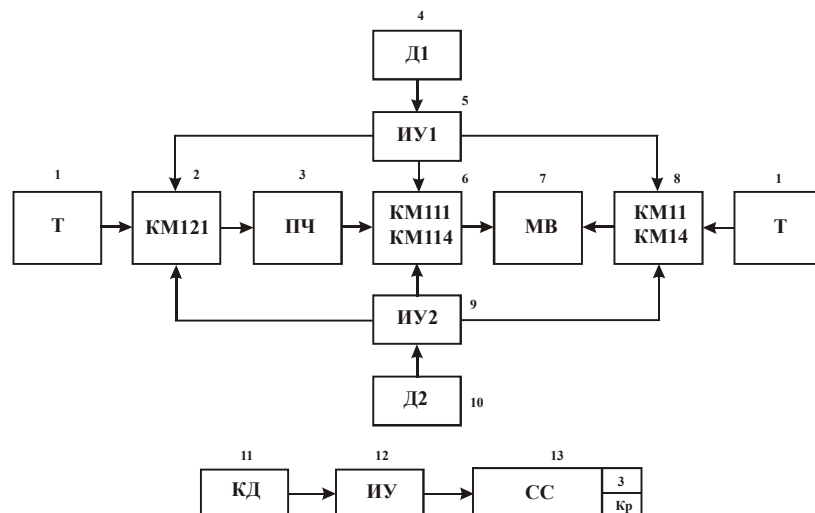


Рис.4. Функциональная схема системы контроля и регулирования температуры оборудования электровоза ВЛ85

С датчика температуры - позистора 4 (контроль температуры коллектора t_k осуществляется по температуре компенсационной обмотки) непрерывно поступают сигналы о температуре коллектора на измерительное устройство 5. При снижении t_k до 70°C измерительное устройство 5 подает сигнал на включение контактора 2 преобразователя частоты 3 типа ПЧ25/50 и отключение контакторов 8 мотор-вентиляторов 7, прекращая их питание напряжением частотой 50 Гц от трансформатора 1. После выдержки времени 4-6 с включаются контакторы 6, подавая на-

пряжение частотой 25 Гц на мотор-вентиляторы. При повышении температуры коллектора до 80°C по сигналу датчика 10 измерительное устройство 9 отключает контактор 2 питания преобразователя частоты, контакторы 6 и включает контакторы 8, подавая напряжение частотой 50 Гц мотор-вентиляторам 7. Контроль температуры ВИП, СР и ТД электровоза как в штатном режиме, так и в режиме регулирования температуры ТД осуществляет система, включающая комплекс датчиков 11, измерительные устройства 12 и схему световой сигнализации 13.