

Эксплуатационная безопасность локомотива

Страница 1:

Введение в эксплуатационную безопасность на локомотивах:

Добро пожаловать в модуль Эксплуатационная безопасность локомотива Углубленного курса «Электрические системы ES44AC». Локомотив серии ES44AC способен вырабатывать мощность 4400 л. с. или 3300 кВт при напряжении до 1400 В. Оборудование на локомотиве может нагреваться до температуры 1100°F (593°C), а компоненты тяжелого машинного оборудования, которые вращаются с различными скоростями, представляют угрозу для жизни и здоровья человека. По этим причинам, в этом модуле обсуждаются меры безопасности, которые должны соблюдаться на локомотиве и в смежных с ним зонах.

По завершении данного модуля вы сможете:

- Описывать потенциальные угрозы безопасности, существующие на локомотиве ES44AC.
- Описывать способы принятия мер предосторожности против подобных угроз безопасности.

Страница 2:

О чем следует помнить:

Инструкции были разработаны для персонала нашей компании, работающего на наших локомотивах, находящихся на территории нашего предприятия. В случае возникновения противоречий, правила технической эксплуатации железных дорог имеют преимущественную силу. Любые применимые федеральные, государственные или местные постановления имеют преимущественное право перед любыми инструкциями, приведенными в данном модуле. Во время работы на локомотиве или в смежных с ним зонах всегда следует носить защитные очки, защитную обувь и иные средства защиты, предписанные правилами технической эксплуатации железных дорог, федеральными, государственными или местными постановлениями.

Страница 3:

Риски, связанные с высоким напряжением:

Когда вы осознаете, что локомотив ES44AC действительно является автоматизированной, специализированной электросиловой установкой, то станет очевидным, что на локомотиве ES44AC имеются зоны, где присутствуют напряжения, которые представляют опасность для жизни и здоровья специалиста по техническому обслуживанию. В связи с этим, будет полезным

обсудить данные зоны, и напряжения, присутствующие в них, а также меры предосторожности, которые могут быть предприняты для обеспечения безопасности в данных рабочих зонах.

Страница 4:

Напряжение опасности:

В этой таблице перечислены зоны на локомотиве ES44AC и уровни напряжения, которые могут присутствовать в каждой из зон в зависимости от рабочих условий и конфигурации заказчика.

Страница 5:

Соображения по обеспечению безопасности:

Бывают ситуации, когда оборудование или зоны должны отключаться от напряжений, например, когда необходимо проведение технического обслуживания или ремонтных работ.

Предупреждение: Отсоедините соединительные кабели системы многих единиц (MU), соединяющие обслуживаемый локомотив с любым другим оборудованием, перед выполнением любых задач по техническому обслуживанию. Между соединенными устройствами может присутствовать опасное напряжение. Невыполнение отсоединения соединительных кабелей MU от обслуживаемого локомотива может привести к травме или смерти.

В таблице мероприятий по обеспечению безопасности перечисляются действия, которые могут предприниматься для устранения опасного напряжения в определенной зоне. Описание и расположение оборудования, упомянутого в предыдущей таблице, приводится в таблице расположения оборудования.

Страница 6:

Рычаг блокировки:

Рычаг блокировки является защитным устройством, расположенным внутри дверцы вспомогательного отсека. Он физически блокирует вход, находясь в опущенном положении (т.е. в горизонтальном положении). Как правило, для доступа во вспомогательную кабину необходимо поднять рычаг блокировки в вертикальное положение. Перемещением рычага блокировки автоматически приводится в действие блок из восьми переключателей. При подъеме рычага размыкается один из выключателей, который препятствует возбуждению вспомогательного генератора переменного тока, тем самым, отключая выходную мощность. Это обеспечивает гарантированное отключение выходной мощности главного генератора переменного тока, ТА. Даже если ТА не

вырабатывает мощность, на главной шине локомотива ES44AC могут присутствовать высокое напряжение из-за подключенных к шине конденсаторов. При подъеме рычага блокировки соединенные с ним два выключателя замыкаются и разряжают конденсаторы, устраняя этот источник опасности поражения током высокого напряжения.

Страница 7:

CDI:

И так, как узнать, что опасность была устранена? В верхней части внутренней поверхности дверцы вспомогательной кабины установлена панель, которая называется индикатор разряда конденсатора (CDI). На CDI смонтирован блок светоизлучающих диодов (СИД). Включенные СИД указывают на то, что напряжение на главной шине превышает 60 В_{DC}. Негорящие СИД указывают на напряжение ниже 60 В_{DC}. Подъемом рычага блокировки должны отключаться СИД, указывающие на то, что опасность поражения током высокого напряжения устранена.

Страница 8:

Предупреждения:

Во время обращения с рычагом блокировки следует соблюдать некоторые меры предосторожности. Перед открыванием вспомогательного отсека, поднимите рычаг блокировки и убедитесь, что все СИД на CDI выключены. Оставшийся включенным СИД указывает на вероятность наличия опасности поражения током высокого напряжения. Опускание рычага блокировки может привести к возобновлению генерации вспомогательной и тяговой мощности энергосистемами ES44AC. Для обеспечения дополнительной безопасности при входе во вспомогательный отсек, выключайте вспомогательный генератор переменного тока, обеспечивая его неактивное состояние. Виртуальный переключатель вспомогательного генератора переменного тока доступен на экране «Переключатели» бортового дисплея Smart Display, когда он находится на уровне №2 и уровнях выше. Запрещается поднимать рычаг блокировки во время работы локомотива под большой нагрузкой в двигательном режиме или в режиме самонагрузки, так как это может привести к возникновению неуставившегося режима в электрооборудовании и дизельном двигателе, что может серьезно повредить тяговую систему.

Страница 9:

Риски воздействия высоких температур:

Электрическая энергия на локомотиве ES44AC преобразовывается из механической энергии, вырабатываемой дизельным двигателем. Эта энергия

создается сгоранием топлива, при котором вырабатываются газы чрезвычайно высоких температур. Уже по одной этой причине на локомотиве присутствует высокая температура, которая представляет опасность для обслуживающего персонала. Также имеются другие источники высоких температур, образуемых преобразованием электрической энергии в механическую или тепловую энергию. В таблице перечисляется оборудование и зоны на локомотиве ES44AC с максимальными температурами, которые могут присутствовать в каждой зоне в зависимости от недавних рабочих режимов локомотива. Большинство температур, указанных в таблице, будут присутствовать только в случае, если локомотив был только что выведен из рабочего режима на магистрали или продолжительное время работал в режиме самонагрузки. В любом из данных условий следует проявлять осторожность при приближении к оборудованию или при входе в указанные зоны. Персоналу также следует пользоваться персональными защитными средствами, такими как жаропрочные перчатки.

Страница 10:

Риски, связанные с вращающимся оборудованием:

Вращающееся оборудование может представлять опасность на локомотиве ES44AC по нескольким причинам. Постоянно присутствует риск получения травмы в случае защемления вращающимся устройством. Кроме того, вращающееся устройство порождает достаточно сильный шум, который может повредить слух. Следует также учитывать то обстоятельство, что некоторые части вращающихся механизмов, приводимых в действие вспомогательным электропитанием, могут запускаться и останавливаться с непредсказуемыми интервалами времени для уменьшения расхода топлива.

Страница 11:

Риски, связанные с вращающимся оборудованием:

В этой таблице перечисляются зоны, где расположено вращающееся оборудование. Зоны приводятся вместе с расположенным в них оборудованием, а также условиями, при которых присутствует на локомотиве опасность.

Страница 12:

Соображения по обеспечению безопасности:

Некоторые риски, связанные с вращающимся оборудованием, упомянутым в таблице, будут неизбежно присутствовать на локомотиве ES44AC по целому ряду причин, и вы вынуждены будете проявлять разумную осторожность и предусмотрительность во время работы вблизи данного оборудования. Некоторые устройства могут быть отключены в случае, если необходимо проведение работ на устройстве или вблизи него. Такими устройствами

являются: вентилятор генератора переменного тока, вентилятор охлаждения оборудования (тягового двигателя), вентилятор выброса грязного воздуха, воздушный компрессор, воздушные вентиляторы и главный вентилятор.

Они также могут быть отключены следующими способами:

- Подъем рычага блокировки у входа во вспомогательный отсек.
- Выключение вспомогательного генератора переменного тока с помощью виртуального выключателя питания, имеющегося на экране «Переключатели» бортового дисплея Smart Display 2-го уровня или выше.

Страница 13:

Риски, связанные с воздействием шума:

Как отмечалось ранее, шум, создаваемый на локомотиве ES44AC, может повредить ваш слух. Большинство железных дорог требуют от обслуживающего персонала ношения средств защиты органов слуха. В этой таблице перечисляются источники шума, описывается тип шума, издаваемого этими источниками, и указывается скорость накопления повреждений с каждого источника. Шум характеризуется двумя факторами: уровнем и частотой. Накопление повреждений происходит быстрее из-за высоких уровней и/или высоких частот. Скорость, с которой увеличивается накопление повреждений, является результатом этих двух факторов.

Страница 17:

Заключение:

Вы достигли конца модуля!

В этом модуле вы научились:

- Описывать потенциальные угрозы безопасности, присутствующие на локомотиве ES44AC.
 - Основными угрозами безопасности на локомотиве ES44AC являются риски, связанные с высоким напряжением, риски воздействия высоких температур, риски, связанные с вращающимся оборудованием, и риски, связанные с воздействием шума.
 - Поскольку ES44AC является автоматизированной, специализированной электросиловой установкой, очевидно, что на ES44AC имеются зоны, где присутствуют напряжения, которые могут представлять опасность для жизни и здоровья специалиста по техническому обслуживанию.
 - Электрическая энергия, производимая локомотивом ES44AC преобразовывается из механической энергии, вырабатываемой дизельным двигателем. Эта энергия создается сгоранием топлива, при

котором вырабатываются газы чрезвычайно высоких температур. По этой причине, на локомотиве присутствуют высокие температуры, которые представляют опасность для обслуживающего персонала. Также имеются другие источники высоких температур, что обуславливается преобразованием электрической энергии в механическую или тепловую энергию.

- Вращающееся оборудование может представлять опасность на локомотиве ES44AC по нескольким причинам. Постоянно присутствует риск получения травмы в случае защемления вращающимся устройством. Кроме того, вращающееся устройство является источником сильного шума, который может повредить слух. Следует также учитывать то обстоятельство, что некоторые компоненты вращающихся механизмов, приводимых в действие вспомогательным электропитанием, могут запускаться и останавливаться с непредсказуемыми интервалами времени для уменьшения расхода топлива.
- Шум, создаваемый на локомотиве ES44AC, может повредить ваш слух.
- Описывать способы принятия мер предосторожности против подобных угроз безопасности.
 - Бывают ситуации, когда оборудование или зоны должны отключаться от напряжения, например, когда необходимо проведение технического обслуживания или ремонтных работ.
 - Большинство рисков воздействия высоких температур будут присутствовать только в случае, если локомотив был только что выведен из рабочего режима на магистрали или продолжительное время работал в режиме само-нагрузки. В любом из данных условий следует проявлять осторожность при приближении к оборудованию или при входе в указанные зоны. Персоналу также следует пользоваться персональными защитными средствами, такими как жаропрочные перчатки.
 - Необходимо постоянно проявлять благоразумие во время работы на или вблизи любого вращающегося оборудования на локомотиве ES44AC. Некоторые устройства могут быть отключены в случае, если необходимо проведение работ на устройстве или вблизи него. Такими устройствами являются: вентилятор генератора переменного тока, вентилятор охлаждения оборудования (тягового двигателя), вентилятор выброса грязного воздуха, воздушный компрессор, воздушные вентиляторы и главный вентилятор. Они могут быть отключены либо поднятием рычага блокировки у входа во

- вспомогательную кабину, либо выключением вспомогательного генератора переменного тока с помощью виртуального выключателя питания, доступного на экране переключателей бортового дисплея.
- Шум характеризуется двумя факторами — уровнем и частотой. Накопление повреждений происходит быстрее из-за высоких уровней и/или высоких частот. Скорость, с которой увеличивается накопление повреждений, является результатом этих двух факторов. Большинство железных дорог требуют от обслуживающего персонала использования средств защиты органов слуха.

Электрическая схема локомотива

Страница 1:

Введение в Электрическую схему локомотива:

Добро пожаловать в модуль «Электрическая схема локомотива» курса «Усовершенствованные электрические системы локомотива ES44AC». Электрическая схема локомотива имеет множество особенностей, которые делают ее крайне полезной во время работы на электрических и электронных системах тепловоза. В ней представлена информация о конфигурации и схеме локомотива ES44AC. В этом модуле будет разъяснен способ организации информации в схеме. В модуле также объясняется о способах ориентирования по схеме.

По завершении данного модуля вы сможете:

- Определять формат, общий для всех страниц схемы.
- Пояснять обозначения разделов схемы.
- Определять местоположение определенного компонента на схеме.

Страница 2:

Данные, представленные в электрической схеме локомотива:

Электрическая схема локомотива серии ES44AC является составным документом, который содержит около 105 листов информации. Эта информация должна была быть разделена на ячейки, таким образом, чтобы облегчить нахождение и понимание данных и чертежей схемы. Инженерно-технический персонал принял решение разбить информацию в схеме на разделы-ячейки, где каждый раздел-ячейка содержал бы определенный тип информации о локомотиве или в котором были бы изображены цепи определенной системы локомотива. Было решено, что каждому разделу-ячейке схемы будет присвоена буква алфавита для обозначения типа информации или цепи, представленной на листах данного раздела. В таблице приводятся обозначения, используемые в действующих Электрических схемах локомотива. Обратите внимание, что в таблице не используются буквы I, O и Q. Это сделано для того, чтобы исключить путаницу между этими буквами и цифрами 0 и 1. Это может происходить, поскольку каждый раздел схемы может содержать более одного листа информации. Например, в разделе общих данных, А, содержится пять листов информации. Все пять листов не могут быть обозначены как Раздел А, поэтому Разделом А является первый лист. Последующие листы Раздела А имеют буквенно-цифровое обозначение для их идентификации между собой внутри раздела А. Пять листов обозначены как А, А1, А2, А3 и А4. С учетом данной

процедуры путаница могла бы происходить, если бы листы Раздела I имели обозначения I, I1, I2 и тд. Является ли Раздел I в действительности Разделом I или листом I? Это Раздел I1 или лист I1? По этой причине, мы избегаем использования букв I, O и Q для обозначения разделов.

Страница 3:

Информация общая для всех листов схемы:

На каждом листе схемы имеется определенная информация, которая повторяется на каждой странице. Эта информация приводится в области границы каждого листа. Изображены границы первого листа. Несмотря на то, что фактические данные, приведенные в определенной области границы могут меняться от страницы к странице, тип информации, представленной в конкретной области, остается неизменным. На листе схемы имеются три главных границы: верхняя граница, правая граница и нижняя граница.

Страница 4:

Информация о верхней границе:

Верхняя граница каждого листа схемы содержит пять окон. Эти пять окон имеются на каждом листе схемы, а данные в четырех из пяти окон меняются от листа к листу.

Страница 5:

Левое окно:

Левое окно верхней границы содержит номер чертежа для данной схемы. Каждый построенный локомотив имеет схему, на которой изображено все электрическое и электронное устройство локомотива. Схема составляется для конкретной серии локомотивов, произведенной для заказчика. В случае, если заказчик, например, Union Pacific (UP), заказывает серию локомотивов, мы разрабатываем принципиальную схему для данной конкретной серии. Например, чертеж № 84C612679 является схемой, составленной для серии локомотивов Dash 9, произведенных для UP. На другой схеме изображается конфигурация локомотивов для UP с дорожными номерами (ДН) 6462 – 6514. Это были локомотивы серии AC4400, которые имели абсолютно отличную от локомотивов Dash 9 комплектацию оборудования, поэтому схема, применяемая к ним, имеет номер чертежа 84C622042. Другая компоновка, выполненная для UP, с дорожными номерами 5695 – 5699, включала парк локомотивов серии ES44AC, поэтому они имели другой номер схемы 84C603200. При работе с локомотивом для обслуживания электрики или для целей технического обслуживания было бы отлично иметь соответствующую схему от заказчика и RN непосредственно для локомотива, находящегося на ремонте или проходящего техническое

обслуживание. Другие данные в этом окне относятся к системе нумерации листов схемы. Изображенный на рисунке лист является номером 1, следующий лист продолжает нумерацию, т.е. является номером 2. Такая структура позволяет к схеме на более позднем этапе независимо от причины. Если данные, представленные на листе 25, продолжаются на листе 26, но в определенный период эксплуатации локомотива в конфигурацию, по требованию заказчика, добавляется устройство, то в схему может быть добавлен лист для того, чтобы лист 25 мог быть продолжен на листе 25А, а лист 25А мог иметь продолжение на листе 26.

Страница 6:

Левое центральное окно:

Левое центральное окно содержит текстовые данные, поясняющие то, что представлено в левой половине данного конкретного листа схемы. На примере представлены данные Содержания.

Страница 7:

Центральное окно:

Центральное окно содержит обозначение раздела для конкретного листа схемы.

Страница 8:

Правое центральное окно:

Правое центральное окно содержит текстовые данные, поясняющие то, что представлено в правой половине конкретного листа схемы. На примере представлено Содержание. На примере, в левой половине листа содержится та же информация, что и в правой половине листа, однако, это не всегда так.

Страница 9:

Правое окно:

В правом окне содержатся текстовые данные, обычно называемые Indicia или важной информацией, напечатанной мелким шрифтом. Суть юридического значения заявления в правом окне заключается в том, что информация, приведенная в чертеже, является собственностью нашей проектной группы, и несмотря на то, что она предоставляется различным группам, включая заказчиков и, эти группы не вправе раскрывать данную информацию третьим лицам без письменного согласия нашей проектной группы.

Страница 10:

Информация на правой границе:

Каждый лист схемы разделен на восемь горизонтальных рядов, на правой

границе которого содержатся метки, обозначающие ряды, сверху вниз, начиная с ряда А до ряда Н. Важность разметки горизонтальных рядов правой границы при соединении с разметкой вертикальных столбцов нижней границы будет объясняться в составе зон в схематическом описании информации в нижней границе.

Страница 11:

Информация на нижней границе:

Граница вдоль нижней части каждого листа схемы содержит значительный объем данных.

Страница 12:

Верхняя часть нижней границы:

Каждый лист схемы разделен на десять вертикальных столбцов, в верхней части нижней границы которого содержатся пометки, обозначающие столбцы слева направо, от нуля до девяти. Важность разметки вертикальных столбцов нижней границы при соединении с разметкой горизонтальных рядов правой границы объясняется в составе зон в схематическом описании.

Страница 13:

Зоны на схеме:

Зоны на схеме образуются пересечением восьми рядов (ряды от А до Н) с десятью столбцами (столбцы от 0 до 9). Таким образом, область черчения каждого листа разделена всего на 80 зон. Каждая зона на листе имеет буквенно-цифровое обозначение. Например, зона в крайнем верхнем левом углу области черчения имеет обозначение А0. Четыре центральных зоны каждого листа обозначаются как D5, D6, E5 и E6. Зона в крайнем нижнем правом углу имеет обозначение Н9.

Страница 14:

Местоположения в схеме:

Структура зонирования используется вместе с обозначениями разделов для каждого листа схемы с целью определения местоположения в схеме в целом. Определение местоположения внутри Электрической схемы локомотива дается в буквенно-цифровой форме. Например: на чертеже №84С603200 местоположением устройства на локомотиве, имеющего сокращение ААF, на монтажных схемах является А1-Г6. А1 является Разделом схемы (эквивалентно странице 2), а Г6 - зоной на данном листе схемы.

Страница 15:

Блок исправлений:

В блоке редакции схемы содержится информация по четырем последним исправлениям, внесенным в схему. При первой сдаче схемы чертежниками ей производится уровень редакции 0. По мере внесения изменений в листы схемы, для обозначения уровней редакции последовательно используются буквы алфавита, начиная с буквы А. Блок заполняется информацией по мере внесения первых четырех исправлений в схему. В случае внесения большего числа исправлений, информация по старым исправлениям удаляется, а в блок исправлений вводится новая. Данный блок можно было бы назвать экраном простой очереди (ФИФО). В приведенном примере схема имеет уровень исправлений А.

Страница 16:

Блок заголовка:

В блоке заголовка указано название чертежа схемы. В нем также приводится имя заказчика и парк локомотивов, представленных в схеме. В блоке также указывается номер чертежа, на который приводится ссылка в перечне локомотивов. Это чертеж, в котором содержится полный перечень всей соответствующей документации по компоновке локомотивов. Он включает, но не ограничивается, чертежами таких элементов как стеллаж для труб в сборе, чугунный звонок для переездов, генератор переменного тока, подпалубный трубопровод, а также включает саму схему.

Страница 17:

Блок выполнения и утверждения чертежа:

На момент выпуска чертежа в этом блоке указываются имена составителя и утверждающего схемы. В нем также приводится дата первоначального выпуска и утверждения чертежа. На примере местоположения указан блок данных для чертежа №84С603200.

Страница 18:

Место выполнения чертежа:

В блоке места выполнения чертежа приводится информация о том, где был выполнен чертеж. Из приведенного примера видно, что эта схема, как и большинство других схем, была выполнена на объекте эксплуатации локомотивов на заводе в г. Эри.

Страница 19:**Блок информации о чертеже и дополнительное обозначение разделов:**

В последнем блоке информации в нижней границе повторно приводится информация, которая уже была представлена в верхней границе. Данные в правом нижнем блоке на каждом листе схемы аналогичны данным, представленным в левом верхнем блоке. Обозначение разделов над блоком информации чертежа аналогично обозначению разделов в центральном блоке верхней границы.

Страница 22:**Раздел А – Общая информация:**

Вся схема разбита на различные разделы, начиная с Раздела А. В Разделе А схемы представлена общая информация о локомотиве или схеме. Раздел А состоит из пяти листов данных, которые будут рассмотрены нами по очереди для лучшего понимания данных и их формата. Учитывая то, что документ-образец содержит много страниц, целесообразно наличие Содержания (ТОС), которое облегчит определение точного местоположения необходимых данных. В Разделе А схемы представлена общая информация о каждом произведенном локомотиве или схеме. Таблица обычно состоит из четырех столбцов данных, и, в зависимости от числа листов в конкретной схеме, столбцы могут идти сверху вниз с продолжением во втором столбце на том же листе. Это касается Раздела А чертежа №84С603200. ТОС начинается на левой половине листа 1 и продолжается на правой половине.

Страница 23:**Столбец Раздела:**

В первом столбце ТОС содержатся обозначения разделов каждого листа схемы. Лист 1 является Разделом А, в то время как лист 2 - Разделом А1, и тд.

Страница 24:**Столбец цепи или функции:**

Во втором столбце приводится описание данных, представленных на каждом листе схемы. Этими данными может быть монтажная схема цепи или информация о расположении компонентов, конфигурации компонентов, функции компонентов, и тд. Описание приводится в виде перечня информации левой и правой половин, содержащейся во втором и четвертом окнах верхней границы каждого листа схемы.

Страница 25:**Столбец номера листа:**

В третьем столбце ТОС перечисляется номер листа каждой страницы схемы.

Страница 26:**Столбец исправлений:**

В последнем столбце приводится информация об уровне исправлений каждой страницы по сравнению с первоначальным выпуском чертежа. На момент написания этого материала, каждый лист чертежа №84С603200 имел уровень исправлений А.

Страница 27:**Раздел А1 – Общая информация:**

Вторым листом Раздела А является Раздел А1. Как и любой другой производитель сложного машинного и/или электрического/электронного оборудования, проектный отдел использует сокращения для упрощения ссылки на машины и/или оборудование. Это применяется к обозначению местоположения и оборудования на локомотиве ES44AC. Для облегчения расшифровки сокращений и определения мест их использования на локомотиве, данные приводятся в Разделе А1.

Страница 28:**Местоположения на локомотиве (таблица):**

Данная таблица представляет собой трехстолбцовый список сокращений местоположений на локомотиве. Она также включает сокращения главных единиц оборудования локомотива, таких как генератор переменного тока, бак для охлаждающей жидкости и приводной двигатель воздушного компрессора. Каждое сокращение приводится вместе с определением или расширенным описанием.

Страница 29:**Справочные чертежи:**

Для предоставления более подробной информации, чем имеется в блок-схемах, в Разделе А1 приводится краткий перечень блок-схем и номера их чертежей. Эти чертежи могут использоваться для более точного определения местоположения оборудования на локомотиве.

Страница 30:**Местоположения на локомотиве (блок-схема):**

Определения являются точными, но иногда также полезно знать, где на

локомотиве применяются определения. Блок-схемы с видом сверху и общим видом помогают определить зону на локомотиве ES44AC, к которой применяется сокращение.

Страница 31:

Раздел A2:

Третьим листом Раздела А является Раздел А2. Инженерно-техническим персоналом должны выдвигаться определенные предположения, с тем, чтобы электрооборудование и цепи будут представлены последовательно в порядке их изображения на монтажных схемах. Данные предположения приводятся в Разделе А2. В Разделе А2 также приводится ряд пояснений для правил и изображений на чертежах, которые применимы к электрическим компонентам и проводке.

Страница 32:

Условные обозначения:

Предположения о состоянии или режиме работы различных единиц оборудования на локомотиве называются условными обозначениями. Авторы чертежей придерживаются установленных условных обозначений для составления согласованной и легкочитаемой схемы.

Страница 33:

Обозначение:

Как и лицо, составляющее карту, приводит обозначения для понимания пользователем информации, представленной на карте, так и авторы чертежей приводят обозначения для понимания схемы. В обозначении приводятся различные представления устройств и их соединений в монтажных схемах.

Страница 34:

Раздел А3 – Общая информация:

Четвертым листом Раздела А является Раздел А3. Во время устранения неисправностей, часто полезно знать порядок выполнения операций различными устройствами, такими как многопозиционные переключатели или реле и контакторы. В этом разделе приводятся схемы последовательности операций, в которых определяется работа следующих устройств: Контроллера машиниста – контроллера/тормозного крана машиниста (ТВН, от англ. Throttle/Brake Handle), контроллера машиниста - рукоятки реверса (RH, от англ. Reverse Handle), переключателя управления двигателем (EC), последовательность работы локомотива и последовательность управления контакторами локомотива. В этом разделе также содержится зона общей

информации под схемой последовательности управления контакторами локомотива.

Страница 35:

Контроллер машиниста – Контроллер/тормозной кран машиниста (ТВН):

В этой части Раздела А3 приводится схема последовательности операций для контроллера/тормозного крана (комбинированного управления) машиниста. Этот контроллер приводит в движение вращающийся кулачок, на поверхности которого имеется 10 разных выступов (выступающих) диаграмм направленности. При перемещении контроллера вращается кулачок и перемещаются подъемы кулачка. Во время перемещения выступов, они поднимают или опускают группу рычагов, соединенных с 10 контактами переключателя. Таким образом, выступы размыкают и/или замыкают группу переключателей, в зависимости от положения комбинированной рукоятки контроллера машиниста.

Страница 36:

Контроллер машиниста – Контроллер/тормозной кран машиниста (ТВН)

(продолжение):

Например, во время нахождения ТВН в положении 5, контакты переключателя F, H, J, K и R замкнуты. В положении 8 переключатели F, G, H, J и R замкнуты. При перемещении ТВН в положение ПОДГОТОВКИ (SET-UP) переключатели L, U, V и R замкнуты. Где бы ни пересекалась черная точка или черная полоса с положением ТВН, переключатель, изображенный в точке пересечения, замыкается. В дальнем правом столбце все десять переключателей изображены схематически. Следует иметь ввиду, что переключатели L и R изображены в замкнутом состоянии. Каждый раз при изображении переключателей на схеме, согласно условному обозначению в Разделе А2, они должны изображаться переведенными в положение ХОЛОСТОГО ХОДА на ТВН. Следовательно, L и R должны быть изображены замкнутыми.

Страница 37:

Контроллер машиниста – Контроллер/тормозной кран машиниста (ТВН)

(продолжение):

Где на монтажных схемах изображены переключатели L и R? Необходимо обратить внимание на схематические местоположения, указанные в круглых скобках, рядом со схематическими изображениями переключателей. Это означает, что нам следует искать переключатель L в разделе G, в зоне А8. Местоположением переключателя R является G-B8. Они указаны на данном рисунке из Раздела G (лист 49). Обратите внимание, что переключатель кулачка

L расположен в G-A8, а переключатель кулачка R – в G-B8. Переключатели изображены замкнутыми. Они также обведенными кружками для обозначения, что они являются кулачковыми. В заключение, следует отметить, что для каждого переключателя имеется перекрестная ссылка, заключенная в скобки.

Страница 38:

Контроллер машиниста – Рукоятка реверса (RH):

На схеме последовательности операций для рукоятки реверса, рукоятка приводит в действие вращающийся кулачок, имеющий на своей поверхности три лепестковых диаграммы, которые активируют переключатели A, B и W во время вращения кулачка. При нахождении рукоятки реверса (RH) в переднем положении, контакты переключателя A и W замкнуты. В положении реверсирования переключатели B и W замкнуты. Обратите внимание, что кулачковые переключатели изображены на рисунке разомкнутыми. Это соответствует условному обозначению, согласно которому все элементы, связанные с рукояткой реверса, будут изображаться в положении ВЫКЛ (т.е. все переключатели разомкнуты).

Страница 39:

Переключатель управления двигателем (EC):

Согласно схеме последовательности операций для переключателя управления двигателем (EC), переключатель имеет 16 контактных групп. Двенадцать из числа имеющихся контактов на переключателе, используемом в локомотиве ES44AC, задействованы в перемещении по четырем возможным положениям: ДВИЖЕНИЕ ОТ АКБ, ЗАПУСК, ОТКЛЮЧЕНИЕ И РАБОТА. На схеме указывается, какие контактные группы замыкаются в каждом из положений переключателя. Например, в положении ДВИЖЕНИЕ ОТ АКБ замыкаются контакты 4, 7, 12 и 13. В другом примере, при нахождении EC в положении РАБОТА замыкаются контакты 1, 8-12 и 16. Имейте в виду, что контакты 8, 10, 11 и 16 являются резервными. Они не используются в локомотивах серии Evolution. Аналогичный переключатель используется на многочисленных типах локомотивов, поэтому резервные контакты вполне могут использоваться на другом типе локомотива и наоборот: используемые контакты на одном типе могут не использоваться на другом. Поскольку переключатель изображен на монтажных схемах, его нахождение является простым делом поиска местоположения, которое указывается в круглых скобках в столбце, обозначенном как РАЗДЕЛ ЭЛЕКТРОСХЕМ.

Страница 40:

Последовательность работы локомотива:

Для устранения неисправностей целесообразно знать, как правильно подготавливается и функционирует локомотив в разных рабочих режимах, отображенных в схеме последовательности операций. Для каждого из 17 разных рабочих режимов в этой схеме приводятся обычные эксплуатационные данные для 13 разных параметров локомотива.

Страница 41:

Последовательность работы локомотива (продолжение):

Используя схему последовательности операций, мы ознакомимся с примерной информацией, приведенной в схеме. Допустим, что локомотив ES44AC работает в двигательном режиме в положении контроллера 3, в этом случае режимы на локомотиве ожидаются следующие:

- ТВН должен находиться в положении 3.
- Число оборотов двигателя должно варьироваться в пределах 884 об/мин и 892 об/мин (задаваемое число: 888 об/мин).
- ЕС должен находиться в положении РАБОТА.
- Выходная частота тягового генератора (ТА) должна составлять 74 Гц.
- Выходная частота вспомогательного генератора переменного тока (АА) должна составлять 88,8 Гц.
- Поездная магистраль 7 (поездная магистраль CV) должна быть подключена к положительному выводу АКБ, а поездные магистрали 15, 12 и 3 (AV, BV и DV соответственно) - к отрицательному выводу АКБ.
- Реле топливного насоса должно срабатывать (FPR) (быть активным).
- Контактёр топливного насоса (FPC) должен быть активным.
- Устройства GS+, GSC и GSS, используемые во время запуска дизельного двигателя, отпущены (неактивны).
- Реле подачи возбуждения (FFR) отпущено (неактивное), поскольку используется только для возбуждения АА при первоначальном запуске.

Страница 42:

Последовательность работы локомотива (продолжение):

Черная точка в любом из последних восьми столбцов (не считая ошибочного столбца, озаглавленного FPC) означает активное или рабочее состояние. Несколько столбцов содержат один из трех разных символов. Они обозначают особые режимы. Особые режимы, обозначенные разными символами, следующие:

- Знак наполовину черного/наполовину белого круга на пересечении блоков GSS и ЗАПУСК означает, что в начале последовательного запуска

коленвала дизельного двигателя, GSS (контактор последовательного запуска коленвала двигателя) включается неактивным и отключается активным.

- Знак звездочки (*) означает, что FFR активируется мгновенно (~2 секунды) во время процесса запуска АА после достижения оборотов ХОЛОСТОГО ХОДА дизельным двигателем.
- Знак наполовину черного/наполовину белого круга на пересечении блоков FPR и ОСТАНОВКИ MU означает, что FPR включается активным в начале цикла остановки подключенного к поездной магистрали дизельного двигателя и завершает цикл неактивным.

Страница 43:

Последовательность управления контакторами локомотива:

Являясь продолжением предыдущей схемы, схема последовательности управления контакторами локомотива содержит информацию о пяти различных рабочих режимах локомотива касательно трех разных параметров локомотива. Для данной схемы достаточно привести один небольшой пример. При САМОНАГРУЗКЕ, ТВН будет находиться в двигательном режиме в положениях 1 - 8. Для правильного функционирования, RH должен находиться в центральном положении или положении ВЫКЛ. И наконец, во время работы в данном режиме будут срабатывать (активные) шесть контакторов реостатного торможения, DB1+ – DB3-.

Страница 44:

Общая информация:

Шесть частей общей информации включены в данный раздел под схемой последовательности управления контакторами локомотива. Будет поясняться каждая часть информации:

- Максимальная продолжительная сила тяги составляет 145,000 фунтов. Это достигается примерно при 9,9 миль/час при мощности 4390 л. с.
- Локомотив ES44ACs поставляется с колесами диаметром 42 дюйма.
- Соотношение ведущей шестерни к зубчатому колесу составляет 87:16.
- Выходная частота датчика скорости тягового электродвигателя составляет 139,26 Гц/об/мин путевой скорости локомотива для 42-дюйм. колес.
- Колесно-моторный блок тягового электродвигателя вращается со скоростью 43,52 об/мин /миль в час для 42-дюйм. колес.
- Максимальная скорость локомотива ES44AC составляет 75 миль/час.

Страница 45:**Раздел А4 – Общая информация:**

Последним листом Раздела А является Раздел А4. Иногда целесообразно представлять комплексную систему в виде упрощенной схемы на одном листе бумаги. В Разделе А4 приводится именно такая блок-схема устройств автоматизированного управления, тяговой системы и вспомогательной энергосистемы. Это предоставляет собой эффективный инструмент просмотра всей информации, приведенной в курсе 1-го уровня.

Страница 46:**Разделы В - F: Общее описание:**

Как упоминалось ранее, схема поделена на разделы информации и каждому разделу присвоена буква алфавита. Мы уже обсудили Раздел А.

Страница 47:**Раздел В:**

В этом разделе представлены все цепи тяговой установки, разделенные на 12 страниц. В него включены тяговый генератор и контроллер возбуждения тягового генератора, главные выпрямители, цепь обнаружения замыкания на массу тяговой системы, запуск дизельного двигателя, обозначение и разрядка заряда конденсатора, все шесть блоков инвертор/ТМ, контакторы и секций тормозных резисторов и переключение пускового инвертора.

Страница 48:**Раздел С:**

В этом разделе схемы, включающем четыре страницы данных, изображены цепи вспомогательной энергосистемы. На первой странице изображены АА и его контроллеры, цепь возбуждения (запуска) от аккумуляторной батареи и двигатель вентилятора охлаждения генератора переменного тока. На остальных страницах данного раздела изображается система охлаждения тягового оборудования и контроллер, главный вентилятор и контроллер, воздушный компрессор и воздушные вентиляторы.

Страница 49:**Раздел D:**

На этой части схемы изображены все устройства и цепи, составляющие общую архитектуру управления (ССА). Этот раздел содержит 17 страниц схемы, на которой представлен источник питания для логических цепей, блок питания радио, три блока питания вентилях фазных модулей инверторов, три бортовых дисплея, объединенная панель ввода-вывода (CIO), контроллер тяговых

электродвигателей (ТМС) и устройство преобразования протоколов (PTD).

Страница 50:

Раздел Е:

Этот раздел схемы содержит 4 страницы, в котором изображены контроллер зарядки аккумуляторной батареи и цепи зарядки аккумуляторной батареи. На страницах раздела также изображены многие сильнооточные нагрузки в цепях низкого напряжения (уровня напряжения АКБ).

Страница 51:

Раздел F:

В этом разделе схемы показаны цепи топливоподачи, включая топливный насос и компьютер электронного впрыска топлива. В нем также изображены цепи запуска дизельного двигателя.

Страница 52:

Разделы G - N: Общее описание:

На данном экране представлена информация о Разделах G - N схемы.

Страница 53:

Раздел G:

В этом разделе представлены цепи электрического осушителя воздуха, клапана сброса конденсата, возбуждения АА от АКБ и реле контроля нагрузки.

Страница 54:

Раздел H:

Этот раздел схемы имеет 4 страницы и содержит перечень цепей, управляемых бортовыми дисплеями посредством CIO. Список цепей включает цепи сигнализации и звонка, управления жалюзи воздушных вентиляторов, управления потоком охлаждающей жидкости, управления компрессором, подачей песка и струйным аппаратом и положением контроллера машиниста.

Страница 55:

Раздел J:

В этой части схемы изображены все устройства управления направлением движения, движением от АКБ и поездной магистралью.

Страница 56:

Раздел K:

На четырех страницах этого раздела изображены все цепи освещения на

ES44AC. Они включают цепи прожекторов и вспомогательного освещения (кабина машиниста, тамбур, ступени и проходы).

Страница 57:

Раздел M:

Каждое в отдельности и все оборудование, обозначенное заказчиком, которое приобретается компанией Wabtec у сторонних поставщиков и интегрируется на локомотиве, изображено на монтажных схемах. В этом разделе Wabtec изображает данные цепи. Такое оборудование как топливные мониторы, регистраторы событий, оборудование локомотивной сигнализации, радиооборудование, приемники системы глобального позиционирования и электронные пневматические тормозные системы представлены в этом разделе вместе со своими соединениями в цепи.

Страница 58:

Раздел N:

В этом разделе изображены соединения поездной магистрали, а также определения сигналов и резервные цепи в проводке поездной магистрали.

Страница 59:

Разделы P - S: Общее описание:

На данном экране представлена информация о Разделах P - S схемы.

Страница 60:

Раздел P:

Этот раздел схемы содержит 7 страниц. Пять из них посвящены расположению оборудования в различных местах и зонах управления на локомотиве. На последних двух страницах изображены схемы компоновки компьютерных карт в CIO, TMC и PTD.

Страница 61:

Раздел R:

На двух из трех страниц данного раздела представлены чертежи идентификации устройств и зажимов для различных единиц оборудования, используемых на локомотиве. Также отображены точки подключения на таких устройствах как переключатель проворота коленвала CTS), реле подачи возбуждения (FFR) и тормозные резисторы системы реостатного торможения. На последней странице изображена схема распайки разъемов между зонами управления и отсеками на локомотиве ES44AC.

Страница 62:**Раздел S:**

Этот раздел схемы содержит 13 страниц, на которых представлена информация по соединениям клеммных реек, и использованию штырьевых разъемов панели. В разделах S - S4 приведена информация по клеммным рейкам. Клеммы на каждой доске по всему локомотиву перечисляются вместе с названиями каждого провода, подключенного к клеммной доске. Также дается местоположение каждой клеммы на монтажной схеме. Все эти данные представлены в форме таблицы. В разделах S5 - S12 дается табличное представление данных для каждой панели или разрывного соединителя, используемых на локомотиве. Если используется имеющееся место штыря разъема в коннекторе, то его местоположение в монтажных схемах указывается в таблицах. Пустое место штыря разъема изображается в виде пустого элемента таблицы для данного разъема.

Страница 63:**Разделы T - V: Общее описание:**

На данном экране представлена информация о Разделах T - V схемы.

Страница 64:**Раздел T:**

Информация о реле и контакторах может пригодиться при устранении неисправностей в цепях, работающих под управлением компьютера. В этом разделе в форме таблицы приводятся данные по всем реле и контакторам, используемым на локомотиве. Записи в таблицу вносятся в алфавитном порядке по аббревиатуре устройства. Информация, представленная в таблице, включает название устройства, номер детали, модели или чертежа, сопротивление катушки в новом узле ($\pm 5\%$), расположение компонентов на локомотиве, расположение катушек и зажимов на схемах, а также число имеющихся клемм, включая резервные.

Страница 65:**Раздел U:**

На первых двух страницах данного раздела изображен весь монтаж проводов для положительных выводов питания аккумуляторных батарей на локомотиве. На следующих двух страницах представлена аналогичная информация для всех возвратных отрицательных выводов аккумуляторных батарей. Помимо всех устройств, составляющих ССА, на последней странице изображены соединения проводной сети ARCNet.

Страница 66:

Раздел V:

В этом разделе представлена таблица устройств, приведенных на схеме. Данную таблицу можно считать указателем к схеме. Начиная с аббревиатуры любой единицы оборудования, данная таблица может использоваться с помощью своего буквенно-цифрового перечня для поиска следующей информации об устройстве:

- Описание или название
- Номер детали, модели и чертежа
- Местоположения на локомотиве
- Местоположение на монтажной схеме (по разделу и зоне)

Страница 69:

Заключение:

Вы дошли до конца модуля!

В этом модуле вы научились:

- Определять формат общий для всех страниц схемы.
 - Информация общая для всех страниц схемы, содержится в области верхней, нижней и правой границ каждого листа.
 - В верхней границе имеется пять окон. Начиная слева, в верхней границе указывается номер чертежа, ТОС, в котором приводится содержание на левой половине листа, обозначение раздела, ТОС, в котором приводится содержание на правой половине листа, и важная информация.
 - Правая граница делится вертикально на восемь сегментов. Каждому ряду присвоена буква алфавита, от А до Н, для различия их от других рядов на листе.
 - Нижняя граница содержит информацию о Зоне (параметры местоположения), блоке исправлений, блоке заголовка, блоке выполнения и утверждения чертежа, блоке места выполнения чертежа, блоке информации о чертеже и дополнительном обозначении разделов.
- Пояснять обозначения разделов схемы.
 - Информация в схеме поделена на разделы. Каждый раздел посвящен информации о локомотиве или цепям, связанным с определенной системой локомотива.

- Каждому разделу схемы присваивается буква алфавита для обозначения типа информации или цепи, представленной на листах данного раздела.
- Определять местоположение определенного компонента на схеме.
 - Содержание (ТОС) облегчает определение точного местоположения необходимых данных. В первом столбце ТОС содержатся обозначения разделов каждого листа схемы. Во втором столбце приводится описание данных, представленных на каждом листе схемы. В третьем столбце ТОС перечисляется номер листа каждой страницы схемы. В последнем столбце приводится информация об уровне исправлений каждой страницы по сравнению с первоначальным выпуском чертежа.
 - Для нахождения подробной информации о местоположении компонентов в границах определенного листа необходимо обращаться к схематическим местоположениям, указанным в круглых скобках. Например, (G-F8) означает, что вам необходимо искать компонент в Разделе G, Зоне F8.

Функционирование бортового дисплея

Страница 1:

Введение в работу бортового дисплея:

Добро пожаловать в модуль «Функционирование бортового дисплея» углубленного курса «Электрические системы ES44AC». На локомотивы серии ES44AC устанавливаются три главных управляющих компьютера. В зависимости от конкретной конструкции локомотива этим трем управляющим компьютерам может быть придана конфигурация трех бортовых дисплеев (DS1, DS2 и DS3) или двух бортовых дисплеев (DS1 и DS2) со специально сконфигурированной объединенной панелью ввода-вывода (CIO). Все три управляющих компьютера ответственны за надлежащую работу локомотива в соответствии с командами машиниста и характеристиками локомотива. Они также способны предоставлять машинистам и эксплуатационникам локомотивов разнообразную понятную и легко доступную информацию. В этом модуле приводится информация только по трем бортовым дисплеям с учетом того, что некоторые функции управления бортового дисплея DS3 могут выполняться специально сконфигурированной CIO-панелью на локомотивах, имеющих два бортовых дисплея (DS1 и DS2). В этом модуле сначала приводится описание бортового дисплея. После чего описываются базовые эксплуатационные характеристики дисплея. Затем, описываются способы навигации по имеющимся экранам. Будет дано объяснение информации, отображаемой на каждом экране.

По завершении данного модуля вы сможете:

- Определять функции, выполняемые каждым бортовым дисплеем на локомотиве.
- Описывать операцию запуска бортового дисплея.
- Объяснять способы навигации по различным экранам бортового дисплея для просмотра интересующих данных.

Страница 2:

Физические свойства бортового дисплея:

Помимо того, что бортовые дисплеи являются управляющими компьютерами локомотивов серии ES44AC, они также являются крайне полезными и мощными средствами для изучения режимов работы локомотива как на системном, так и компонентном уровнях. Вся информация, которая собирается и обрабатывается тремя бортовыми дисплеями, и все посылаемые ими управляющие сигналы могут просматриваться обслуживающим и техническим персоналом.

Информация форматируется и представляется на различных экранах, доступ к которым осуществляется одним нажатием кнопки. Учитывая производительность бортовых дисплеев, целесообразно ознакомиться с внешним видом и расположением их передних панелей.

Страница 3:

Внешний вид бортовых дисплеев:

Главный операционный экран является первым экраном, который появляется на каждом бортовом дисплее при включении. Для включения бортового дисплея необходимы два действия: во-первых, питание подается замыканием соответствующего автоматического выключателя бортовых дисплеев, и после замыкания автоматических выключателей бортовых дисплеев, замыкается выключатель заряда аккумуляторной батареи и компьютера (BCCB, от англ. Battery Charge and Computer Breaker), который подает сигнал о пробуждении или включении бортового дисплея. Несмотря на то, что бортовые дисплеи оказываются схожими с дисплеями с интегрированной функцией управления (IFD, от англ. Integrated Function Display), используемыми на локомотивах серии Dash 9 и CAB/CAX AC4400, между этими двумя устройствами имеется несколько основных различий. Во-первых, под цветным ЖК-дисплеем бортового дисплея вы заметите два ряда кнопок в отличие от одного ряда на IFD. Также заметьте, что на бортовом дисплее каждый ряд имеет 10 кнопок вместо 8 на IFD. Другое основное отличие заметить немного сложнее, для этого необходимо посмотреть ниже (или под) и правее правой рукоятки бортового дисплея. Вы должны увидеть петлевую лицевую панель с двумя барашковыми ручками. Эта панель закрывает гнездо для PCMCIA-устройства.

Страница 4:

Бортовой дисплей – Описание элементов:

Важно знать характеристики каждого элемента на передней панели бортового дисплея.

Страница 5:

ЖК-дисплей:

ЖК-дисплей, используемый в бортовых дисплеях, представляет собой 10,4"-экран с форматным соотношением 1,33:1. Разрешение: 640 x 480 пикс. x 6 бит, красный-зеленый-синий. ЖК-дисплей подсвечивается люминесцентными лампами, которые могут быть автоматически отключены для экономии энергии и продления срока службы ламп и ЖК-дисплея. Во время эксплуатации при низких температурах в бортовом дисплее предусмотрен обогреватель для обогрева ЖК-дисплея и ламп.

Страница 6:

Клавиатура:

Клавиатура имеет клавишу и 20 кнопок, расположенных в два ряда, по 10 в каждом. В таблице приведены клавиша и кнопки с описанием функции каждой.

Страница 7:

Гнездо для PCMCIA-платы:

Гнездо для PCMCIA-платы обеспечивает легкий доступ к бортовым дисплеям, когда необходима загрузка данных или закачивание нового программного обеспечения. Информация может переноситься с локомотивов серии Evolution на карту памяти, подключаемую в гнездо, и, затем, с карты на портативный или настольный ПК, где данные могут анализироваться или передаваться конечному пользователю. Новое программное обеспечение для всех электронных панелей на локомотивах серии Evolution может загружаться в бортовой дисплей с помощью карты памяти, вставляемой в гнездо для PCMCIA-платы. Оттуда информация может быть передана по сети ARCNet на другие бортовые дисплеи или любые другие управляющие устройства/панели, такие как CIO, контроллер тяговых электродвигателей (ТМС) или блок управления двигателем (ECU) и др. В таблице приведена вся информация, регистрируемая бортовыми дисплеями, которая может быть загружена на карту памяти, вводимую в гнездо для PCMCIA-платы.

Страница 8:

Разделение задач между бортовыми дисплеями:

Главной причиной существования бортовых дисплеев является управление локомотивом ES44AC. По этому назначению они схожи с бортовыми дисплеями, используемыми на локомотивах AC6000. Однако по принципу работы они отличаются от бортовых дисплеев локомотивов AC6000. Задачи программного обеспечения динамически перераспределяются среди бортовых дисплеев AC6000, что означает, что при необходимости выполнения определенной задачи на AC6000, данная задача выполняется тем бортовым дисплеем, у которого имеются свободные ресурсы или время на принятие и выполнение задач. По этой причине, нельзя сказать, что конкретный бортовой дисплей постоянно выполняет определенную функцию. На ES44AC дело обстоит иным образом. Каждый из трех бортовых дисплеев имеет определенный набор задач и обязанностей, касающихся управления локомотивом. Тем не менее, задачи могут перераспределяться: в случае если один из трех бортовых дисплеев выходит из строя, при необходимости, выполнение задачи может быть завершено на двух дисплеях.

Страница 9:

Распределение задач:

На данном этапе мы ознакомимся с тем, как распределяются задачи по управлению локомотивом между тремя бортовыми дисплеями. Наверное, наиболее простым способом просмотра задач, определенных для каждого бортового дисплея, является табличная форма. Задачами, определенными для бортового дисплея 1, являются функции управления поездом, сеть, загрузка данных на панели, энергонезависимая память и файлы статистических данных. Задачами, определенными для бортового дисплея 2, являются журналы диагностики, дистанционный контроль и диагностика, и файлы статистических данных. Задачами, определенными для бортового дисплея 3, являются функции управления локомотивом, сеть, устройство регистрации данных, энергонезависимая память и файлы статистических данных.

Сокращения для термина бортовой дисплей также приведены в таблице. DSx (где x означает номера 1, 2 или 3) общее сокращение, используемое для бортовых дисплеев. SDISx сокращение, которое используется в разных документах, таких как закупочные ведомости, проектная документация и инструкции по техническому обслуживанию.

Страница 10:

Запуск бортового дисплея:

В своем первоначальном рабочем режиме при управлении локомотивом ES44AC бортовые дисплеи выполняют свои задачи в режиме, называемом 1-м уровнем. Это обеспечивает доступ к работе компьютерной системы и системы управления на низшем, наиболее ограниченном уровне. При включении бортовых дисплеев 1-й уровень является уровнем доступа, на который настроены дисплеи. Питание на каждый из бортовых дисплеев подается через собственный отдельный двухполюсный 6А-автоматический выключатель. В документации, такой как схемы, каждый из этих автоматических выключателей называется выключателем бортового дисплея #x, где x означает номер бортового дисплея (т.е. 1, 2 или 3). Сокращением данного названия является DxCB. Сигнал о пробуждении или включении подается на каждый бортовой дисплей через BCCB.

Страница 11:

Запуск бортового дисплея (продолжение):

Поскольку бортовые дисплеи исполняют операционную систему в рамках своего установленного программного обеспечения, то важным являются подача и снятие питания на бортовые дисплеи. Например, в случае с DS1, при его включении D1CB должен всегда включаться до BCCB. При выключении DS1

сначала должен выключаться ВССВ, и, когда экраны дисплеев полностью погаснут, следует выключить D1CB. Следует придерживаться данной последовательности, обеспечивая правильное включение и выключение бортовых дисплеев с выполнением необходимой обработки файлов в операционной системе и прикладном программном обеспечении с целью предотвращения повреждения файлов. Указанная последовательность ничем не отличается от последовательности правильного выключения ПК с целью защиты дисковой файловой структуры. В качестве помощи для обеспечения выполнения двухступенчатой процедуры выключения питания, индивидуальные автоматические выключатели бортовых дисплеев, D1CB, D2CB и D3CB размещаются позади панели управления двигателем (ЕС). Таким образом, доступ к ним осуществляется только при открытии ЕС-панели.

Страница 14:

Бортовой дисплей – Уровень 1:

После включения на бортовых дисплеях отображается главный операционный экран 1-го уровня. Он схож с дисплеем на IFD, поскольку это - формат, стандартизированный Ассоциацией американских железных дорог (AAR). Главное отличие между экранами IFD и бортовыми дисплеями заключается в нижней части дисплеев. У бортового дисплея имеется два ряда элементов меню вместо одного. Каждый ряд элементов меню расположен в зависимости от расположения кнопок на клавиатуре. Кнопки F1-F8 используются для доступа к первому ряду элементов меню, а кнопки №№ 1-8 используются для доступа ко второму ряду элементов меню. См. представленную таблицу для получения подробной информации о кнопках клавиатуры.

Страница 15:

Уровень 1 – Объяснение и навигация по экрану:

Главный операционный экран 1-го уровня имеет различные элементы меню, отображающие экраны при выборе определенного элемента. При нажатии кнопки № 8 на клавиатуре бортового дисплея активируется функция дополнительных возможностей и на экране отображаются несколько дополнительных элементов меню. При повторном нажатии кнопки № 8 осуществляется возврат к главному операционному экрану, отображаемому при запуске бортового дисплея.

Страница 16:

Уровень 1 – Человеко-машинный интерфейс:

В другой версии главного операционного экрана удален вид приборов, отображаемых на главном операционном экране. Благодаря этому на экране

имеется пространство для отображения другой информации, например, подробных данных о действующих ограничениях на работу локомотива ES44AC. Этот экран называется человеко-машинным интерфейсом. Заметьте, что все кнопки элементов меню остаются неизменными. Была удалена только область представления приборов для отображения иного рода информации.

Страница 17:

Уровень 1 – Подача песка/мерная миля:

Нажатием кнопки F1 или F2 активируется соответствующая операция подачи песка. Механические кнопки подачи песка были сняты с настольного пульта ES44AC и были заменены данной кнопкой на бортовых дисплеях. Нажатием кнопки F3 отображается экран мерной мили. Данная функция работает так же, как и на других локомотивах. Для начала отсчета времени прохождения расстояния нажмите кнопку F3. Для остановки отсчета времени прохождения расстояния и считывания показаний средней скорости прохождения мили нажмите кнопку F3.

Страница 18:

Уровень 1 – Отсчет расстояния:

Как и другие локомотивы, локомотивы серии ES44AC способны измерять пройденное расстояние в футах. Эта функция может быть активирована нажатием кнопки F4 на бортовых дисплеях. Экран настройки счетчика пройденного пути имеет три активных элемента меню: Изменение предварительных установок, начало (окончание) отсчета расстояния и направление отсчета. После настройки и включения счетчика, любой другой экран может сменить экран настройки счетчика пройденного пути, и запрограммированный счетчик будет работать посредством изменения числа, отображаемого в окне расстояния в верхнем правом углу экрана приборов.

Страница 19:

Изменение исходных параметров:

На счетчике пройденного пути можно устанавливать число, с которого будет производиться отсчет в обоих направлениях: увеличение расстояния или уменьшение расстояния. Выделение кнопки F4 позволит пользователю установить число отсчета расстояния с помощью цифровых кнопок на клавиатуре бортового дисплея.

Страница 20:

Начало/окончание отсчета расстояния:

После выбора числа отсчета расстояния, нажатием кнопки F5 производится

запуск счетчика. Описание меню для кнопки F5 сменится на «Остановка отсчета расстояния» во время работы счетчика. Отсчет расстояния продолжится, в обратном или прямом направлении, до повторного нажатия кнопки F5. Меню для кнопки F5 сменится на «Отсчет расстояния».

Страница 21:

Направление отсчета:

Отсчет может производиться путем увеличения либо уменьшения предварительно установленного значения. Отсчет будет производиться в прямом направлении, начиная с нуля, при нажатии кнопки F5 «Отсчет расстояния». Если пользователь предпочитает отсчет в обратном порядке от установленного значения, то нажатием кнопки F6 будет произведен переход в режим обратного отсчета. Если бортовой дисплей уже находится в режиме обратного отсчета, то нажатием кнопки F6 будет произведен переход в режим отсчета в прямом направлении.

Страница 22:

Уровень 1 – Переключатели:

Многие тумблеры, которые ранее размещались на панели управления двигателем или в СА1 на локомотивах, были заменены виртуальными переключателями на паре специализированных экранов бортового дисплея. Пользователь может получить доступ к этим экранам, нажав кнопку F5. Первым из двух экранов отображается экран переключателей. На этом экране располагаются еовиртуальными переключатели реостатного торможения (DB), защиты от блокировки оси и самонагрузки. Доступ к виртуальным переключателям электродвигателя осуществляется нажатием кнопки F7 на экране переключателей.

Страница 23:

Уровень 1 – Переключатели – Система реостатного торможения:

Нажатием кнопки F1 изменяется состояние реостатных тормозов. Когда они включены или активированы, виртуальный переключатель DB будет находиться в положении «включено». Нажатием кнопки F1 тормозы выключатся и виртуальный переключатель DB перейдет в положение «выключено». Если реостатные тормоза включены, нажатием F1 они будут выключены и виртуальный переключатель DB переместится в положение «включено».

Страница 24:

Уровень 1 – Переключатели – Блокировка оси:

Нажатием кнопки F2 изменяется состояние сигнализации блокировки оси

аналогичным образом. Если сигнализация активирована, то нажатием F2 она будет выключена (деактивирована). Если сигнализация не активирована, то нажатием F2 она будет активирована, включена.

Страница 25:

Уровень 1 – Переключатели – Самонагрузка:

При нажатии кнопки № 6 локомотив ES44AC переходит в режим самонагрузки. В ходе перехода в режим самонагрузки на DS1 отобразится экран самонагрузки. Пользователь может выйти из режима самонагрузки, нажав кнопку F8.

Страница 26:

Уровень 1 – Переключатели – Выключатели ТЭД:

Выключение тяговых электродвигателей (ТЭД) и датчиков скорости производится на экране, доступ к которому осуществляется с экрана переключателей нажатием кнопки F7. Нажатием кнопки F7 производится вызов экрана выключателей электродвигателей и датчиков скорости. Описание функций этих кнопок приводится на этом экране.

Страница 27:

SSCOх:

Нажатием соответствующей кнопки, F1 - F6, изменяется состояние датчика скорости для соответствующей оси локомотива. Например, если включены тяговый электродвигатель и датчик скорости оси № 4 и нажимается кнопка F4, то тяговый электродвигатель и датчик скорости оси №4 будут выключены. Если они уже выключены, то нажатием кнопки F4 они будут заново включены.

Страница 28:

TMCOх:

Нажатием соответствующей кнопки, №№ 1-6, изменяется состояние тягового электродвигателя любой из шести осей на ES44AC. В другом примере, если TM2 включен и нажимается кнопка № 2, то тяговый электродвигатель оси № 2 будет отключен.

Страница 29:

Переключатели:

Нажатием кнопки F7 производится возврат к экрану переключателей.

Страница 30:

Выход:

С помощью кнопки F8 производится возврат к главному операционному экрану.

Страница 31:

Уровень 1 – Распределенная энергия/пневматический тормоз:

Нажатием кнопки F6 на главном операционном экране осуществляется доступ к экрану распределенной энергии (DP) для подготовки и контроля работы оборудования DP на соответственно оснащенном ES44AC. Функционирование экрана является операторной функцией, которая подробно объясняется в Руководстве по эксплуатации локомотивов серии ES44AC. Нажатием кнопки № 1 на главном операционном экране осуществляется доступ к экрану настройки электронных пневматических тормозов и контроль за работой электронных пневматических тормозов на соответственно оснащенном электровозе серии Evolution. Этот экран функционирует также как и его эквивалент на экранах IFD, подробная информация о котором приводится в Руководстве по эксплуатации локомотивов серии ES44AC.

Страница 32:

Уровень 1 – Устройства хвостового вагона/кэб-сигнал:

Нажатием кнопки № 2 на главном операционном экране осуществляется доступ к экрану подготовки устройств хвостового вагона. Этот экран функционирует также как и экраны IFD, подробная информация о котором приводится в Руководстве по эксплуатации локомотивов серии ES44AC. Для доступа к экрану настройки кэб-сигнала с главного операционного экрана необходимо нажать кнопку № 3 на бортовом дисплее. На экране настройки персонал может настраивать и контролировать работу системы сигнализации на соответственно оснащенном электровозе серии Evolution. Этот экран функционирует так же, как и экраны IFD, подробная информация о котором приводится в Руководстве по эксплуатации локомотивов серии ES44AC.

Страница 33:

Уровень 1 – Регулировка скорости:

Как и на всех локомотивах, на локомотивах серии ES44AC машинист при желании может выбирать одну из двух функций регулирования скорости. Один вариант выбора позволяет машинисту устанавливать скорость круиз-контроля в диапазоне от 0 до 10 миль/час. Другой вариант позволяет машинисту ограничивать вырабатываемую мощность в каждом положении контролера до нескольких процентов от доступной максимальной мощности. Выбором кнопки № 5 на главном операционном экране осуществляется доступ к экрану управления скоростью. Кнопкой № 5 активируется управление малой скоростью, в то время как кнопкой № 6 осуществляется доступ к режиму снижения мощности. Подробная информация об обеих функциях приводится для технического и станционного персонала в Руководстве по эксплуатации

локомотивов серии ES44AC.

Страница 34:

Уровень 1 – Функции диагностики:

Технический персонал имеет доступ к ограниченной по своему характеру информации во время работы на 1-м уровне, которая касается условий, ограничивающих работу локомотива ES44AC. Нажатием кнопки № 6 с главного операционного экрана на бортовом дисплее осуществляется доступ к информации о диагностике. Это действие вызывает экран отображения сообщений машинисту. Как правило, на экране оранжевым цветом отображается надпись «Готов», однако, если на локомотиве были установлены ограничения, то вместо этого в области сообщений будут отображаться ограничения.

Страница 35:

Уровень 1 – Возможности экрана дополнительных функций:

На экране дополнительных функций имеется два активных элемента меню. Нажатием кнопки № 1 осуществляется доступ к экрану настройки счетчика пройденного пути. Другим активным элементом меню, доступ к которому осуществляется нажатием кнопки F6, производится выбор функций экрана загрузки данных, доступных на 1-м уровне. На этом экране возможна загрузка двух журналов регистрации данных с ES44AC на карту памяти PCMCIA, которая вставляется в разъем в бортовом дисплее. Журнал, подлежащий загрузке, будет выделен на экране. На примерном экране представлен журнал регистратора событий. Если пользователь системы желает выбрать второй журнал, то все, что необходимо сделать - это нажать кнопку F1. Выделяющий курсор переместится к журналу путевого монитора, и после активации загрузки, данный журнал будет загружен на карту памяти. Нажатием кнопки F5 запускается загрузка данных. Если карта памяти не отформатирована под использование в бортовом дисплее, то ее можно отформатировать, нажав кнопку F4.

Страница 36:

Уровень 1 – Управление экранами:

Если пользователь нажмет кнопку № 7 на бортовом дисплее, отображающем главный операционный экран, то на бортовом дисплее отобразится экран средств управления экранами. Экран имеет семь активных элементов меню. Это меню выбора экрана приборов, сохранения установок и управления пароллями.

Страница 37:

Уровень 1 – Управление экранами – Выбор экрана датчиков:

Первый из этих элементов определяет функции, выбранные двумя кнопками, F2 и F3, которые управляют состоянием экрана двух бортовых дисплеев, расположенных на рабочей панели машиниста. На этих двух бортовых дисплеях может отображаться версия приборов главного операционного экрана. Или на одном из них, левом или правом, может отображаться версия приборов главного операционного экрана, в то время как на другом дисплее отображается версия человеко-машинного интерфейса (HMI). Экран приборов должен постоянно отображаться на одном из двух бортовых дисплеев на пульте машиниста. Пользователь может выбирать состояние приборов каждого экрана посредством перемещения выделяющего курсора в области отображения приборов экрана. Цифра отображает выделяющий курсор только на правом дисплее. Выделяющий курсор можно перемещать вверх вниз кнопками F2 и F3 на бортовом дисплее.

Страница 38:

Только правый дисплей:

На правом дисплее DS1 панели пульта машиниста будет отображаться экран приборов, в то время как на левом дисплее DS2 будет отображаться экран HMI.

Страница 39:

Только левый дисплей:

На левом дисплее DS2 панели пульта машиниста будет отображаться экран приборов, в то время как на правом дисплее DS1 будет отображаться экран HMI.

Страница 40:

Оба дисплея:

На обоих дисплеях панели пульта машиниста, DS1 и DS2, будет отображаться экран приборов.

Страница 41:

Уровень 1 – Управление экранами – Сохранение установок/управления пароллями:

После выбора желаемого экрана измерительных приборов, ввод в действие экрана производится нажатием кнопки № 3, которая сохраняет выбранную установку. Другую функцию, доступную на экране, можно выбрать нажатием кнопки F5. При этом на бортовом дисплее отобразится экран для ввода пароля машиниста. С этого экрана персонал локомотива ES44AC может перейти со 2-го уровня на 3-й уровень доступа к компьютеру.

Страница 42:

Уровень 1 – Управление экранами – Изменение уровня доступа:

Получение доступа 2-го или 3-го уровня на бортовых дисплеях представляет собой ввод соответствующего пароля для определенного уровня. На экране ввода пароля машиниста, при вводе правильного пароля 2-го уровня, бортовые дисплеи переходят на 2-й уровень. Это же относится и к паролю 3-го уровня. Пароли для 2-го и 3-го уровней представляют собой набор чисел с максимальной длиной в 8 цифр и вводятся на экране пароля машиниста нажатием кнопок нижнего ряда, от 0 до 9, на бортовом дисплее. Нажатием кнопки № 0 в пароль вводится цифра ноль, нажатием кнопки № 1 вводится цифра 1, и тд. Вводимые фактические числа не отображаются на экране. Как и на всех экранах ввода пароля, используемых в современных компьютерах, при вводе цифр пароля в поле ввода отображается знак X. На экране ввода пароля машиниста отображается одна введенная цифра. Теперь на экране ввода пароля машиниста отображаются три введенных цифры. Теперь предположим, что пользователь бортового дисплея пытается перейти на другой уровень и неправильно ввел третью цифру пароля. В этом случае пользователь может нажать F4, «Возврат назад», для удаления последней введенной цифры и затем ввести верную цифру. На экране для ввода пароля машиниста отображается изменение после нажатия пользователем кнопки F4. После ввода пользователем верного пароля, изображение на бортовом дисплее может быть схоже с представленным видом. Использование данного изображения не подразумевает, что настоящий пароль 2-го уровня для локомотивов серии Evolution состоит из восьми цифр, хотя и может. Данное изображение приводится в качестве примера с целью пояснения. Во любом случае, после ввода пароля, пользователю следует нажать кнопку F7 для принятия пароля. Если пароль введен верно, бортовой дисплей перейдет на 2-й уровень. Обратите внимание, что верхнее поле из двух малых полей в нижнем правом углу главного операционного экрана теперь имеет обозначение L2 вместо L1, которое оно имело в предыдущем главном операционном экране. Это означает, что бортовой дисплей теперь функционирует на 2-м уровне.

Страница 46:

Уровень 2 – Экран дополнительных функций:

Как и главный операционный экран 1-го уровня, главный операционный экран 2-го уровня имеет различные элементы меню. При нажатии кнопки № 8 на главном операционном экране 2-го уровня активируется функция дополнительных возможностей и на экране отображаются дополнительные элементы меню. При повторном нажатии кнопки № 8 осуществляется возврат к главному операционному экрану. Новыми элементами меню на экране дополнительных функций 2-го уровня являются регистратор событий,

конфигурация локомотива, статистические данные, самодиагностика, устройство регистрации данных и регулируемые параметры.

Страница 47:

Уровень 2 – Регистратор событий:

При нажатии кнопки F3 на экране дополнительных функций 2-го уровня, на бортовом дисплее отобразится экран регистратора событий. На этом экране отображается состояние регистратора событий на локомотиве серии Evolution. В левом верхнем углу экрана приводится информация по устройству регистрации и его режиму работы. В верхнем правом углу содержится информация о диаметре колес оси № 2. С помощью кнопки F6 можно просмотреть дату проведения последнего проверочного испытания и дату проведения следующего испытания. Просмотр истории испытаний осуществляется нажатием кнопки F3. В центре экрана приводится список параметров, хранящихся в регистраторе событий. Этот список включает обязательные данные FRA и детализированные данные по железным дорогам, которые регистрируются устройством.

Страница 48:

Уровень 2 – Конфигурация локомотива:

Нажатием кнопки F4 на экране дополнительных функций 2-го уровня бортовому дисплею посылается команда на отображение экрана конфигурации программного обеспечения локомотива. Этот экран отображает состояние конфигурации программного обеспечения всего программируемого оборудования на локомотивах серии Evolution. Поскольку перечень длинный и не может быть весь отображен на экране, то кнопка F1, «стрелка вниз», позволит пользователю прокручивать список до конца. Кнопка № 1, «страница вниз», позволяет просматривать следующую часть списка. Если фактическая версия ПО устройства не соответствует ожидаемой версии, то устройство может быть перепрограммировано с помощью ПО, хранящегося в каждом бортовом дисплее. Выделяющий курсор может быть перемещен на рассматриваемое устройство и пользователь может нажать кнопку F4. Отдельное устройство будет перепрограммировано на ожидаемую версию. Кнопкой F5 программируются все устройства в списке.

Страница 49:

Уровень 2 – Статистические данные:

Нажатием кнопки F5 на экране дополнительных функций 2-го уровня бортовому дисплею посылается команда на отображение экрана статистических данных – срока службы локомотива. Этот экран содержит информацию о сроке службы локомотива. На экране обычно отображаются такие параметры, как время

работы на каждой позиции контроллера, общее количество выработанных киловатт-часов электроэнергии и общее количество пройденных миль. Элемент меню срока службы, появляющийся в местоположении кнопки F6, обычно не отображается в этом экране, однако он был добавлен для указания его местоположения при активном элементе меню статистических данных по техобслуживанию или индивидуальных статистических данных. Элемент меню статистических данных по техобслуживанию вызывает экран, в котором приводятся статические данные по техническому обслуживанию локомотива, в то время как элемент индивидуальных статистических данных вызывает экран, который позволяет пользователю определить для просмотра статистические данные из полного списка параметров.

Страница 50:

Уровень 2 – Самодиагностика:

Нажатием кнопки F8 на экране дополнительных функций 2-го уровня бортового дисплея посылается команда на отображение экрана самодиагностики. При первом входе в экран самодиагностики пользователь может выбрать определенный внутренний тест посредством перемещения левого и правого выделяющих курсоров по спискам тестов, доступных на локомотивах серии Evolution. Стрелки «вверх» и «вниз», связанные с кнопками F1 и F2, перемещают выделяющий курсор в левом списке вверх и вниз. Таким образом производится выбор между различными тестовыми группами, которые определяются типом системы локомотива. При выделении каждой группы, на правой стороне области просмотра отображается новый список индивидуальных тестов. Стрелки «вверх» и «вниз», связанные с кнопками F5 и F6, перемещают выделяющий курсор в правом списке вверх и вниз. Таким образом выбираются индивидуальные внутренние тесты. После выделения требуемого теста, нажатием кнопки F4, «Начало тестирования», запускается выделенный тест.

Страница 51:

Уровень 2 – Самодиагностика (продолжение):

Если пользователь знает определенный внутренний тест по номеру, то он может выбрать этот тест нажатием кнопки F3, «Ввод номера теста». По этой команде бортовой дисплей отображает экран самодиагностики, позволяющий производить выбор теста по номеру теста. Номер теста вводится на экране с помощью нумерованных кнопок 0 – 9. В случае неправильного ввода цифры данное число может быть удалено кнопкой F3, «Возврат назад». После правильного ввода номера и отображения на экране самодиагностики, тест может быть запущен кнопкой F7.

Страница 52:**Уровень 2 – Устройство регистрации данных:**

Нажатием кнопки № 5 на экране дополнительных функций 2-го уровня бортовому дисплею посылается команда на отображение экрана управления устройством регистрации данных. На изображении устройство регистрации данных находится в режиме ручного управления и не включено. В этом экране пользователь может выбирать различные рабочие режимы, руководствуясь элементами меню, доступными на этом экране.

Страница 53:**Число образцов до и после пуска:**

Кнопками №№ 4 и 5 пользователь может выбрать число образцов, отбираемых бортовым дисплеем до и после инициирующего события.

Страница 54:**Интервал выборки:**

Интервальное время между выборками данных устанавливается кнопкой № 6.

Страница 55:**Режим журнала:**

В определенные моменты времени память, выделенная журналу регистрации данных, будет переполняться. С помощью кнопки № 3 пользователь может подать команду бортовому дисплею на урегулирование данной ситуации одним из двух способов: Циклическая запись данных при заполненной памяти или упаковывать данные по алгоритму ФИФО. На примере представлен активный элемент циклическая запись при заполненной памяти, в то время как упаковка данных доступна нажатием кнопки № 3.

Страница 56:**Очистка журнала:**

Очистка журнала производится кнопкой F2.

Страница 57:**Тип данных:**

Существует два типа полей данных, записываемых бортовым дисплеем. Журнал данных двигателя представляет собой программный массив данных, выбор которого производится кнопкой F5. Переключение на журнал пользовательских данных осуществляется тумблером, роль которого выполняет кнопка F5, во время записи данных двигателя.

Страница 58:

Режим записи данных:

Имеются два режима записи данных бортовым дисплеем. Ручной режим, изображенный на рисунке активным, может включаться или выключаться, исходя из потребностей пользователя на локомотиве. В автоматическом режиме запись данных производится с момента активации до заполнения памяти журнала регистрации данных или непрерывно при выборе режима упаковки данных.

Страница 59:

Ручной режим:

В ручном режиме регистратор включается и выключается кнопкой F7. F7 выполняет роль виртуального тумблера, расположенного над элементом меню.

Страница 60:

Выбор пользовательских параметров:

При выборе пользователем журнала регистрации пользовательских данных параметры должны определяться пользователем. Это выполняется на экране, вызов которого осуществляется кнопкой № 8 на бортовом дисплее.

Страница 61:

Уровень 2 – Выбор параметров устройства регистрации данных:

С помощью элементов меню, доступных на экране бортового дисплея, пользователь может выбрать журнал регистрации пользовательских данных.

Страница 62:

Просмотр текущего массива данных:

Текущий массив данных, подлежащий записи, отображается в левом окне экрана. Пользователь может перемещаться по списку данных кнопками F1, F2, № 1 и № 2. Кнопками F1 и F2 выделяющий курсор перемещается вниз или вверх на один пункт списка. Кнопками № 1 и № 2 курсор перемещается на целую страницу вниз или вверх по списку.

Страница 63:

Просмотр списка подсистем:

Список подсистем локомотива серии Evolution отображается в центральном окне экрана. Для выбора параметров для списка пользовательских данных пользователь может перемещаться по списку подсистем с помощью кнопок F4 и F5. Кнопкой F4 выделяющий курсор перемещается вниз по списку, на одну подсистему за одно нажатие, в то время как кнопкой F5 курсор перемещается на

одну подсистему вверх по списку. По мере перемещения курсора от одной подсистемы к другой, список параметров, связанный с подсистемой, изменяется в правом столбце.

Страница 64:

Просмотр списка параметров:

Для продолжения процедуры выбора параметров пользователь может перемещаться по списку параметров в правом столбце кнопками F6, F7, № 6 и № 7. Кнопками F6 и F7 выделяющий курсор перемещается вниз или вверх на один параметр списка. Кнопками № 6 и № 7 курсор перемещается на целую страницу вниз или вверх по списку.

Страница 65:

Управление выбранными параметрами:

После того, как пользователь выделил пункт в левом окне, где отображается список текущего массива данных, он может удалить данный параметр, нажав кнопку № 3. Если не предполагается использование параметров в новом списке параметров, то кнопкой № 4 может быть удален весь список. После того, как пользователь выделил параметр в правом окне, что означает добавление требуемого параметра в новый массив данных регистратора, данный параметр может быть добавлен в список в левом окне кнопкой № 5. Если пользователь знает номер параметра, который необходимо добавить в новый список, и хочет избежать просмотра всех списков подсистем, то пользователь может нажать кнопку F3 и вставить параметр, напрямую введя его идентификационный номер. Номер вводится с помощью кнопок 0 – 9.

Страница 66:

Управление экраном:

После создания списка параметров, подлежащих записи, пользователь нажимает кнопку № 8 для сохранения новой установки. Если же пользователь нажмет кнопку F8, то изменения, внесенные в первоначальный лист, сохранены не будут.

Страница 67:

Уровень 2 – Устройство регистрации данных (автоматический режим):

Нажатием кнопки F6 на экране управления устройством регистрации данных бортовому дисплею посылается команда на отображение экрана управления устройством регистрации данных в автоматическом режиме. При выборе автоматического режима устройство регистрации данных запускается и работает непрерывно. Обратите внимание, что виртуальный зеленый СДИ,

указывающий на ведение записи, включен. Также заметьте, что режим журнала установлен на упаковку данных во время работы в автоматическом режиме.

Страница 68:

Уровень 2 – Регулируемые параметры:

Последний элемент меню, доступный на экране дополнительных функций, позволяет пользователю проводить калибровку нескольких регулируемых параметров. Кнопкой № 6 пользователь вызывает экран регулируемых параметров на бортовом дисплее. Тремя регулируемыми параметрами 2-го уровня являются заданное значение ограничения скорости, время восстановления работоспособности сигнализатора и диаметр колес 2-й оси. Заданное значение ограничения скорости является регулируемым в пределах от 0 до 75 миль/час со значением по умолчанию - 75 миль/час. Верхний предел является программируемым и может регулироваться техническими условиями заказчика. Время восстановления работоспособности сигнализатора может варьироваться от 20 до 999 секунд со значением по умолчанию - 20 секунд. Параметры диаметра колеса для колесно-моторного блока ТМ № 2 могут варьироваться от 38 до 43 дюймов со значением по умолчанию - 42 дюйма.

Страница 69:

Уровень 2 – Регулируемые параметры (продолжение):

Регулироваться могут текущие значения, отображенные на экране. Для регулирования или изменения параметра пользователю сначала необходимо выбрать параметр, который требуется изменить. Это делается посредством перемещения выделяющего курсора по списку текущих значений, представленных в правом столбце. Курсор перемещается вниз, когда пользователь нажимает на кнопку F1. Если курсор находится на самом последнем параметре, то он переместится на верхний параметр при нажатии кнопки F1. После того, как пользователь выделил требуемый параметр, данный параметр может быть изменен с помощью кнопки F4. Данным действием вызывается экран регулируемых параметров. В этот момент пользователь может ввести новое значение с помощью нумерованных кнопок. Ошибка, допущенная во время ввода данных, может быть исправлена кнопкой F6. Верное значение сохраняется нажатием кнопки F7. Если пользователь желает сбросить все регулируемые параметры до их значений по умолчанию, то для этого необходимо воспользоваться кнопкой F5. Процесс изменения может быть остановлен кнопкой F8.

Страница 70:

Уровень 2 – Монитор состава:

На главном операционном экране 2-го уровня имеются три новых элемента меню: монитор состава, монитор локомотива и путевой монитор. Они активируются с помощью кнопок F7, F8 и № 4 соответственно. Кнопкой F7 активируется экран монитора состава. Этот экран представляет информацию о всех локомотивах AC6000 и локомотивах серии Evolution, которые сцеплены в моторвагонные подвижные составы (МУ) в поезде, при условии, что они оборудованы активными модулями связи поездной магистрали. Если, по какой-либо причине, сеть связи между локомотивами не обеспечивает передачу данных в локомотивном составе, то сеть может быть принудительно перезагружена с помощью кнопки F1. Если необходимо скорректировать порядок, в котором приведены локомотивы, то пользователь может воспользоваться кнопкой F7 для внесения изменений. Экран для изменения порядка следования локомотивов, отображаемый на экране монитора состава, представлен на рисунке. В этом экране имеются элементы меню, которыми может воспользоваться машинист для изменения порядка локомотивов, в котором они приведены на экране монитора состава.

Страница 71:

Просмотр текущего порядка:

Текущий порядок локомотивов отображается на экране. Пользователь может перемещаться по списку локомотивов с помощью кнопок F3 и F4, перемещая выделяющий курсор влево и вправо.

Страница 72:

Выбор локомотива:

После выделения соответствующего столбца локомотива, выделенный объект выбирается для перемещения кнопкой F5.

Страница 73:

Перемещение выбранного локомотива:

Для продолжения внесения изменений пользователь может переместить столбец локомотива влево или вправо также с помощью кнопки F3 и F4.

Страница 74:

Управление выбранными параметрами:

После того, как пользователь разместил необходимым образом локомотив, нажатием кнопки F7, «Сохранить порядок», новые позиции локомотивов будут зафиксированы для отображения состава. Если пользователь принимает

решение сохранить первоначальный порядок, то с помощью кнопки F8 производится возврат к экрану монитора состава без сохранения изменений.

Страница 75:

Уровень 2 – Монитор локомотива:

Кнопкой F8 активируется экран монитора локомотива. Данный экран предоставляет информацию о локомотиве, на котором установлен бортовой дисплей. Кнопка F1 может использоваться для фиксирования данных, появляющихся на этом экране. Если данные обновляются регулярно и нажимается кнопка F1, то данные будут зафиксированы. В этот момент, на элементе меню для кнопки F1 отобразится сообщение «Возобновить» на экране Монитора локомотива. Нажатием кнопки F1 обновление данных будет возобновлено и на элементе меню для F1 отобразится сообщение «Зафиксировать».

Страница 76:

Уровень 2 – Путевой монитор:

Кнопкой № 4 активируется экран путевого монитора. Данный экран регистрирует данные о пути, проходимом локомотивом серии Evolution, на котором установлен бортовой дисплей. Для начала записи пути пользователю необходимо нажать кнопку F6 с обозначением «Старт». Будет зафиксировано начало записи статистических данных пути - производится автоматический сбор таких данных, как дата, время и местоположение с GPS-устройства, размещенного на локомотиве. Начинает производиться сбор данных и их отображение на экране. После нажатия кнопки F6, элемент меню для F6 изменяется на «Стоп». После нажатия кнопки, будет зафиксирована остановка статистических данных для пути и бортовой дисплей прекратит сбор данных. На элементе меню F6 снова отобразится «Старт». Собранные статистические данные останутся доступными для просмотра на экране путевого монитора до повторной активации функции «Старт».

Страница 80:

Заключение:

Вы дошли до конца модуля!

В этом модуле вы научились:

- Определять функции, выполняемые каждым бортовым дисплеем на локомотиве.
 - Бортовые дисплеи, выполняющие роль управляющих компьютеров локомотива, производят сбор и обработку информации о режимах работы локомотива как на системном, так и компонентном уровнях.
 - На локомотиве серии ES44AC каждый из трех бортовых дисплеев имеет определенный набор задач и обязанностей, касающихся управления локомотивом. В случае если один из трех бортовых дисплеев выходит из строя, при необходимости, задачи могут быть перераспределены между двумя дисплеями.
 - Задачами, определенными для бортового дисплея 1 (DS1 или SDIS1), являются функции управления поездом, сеть, загрузка данных на панели, энергонезависимая память и файлы статистических данных.
 - Задачами, определенными для бортового дисплея 2 (DS2 или SDIS2), являются журналы диагностики, дистанционный контроль и диагностика и файлы статистических данных.
 - Задачами, определенными для бортового дисплея 3 (DS3 или SDIS3), являются функции управления локомотивом, сеть, устройство регистрации данных, энергонезависимая память и файлы статистических данных.
- Описывать операцию запуска бортового дисплея.
 - При первом включении бортовые дисплеи выполняют свои задачи в режиме 1-го уровня, который является первоначальным режимом работы. Этот режим обеспечивает доступ к работе компьютерной системы и системы управления на низшем, наиболее ограниченном уровне.
 - Питание на каждый из бортовых дисплеев подается через собственный отдельный двухполюсный 6А-автоматический выключатель. Сигнал о пробуждении или включении подается на каждый беспроводной монитор через выключатель заряда аккумуляторной батареи и компьютера (ВССВ). После включения на бортовых дисплеях отображается главный операционный экран 1-го уровня.

- Бортовые дисплеи приводят в исполнение операционную систему в рамках своего установленного программного обеспечения. Следовательно, важно обеспечивать правильное включение и выключение бортовых дисплеев для выполнения необходимой обработки файлов в операционной системе и прикладном программном обеспечении с целью предотвращения повреждения файлов.
- Объяснять способы навигации по различным экранам бортового дисплея для просмотра интересующих данных.
 - Главный операционный экран имеет различные элементы меню. Данные элементы меню расположены внизу экрана и отображаются в два ряда. Каждый ряд элементов меню расположен в зависимости от расположения кнопок на клавиатуре.
 - Кнопки F1-F8 используются для доступа к первому ряду элементов меню, а кнопки №№ 1-8 используются для доступа ко второму ряду элементов меню.
 - Кнопки №№ 0-9 также могут использоваться для ввода данных или запросов в числовом формате.
 - Пользователь может использовать эти кнопки для доступа к различным экранам информации или выполнения функций, связанных с подготовкой и функционированием локомотива.

Электронный впрыск топлива

Страница 1:

Введение в систему электронного впрыска топлива:

Добро пожаловать в модуль «Электронный впрыск топлива» углубленного курса «Электрические системы ES44AC». В этом модуле вы узнаете о ECU и его средствах взаимодействия с дизельным двигателем GEVO и локомотивом серии Evolution.

По завершении данного модуля вы сможете:

- Описать ECU и его входы и выходы.
- Определять средства взаимодействия между ECU и двигателем GEVO.
- Определять средства взаимодействия между ECU и локомотивом ES44AC.
- Объяснить принципы взаимодействия ECU с остальными устройствами в сети ARCNet и другими компьютерами, связанными с ним.

Страница 2:

Система электронного впрыска топлива – История:

В начале - середине 90-х гг. механические регуляторы были заменены на электронный впрыск топлива (EFI). Впрыск топлива (EFI). Это привело к низкому потреблению топлива и уменьшенному выбросу отработавших газов из вытяжной установки. Испытания проходили два варианта конструкции EFI – один, представленный компанией Lucas-Bryce, и второй - от Bosch/Lockheed-Martin. Система Bosch/Lockheed-Martin около десяти лет и в обозримом будущем будет использоваться на двигателях 7FDL не зависимо от его применения, т.е. на локомотивах, морских судах или в стационарных установках. Однако, поскольку локомотив серии Evolution и дизельный двигатель GEVO прошли свои стадии разработки, было принято решение использовать внутреннюю конструкцию для нового компьютера EFI, называемого «блоком управления двигателем» (ECU).

Страница 3:

Аппаратное обеспечение ECU:

ECU представляет собой одноплатный компьютер, спроектированный нашими инженерами. Первые платы были произведены шведской компанией Mecel. Однако, Проектный отдел сохраняет за собой права на конструкцию, программное обеспечение и производство плат ECU. Плата размещается в общеизвестном «черном ящике», смонтированном в углу вспомогательной кабины между CA4 и CA5. В схемах всех локомотивов серии Evolution, выпущенных до настоящего времени, ECU указывается, как размещенный в CA4.

Страница 4:

Коннекторы ECU:

Более пристальный, свободный обзор демонстрирует, что ECU оборудован шиной заземления, разъемом питания, шестью входными/выходными коннекторами, тремя коннекторами для последовательной передачи данных и двумя коннекторами ARCNet. В представленной таблице перечисляются различные коннекторы на ECU, их функции и число контактов на каждом коннекторе.

Страница 5:

Блок-схема ECU:

Поскольку на ECU имеется множество коннекторов и они обеспечивают взаимодействие с многочисленными устройствами на локомотиве серии Evolution, то не лишним будет взглянуть на ECU на блок-схеме и ознакомиться с представленной информацией и числом входов и выходов. На представленном рисунке изображена блок-схема входов и выходов ECU. Они изображены сгруппированными по каждому коннектору на ECU. В блок-схеме ECU используются стандартные аббревиатуры. В таблице отображаются определения и описание сокращений.

Страница 9:

Характеристики датчиков ECU:

Среди различных входных сигналов, на ECU поступает множество сигналов от датчиков. Большинство сигналов поступает с датчиков на дизельном двигателе. Однако, определенные входные сигналы поступают из других зон помимо двигательного отсека. На рисунке изображены датчики давления, установленные на локомотиве, и представлены схемы их подключения к ECU.

Страница 10:

Датчик барометрического давления воздуха:

Датчик барометрического давления воздуха (BAP) также может именоваться как преобразователем барометрического давления (BPT). Обе аббревиатуры, BAP и BPT относятся к одному и тому же устройству на локомотивах серии Evolution. Устройство предназначено для измерения атмосферного давления. ECU использует данную информацию вместе с измерениями датчика давления в воздушном фильтре двигателя (EAFP) для определения чистоты рукавных воздушных фильтров. Программное обеспечение тяговой системы также использует эти данные для расчета плотности воздуха и высоты с целью определения стратегии охлаждения тягового электродвигателя. Датчик BAP расположен на щите CA4 во вспомогательной кабине. В таблице приведены

характеристики датчика ВАР.

Страница 11:

Датчики давления двигательного отсека:

На дизельном двигателе GEVO и вокруг него размещено семь датчиков давления. Датчик давления воздуха коллектора (MAP) и датчик давления в воздушном фильтре двигателя (EAFP) измеряют давление воздуха. Датчик давления масла на входе в двигатель (ELIP) и датчик давления насоса смазочного масла двигателя (ELPP) измеряют давление смазочного масла. Датчик давления в топливной системе двигателя (EFP) измеряет давление топлива. Датчик давления охлаждающей жидкости на входе в двигатель (EWIP) измеряет давление охлаждающей жидкости. Датчик избыточного давления в картере (COP) измеряет давление газов. Характеристики каждого из датчиков будут представлены в порядке ознакомления.

Страница 12:

Датчик MAP:

Датчик MAP предназначен для измерения давления воздуха во впускном воздушном коллекторе. Программное обеспечение, управляющее работой двигателя, использует давление воздуха на впуске для расчета оптимального соотношения компонентов горючей смеси. Если показания датчика MAP слишком низкие, то выходная мощность и, возможно, скорость двигателя будут снижены. Датчик MAP установлен в торце впускного воздушного коллектора. Доступ к датчику осуществляется с торца генератора двигателя со стороны машиниста (стороны А) локомотива. В таблице приведены характеристики датчика MAP.

Страница 13:

Датчик EAFP:

Датчик EAFP измеряет давление воздуха, поступающего в турбокомпрессор (т.е. давление воздуха между рукавными воздушными фильтрами и впуском турбокомпрессора). Программное обеспечение, управляющее работой двигателя, использует показания датчика EAFP для проверки достаточной подачи воздуха на турбокомпрессор и GEVO для обеспечения их надлежащего функционирования. EAFP устанавливается в корпусе воздушного фильтра камеры сгорания непосредственно над топливными фильтрами. Доступ к датчику осуществляется со стороны помощника (сторона В) локомотива. В таблице приведены характеристики датчика EAFP.

Страница 14:

ELIP и датчик ELPP:

Датчик ELIP предназначен для измерения давления смазочного масла в левом седьмом подшипнике распределительного вала. Программное обеспечение, управляющее работой двигателя, использует эти данные для защиты двигателя от повреждений, вызываемых низким давлением масла. При низком давлении масла стратегия защиты представляет собой следующее. Если давление масла понижается до уровня, при котором не происходит достаточного смазывания, определяемого текущей нагрузкой на двигатель, то ECU понизит скорость двигателя и выходную мощность до соответствующей текущему давлению масла. Если давление смазочного масла продолжает снижаться, то ECU сбросит скорость двигателя и выходную мощность до ХОЛОСТОГО ХОДА. В случае очень низкого давления масла, стратегия защиты заключается в следующем: если давление масла понизится до заданного значения, то двигатель выключится. Датчик ELIP смонтирован в задней части картера двигателя непосредственно за левым шестым цилиндром. Датчик ELPP предназначен для измерения давления смазочного масла на выходе из смазочного насоса. Датчик ELPP вводится в нагнетательный патрубок масляного насоса. В таблице приведены характеристики датчиков ELIP и ELPP.

Страница 15:

Датчик EFP:

Датчик EFP также именуется датчиком давления топливоподачи (FSP). Обе аббревиатуры (EFP и FSP) относятся к одному и тому же устройству на локомотиве серии Evolution. Датчик EFP предназначен для измерения давления топлива, поступающего в двигатель. Программное обеспечение, управляющее работой двигателя, использует эту информацию для определения наличия топлива в двигателе и проведения диагностики топливной системы низкого давления. Датчик EFP вводится в обратный топливопровод двигателя. Датчик расположен в топливопроводе, соединенном с регулирующим клапаном; доступ к датчику осуществляется со стороны машиниста (стороны А) локомотива. В таблице приведены характеристики датчика EFP.

Страница 16:

Датчик EWIP:

Датчик EWIP предназначен для измерения давления охлаждающей жидкости, поступающей в левый шестой цилиндр. Стратегия защиты при низком давлении охлаждающей жидкости программного обеспечения, управляющего работой двигателя, заключается в использовании информации о давлении для защиты двигателя от повреждений, вызываемых низким давлением охлаждающей

жидкости. Если давление охлаждающей жидкости в течении 10 секунд ниже порогового значения при заданном режиме работы двигателя, то режим работы двигателя будет понижен на одну позицию контроллера. Каждые 20 секунд после первого понижения позиции контроллера, режим работы двигателя будет понижаться на одну позицию контроллера до перехода в режим ХОЛОСТОГО ХОДА, в случае необходимости. Датчик EWIP смонтирован в задней части блока двигателя непосредственно за левым шестым цилиндром. В таблице приведены характеристики датчика EWIP.

Страница 17:

Датчик COP:

Датчик COP измеряет давление в картере. Это результирующее давление является сложением давлений воздуха и газов. Если давление в основном создается воздухом, вентилирующим картер, то это давление обычно меньше атмосферного давления воздуха и, по-видимому, будет отрицательным на манометре, что соотносится с атмосферным, и определяется таковым датчиком COP. Если давление в основном является результатом испарения топлива и смазочного масла, то датчик COP может считывать значение, превышающее атмосферное. Программное обеспечение, управляющее работой двигателя, использует эту информацию для определения развития или наличия избыточного давления в картере. Если в картере создано избыточное давление, то программное обеспечение, управляющее работой двигателя, выключит двигатель. Это делается для защиты двигателя от разрушительных взрывов в картере. Датчик COP смонтирован в задней части блока двигателя непосредственно за левым шестым цилиндром. В таблице приведены характеристики датчика COP.

Страница 20:

Температурные датчики двигательного отсека:

На дизельном двигателе GEVO и вокруг него размещено десять температурных датчиков. Датчик температуры воздуха в коллекторе (MAT) и датчик температуры воздуха на впуске турбокомпрессора (TIA), также именуемые датчиком истинной температуры окружающей среды (ATT), измеряют температуру воздуха. Датчик температуры смазочного масла на входе в двигатель (ELIT) и датчик температуры смазочного масла на выходе из двигателя (ELOT) измеряют температуру смазочного масла. Датчик температуры охлаждающей жидкости на входе в двигатель (EWIT) и датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе из двигателя (EWOT) измеряют температуру охлаждающей жидкости. Датчик температуры топлива двигателя (EFT) измеряет температуру топлива. Правый предтурбинный температурный

датчик (PTRT) и левый предтурбинный температурный датчик (PTLT) измеряют температуру выхлопного газа. Поскольку PTRT и PTLT являются термопарными устройствами, они требуют наличия компенсирующего температурного датчика, который предусмотрен на локомотивах серии Evolution через использование термоэлектрической компенсационной панели (TCMP).

Страница 21:

Датчик MAT:

Датчик MAT измеряет температуру воздуха во впускном воздушном коллекторе. Программное обеспечение, управляющее работой двигателя, использует эту информацию для расчета плотности воздуха, оптимального КПД топлива и величины нагрузки. Датчик MAT устанавливается в торце впускного воздушного коллектора со стороны генератора. Доступ к датчику осуществляется со стороны машиниста (сторона А) локомотива. В таблицах приведены характеристики датчика MAT. Прокрутите вниз, чтобы просмотреть всю таблицу.

Страница 22:

Датчик TAI:

Температурный датчик для воздухозаборника турбины может также именоваться датчиком TAI, TIA или ATT в зависимости от используемого документа. Все три аббревиатуры относятся к одному и тому же устройству на локомотивах серии Evolution. Датчик TAI измеряет температуру воздуха, поступающего в турбокомпрессор, и используется программным обеспечением, управляющим работой двигателя, для определения плотности воздуха в камере сгорания. Он также используется для расчета величины нагрузки. Датчик TAI встроен в стенку корпуса воздушного фильтра камеры сгорания. Доступ к датчику осуществляется со стороны помощника (сторона В) локомотива между двигателем и стенкой радиаторного отсека непосредственно под каналом воздухозаборника, ведущего к турбокомпрессору. В таблицах приведены характеристики датчика TAI. Прокрутите вниз, чтобы просмотреть всю таблицу.

Страница 23:

Датчик ELIT:

Датчик ELIT измеряет температуру смазочного масла, поступающего в двигатель. Программное обеспечение, управляющее работой двигателя, использует сигналы о температуре масла для защиты двигателя от повреждений. При высокой температуре масла выходная мощность двигателя будет снижена, а обороты двигателя будут увеличены до 8-й позиции контроллера, пока температура масла не снизится до установленного значения.

В случае если температура масла не снижается до приемлемого значения, то будет продолжено снижение выходной мощности двигателя, по необходимости, до нуля. Если температура смазочного масла не понизится, то двигатель, в конечном счете, будет выключен. Датчик ELIT установлен в интегрированной передней крышке дизельного двигателя рядом с трубкой для впуска смазочного масла. В таблицах приведены характеристики датчика ELIT. Прокрутите вниз, чтобы просмотреть всю таблицу.

Страница 24:

Датчик ELOT:

Датчик ELOT измеряет температуру смазочного масла на выходе из двигателя. Программное обеспечение, управляющее работой двигателя, (стратегия холодного двигателя) использует эту информацию для защиты двигателя. При очень низкой температуре масла двигателя обороты двигателя будут снижены, пока температура масла не достигнет установленного минимального значения. Датчик ELOT устанавливается в нагнетательном патрубке масляного насоса. В таблицах приведены характеристики датчика ELOT. Прокрутите вниз, чтобы просмотреть всю таблицу.

Страница 25:

Датчик EWIT:

Датчик EWIT предназначен для измерения температуры охлаждающей жидкости, поступающей в двигатель. Программное обеспечение, управляющее работой двигателя, использует сигнал о температуре охлаждающей жидкости, поступающей в двигатель, для защиты двигателя с помощью стратегии горячего двигателя и, при необходимости, стратегии крайне горячего двигателя. При высокой температуре охлаждающей жидкости выходная мощность двигателя будет снижена, а обороты двигателя будут увеличены до 8-й позиции контроллера, пока температура охлаждающей жидкости не снизится до установленного значения. Если температура не уменьшается, то программное обеспечение применит стратегию крайне горячего двигателя. При слишком высокой температуре охлаждающей жидкости обороты двигателя будут снижены до 1-й позиции контроллера. Спустя пять минут, если температура не уменьшится, программное обеспечение выключит дизельный двигатель. Датчик EWIT расположен в трубопроводе для охлаждающей жидкости, соединенном с интегрированной передней крышкой двигателя и водяным насосом. Доступ к датчику осуществляется со стороны помощника (сторона В) локомотива серии Evolution в трубопроводе, расположенном непосредственно под турбокомпрессором. В таблицах приведены характеристики датчика EWIT. Прокрутите вниз, чтобы просмотреть всю таблицу.

Страница 26:

Датчик EWOT:

Датчик EWOT измеряет температуру охлаждающей жидкости на выходе из двигателя. Эта информация может использоваться ECU для моделирования работы датчика EWIT в случае его отказа. Подстановочным значением для неисправного датчика EWIT является уменьшенное на 10°F показание датчика EWOT. Эту формулу можно представить следующим уравнением: $EWIT = EWOT - 10^{\circ}F$. Датчик EWOT расположен в трубопроводе охлаждающей жидкости, соединенном с двигателем и клапаном Univalve. Доступ к датчику осуществляется со стороны помощника (сторона В) локомотива в подвесном трубопроводе, расположенном непосредственно перед соединением с клапаном Univalve. В таблицах приведены характеристики датчика EWOT. Прокрутите вниз, чтобы просмотреть всю таблицу.

Страница 27:

Датчик EFT:

Датчик EFT измеряет температуру топлива, поступающего в двигатель, и передает данные блоку ECU, где программное обеспечение, управляющее работой двигателя, использует эту информацию для контроля работы подогревателя топлива. На бортовых дисплеях температура топлива отображается на основе данных, представленных датчиком EFT. Датчик EFT вводится в подающий топливопровод низкого давления двигателя. Датчик расположен в топливопроводе, который пересекает переднюю крышку двигателя. Доступ к датчику осуществляется со стороны машиниста (сторона А) локомотива. В таблицах приведены характеристики датчика EFT. Прокрутите вниз, чтобы просмотреть всю таблицу.

Страница 28:

Датчики PTRT и PTLT:

Датчики PTRT и PTLT имеют идентичные термоэлектрические характеристики, несмотря на то, что имеют слегка различные номера компонентов. Различие в номере компонента свойственно только длине кабеля, присоединенного к корпусу датчика. Датчики PTRT и PTLT предназначены для измерения температуры отработанного воздуха в турбокомпрессоре, выходящего из правого и левого выпускных коллекторов соответственно. Программное обеспечение, управляющее работой двигателя, использует температуру отработанного воздуха для понижения режима работы дизельного двигателя при крайне высокой температуре выхлопных газов. Датчики PTRT и PTLT вводятся в каждый выпускной коллектор в местах соединения коллекторов с турбокомпрессором. В таблицах приведены характеристики датчиков PTRT и

PTLT.

Страница 29:

Датчик TCMP:

PTRT и PTLT являются термоэлектрическими температурными датчиками. Это значит, что они измеряют температуру напряжением, вырабатываемым на спае двух проводов, выполненных из разных металлов. По мере повышения температуры, повышается напряжение, вырабатываемое на спае проводов. Все спаи двух проводов, выполненных из разных металлов, вырабатывают определенное напряжение, которое изменяет температуру в месте спая. В датчиках PTRT и PTLT используются два провода: один из хромеля (Ni/Cr), а другой из алюмеля (Ni/Al). Оба датчика должны подключаться к ECU таким образом, чтобы ECU мог считывать напряжения, вырабатываемые в местах Ni/Cr-Ni/Al-спая в каждом датчике. Затем ECU производит расчет температур выхлопных газов в правом и левом выпускных коллекторах из показаний напряжения каждого датчика.

Страница 30:

Датчик TCMP (продолжение):

Соединения датчиков PTRT, PTLT с ECU представляет собой проблему: в хромель-медном и алюмель-медном спаях будет вырабатываться определенное напряжение в местах соединения проводов термоэлектрических датчиков с входными проводами ECU. Каким образом ECU исключает влияние температуры спая, где провода датчиков соединяются с входными проводами ECU? Если была бы известна температура спая проводов датчика и входных проводов, то программное обеспечение ECU могло бы компенсировать напряжения, вырабатываемые в хромель-медном и алюмель-медном спаях. Датчик TCMP производит измерение температуры для ECU. TCMP расположен в передней распределительной коробке датчиков дизельного двигателя GEVO. Доступ к датчику осуществляется со стороны машиниста (сторона А) локомотива. В таблицах приведены характеристики датчика TCMP. Прокрутите вниз, чтобы просмотреть всю таблицу.

Страница 31:

Датчики положения передачи двигательного отсека:

На дизельном двигателе GEVO расположено четыре датчика, которые предоставляют ECU данные по скорости и положению передачи. Датчик положения распредвала двигателя (ECAM) определяет положение левого распределительного вала на дизельном двигателе GEVO. Датчики оборотов коленвала двигателя (EC1S и EC2S) определяют изменения положения

коленвала. Правый датчик оборотов турбокомпрессора (TRS) измеряет обороты турбокомпрессора на дизельном двигателе GEVO.

Страница 32:

Датчик положения распредвала двигателя:

ЕСАМ является датчиком с переменным магнитным сопротивлением, который определяет положение распределительного вала по однозубому колесу, установленному на левом распределительном вале двигателя GEVO. Во время прохождения зуба колеса мимо датчика ЕСАМ, на ECU передается импульс. Эта информация используется контроллером, во время проворачивания коленчатого вала и для диагностики, для определения момента приближения левого шестого цилиндра к высшей мертвой точке на ходе сжатия. Датчик ЕСАМ расположен на крышке распределительного вала левого шестого цилиндра дизельного двигателя со стороны генератора. В таблице приведены характеристики датчика ЕСАМ.

Страница 33:

Датчик коленвала двигателя 1 и 2:

Датчики EC1S и EC2S посылают блоку ECU данные, которые позволяют ему замыкать контур при управлении синхронизацией двигателя, защитой и диагностикой. 89-зубчатое (+1 отсутствующий зуб) колесо соединено с коленчатым валом на двигателе GEVO. EC1S и EC2S являются (магнитными) датчиками с переменным магнитным сопротивлением, которые определяют зубцы на диске синхронизации для определения положения коленвала во время его проворотов. Это позволяет ECU должным образом управлять топливоподачей и по необходимости передавать данные по числу оборотов двигателя бортовым дисплеям. EC1S является главным датчиком, однако, ECU считывает одновременно выходные сигналы датчика EC2S для предоставления резервной информации о положении и выполнения перекрестной проверки работы обоих датчиков. Дизельный двигатель может работать надлежащим образом, пока работает, по крайней мере, один из датчиков. Датчики смонтированы на одном блоке, который приболчен к левой стороне основной рамы двигателя, с расположением EC1S немного выше, а EC2S немного ниже средней линии коленвала. Они смонтированы в зазоре между положением левого шестого цилиндра и генератором переменного тока. В таблице приведены характеристики датчиков коленвала двигателя.

Страница 34:

Датчик оборотов турбокомпрессора, правый:

TRS является активным (магнитным) датчиком Холла, который определяет

число оборотов компрессора путем определения прохождения восьми пазов колеса, установленного на валу турбокомпрессора за узлом компрессора. Во время прохождения пазов на колесе датчика TRS, датчик передает серии импульсов на ECU. Контроллер использует эту информацию во время работы двигателя для защиты турбокомпрессора и диагностики двигателя. TRS устанавливается на и через нижнее наружное литье корпуса турбокомпрессора слева. На 12-цилиндровом двигателе TRS является единственным используемым датчиком оборотов турбокомпрессора. Датчик TLS планируется использовать на втором турбокомпрессоре 16-цилиндрового двигателя. В таблицах приведены характеристики датчика TRS.

Страница 38:

Характеристики входных и выходных сигналов:

Среди входных и выходных сигналов ECU, девять типов входных и выходных сигналов не относятся к датчикам. На ECU имеется шесть разных входов напряжения, которые по своему характеру являются цифровыми и создаются от батарейных напряжений, вырабатываемых устройствами на локомотиве серии Evolution. На представленном рисунке изображены шесть входов, соединенных с ECU.

Страница 39:

Цифровые входы уровня напряжения аккумуляторной батареи:

Цифровые входы уровня напряжения аккумуляторной батареи определяют наличие или отсутствие положительного напряжения на выводах аккумуляторной батареи. Как правило, при наличии напряжения состояние является активным. Имеется шесть цифровых входов уровня напряжения аккумуляторной батареи. Для получения дополнительной информации кликните на каждый цифровой уровень входного напряжения аккумуляторной батареи.

Страница 40:

MC CAM F (Тяга N1 – N8):

Этот сигнал генерируется кулачковым F-переключателем, расположенным на контроллере машиниста или комбинированной рукоятке контроллера машиниста. Во время перемещения рукоятки, какая бы ни присутствовала на локомотиве, из положения ХОЛОСТОГО ХОДА в двигательный режим, кулачковый переключатель замыкается и посылает сигнал положительного батарейного напряжения на ECU. Это означает, что ECU должен приготовиться к сигналу контроллера машиниста на задание увеличения скорости, поступающему с DS3.

Страница 41:

T/L 6 (Возбуждение генератора):

Этот сигнал выдается поездной магистралью ДВИГАТЕЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРА (T/L 6). Поскольку ведущий локомотив в моторвагонном составе потребляет мощность всех локомотивов в составе, то он активирует данную поездную магистраль посредством подключения к положительному батарейному напряжению. Это означает, что ECU должен подготовиться к сигналу контроллера машиниста на увеличение газа, поступающего с DS3, поскольку он интерпретирует входные сигналы о статусе цепей управления от T/Ls 15, 12, 7 и 3.

Страница 42:

FPR X1+ & FPR X2- (обратный сигнал FPR):

Эти два входных устройства измеряют напряжение, подаваемое на катушку реле топливного насоса (FPR), и определяют его состояние активации по измеренному напряжению. В таблице приведено состояние, обозначаемое измеренными напряжениями.

Страница 43:

FPR 4C (Срабатывание соленоида EFI):

Этот сигнал выдается контактной группой на реле топливного насоса. При срабатывании реле положительное напряжение аккумуляторной батареи подается на этот вход, что указывает на активное состояние реле. Этот сигнал подтверждает логичность сигнала обратной связи FPR.

Страница 44:

Переключатель диагностики:

Переключатель диагностики системы впрыска топлива (FIPTS) выдает сигнал включения диагностики. Во время замыкания переключателя диагностики системы впрыска топлива, на вход ECU подается положительное напряжение аккумуляторной батареи. Данный переключатель представляет собой подпружиненный тумблер, поэтому при отпускании переключателя его контакты размыкаются. На ECU посылается сигнал о запуске диагностики. Эта диагностика предназначена для определения срабатывания или пропуска зажигания в цилиндрах. Во время диагностики последовательно увеличивается длительность впрыска топлива в каждый цилиндр поочередно. Во время увеличения длительности впрыска топлива в конкретный цилиндр происходит воспламенение топлива, сопровождаемое более сильным звуком, по сравнению с другими цилиндрами. Этот тест пригоден для определения правильного срабатывания зажигания в определенном цилиндре. Перед проведением

диагностики необходимо убедиться, что контроллер машиниста находится в положении ХОЛОСТОГО ХОДА, а рукоятка реверса расположена по центру. Затем необходимо переключить переключатель диагностики, расположенный рядом с генератором переменного тока на стороне техника локомотива.

ECU будет управлять порядком проведения диагностики на данном этапе:

- i. Уменьшите частоту вращения двигателя до 330 об/мин.
- ii. Увеличьте длительность впрыска топлива на 6L в течении 10 секунд.
- iii. Восстановите нормальный впрыск топлива в течении 10 секунд.
- iv. Повторите шаги ii и iii для 5L, 4L, 3L, 2L и 1L.
- v. После того, как завершится сжигание топлива в 1L, поддерживайте нормальное сжигание топлива в течении 30 секунд для того, чтобы машинист смог подойти к другой стороне двигателя.
- vi. Повторите шаги ii и iii для 1R, 2R, 3R, 4R, 5R и 6R.

После переключения переключателя диагностики, частота вращения двигателя составляет 330 об/мин. Во время диагностики нормальное сжигание топлива будет приостановлено и возобновлено, если будет дана команда на более чем 340 об/мин или фактическая частота вращения превысит 500 об/мин. Эта диагностика проводится только на малых оборотах ХОЛОСТОГО ХОДА.

Страница 45:

Цифровые выходы уровня напряжения аккумуляторной батареи:

Электронный ключ на полевых транзисторах (FET), встроенный в ECU, питает цифровые выходы уровня напряжения аккумуляторной батареи. Ключ размещается между отрицательной стороной катушки FPR и отрицательной обратной линией аккумуляторной батареи. Во время активации ключа под управлением программного обеспечения внутри ECU, ключ соединяет FPR с обратной линией, обеспечивая прохождение тока через катушку (другие условия, выполнявшиеся на локомотиве) тем самым, заставляя срабатывать реле. Этот ключ FET подключается между двумя выводными соединениями на ECU, изображенными на рисунке как управление реле топливного насоса, FPR X2- и FPRB (отрицательный вывод АКБ).

Страница 46:

Выходные электромагнитные приводы:

Питание для электромагнитных приводов подается от внутреннего источника напряжения, запитываемого от АКБ при включении автоматического выключателя топливного насоса (FPRB). Основные требования к выходным характеристикам приведены в таблице. Конфигурация схемы для двенадцати выходных приводов приводится в блок-схеме. Каждый из выходных приводов

обладает одинаковыми характеристиками.

Страница 47:

Выходные электромагнитные приводы (продолжение):

Выходной ток электромагнитного привода может быть разделен на четыре фазы, регулируемые аппаратным и программным обеспечением в ECU. Фаза I является фазой тока срабатывания. Ток срабатывания инициирует максимально быстрое перекрывание топливного перепускного клапана соленоидом. В этой фазе ток соленоида возрастет примерно до 18 А за 1,0 мс. (millisecond) Фаза II является фазой регулировки напряжения. В этой фазе поддерживается постоянная величина напряжения, поступающего на соленоид, во время наблюдения за моментом закрытия соленоида. Электрическое определение момента закрытия характеризуется изменением кривой в фазе регулировки напряжения. Изменению подвержена не только кривая тока соленоида, но и направление. Приблизительное время от начала фазы I, или возбуждение соленоида, до обнаружения момента закрытия составляет 1,33 мс. (millisecond) Это время зависит от соленоида и будет изменяться от инжектора к инжектору. Сразу после определения момента закрытия наступает фаза III. В фазе III соленоид возбуждается постоянным током, регулируемым в диапазоне 10 А ± 1,0 А. Ток регулируется до тех пор, пока не будет достигнуто требуемое количество впрыскиваемого топлива. Фаза IV является фазой выключения соленоида. Обратное-смещенное низкое напряжение подается на соленоид, инициируя быстрое открытие перепускного клапана в конце цикла топливоподачи. Напряжение определяется опытным путем. Задающая схема должна быть способна распределять напряжение, гарантирующее минимальное (или максимально быстрое) время открытия.

Страница 50:

Система связи ECU:

В аппаратном обеспечении ECU предусмотрено пять разных интерфейсов связи. Два интерфейса являются частью проводной сети ARCNet и используются для связи с управляющими компьютерами на локомотивах серии Evolution. Другие обеспечивают взаимодействие обслуживающего персонала с ECU. Проектная группа и поставщики используют два других интерфейса в технических целях.

Страница 51:

Проводная сеть ARCNet:

На правой стороне ECU расположены два коннектора ARCNet. Сеть ARCNet выполнена по линейной схеме, соединяющей устройство с двумя устройствами по обеим сторонам, благодаря чему каждое устройство будет иметь по два коннектора ARCNet. Оба коннектора на ECU, имеющие обозначение А и В, являются 9-контактными D-типа, с А-коннектором розеточного типа и В-коннектором вилочного типа. Характеристики контактов коннекторов ARCNet представлены в таблице.

Страница 52:

Проводная сеть ARCNet (продолжение):

Существующие технические требования к внедрению ARCNet включают в себя:

1. Скорость передачи данных: 5 Мбит/с, пропускная способность до 10 Мбит/с
2. Разделение устройств: 200 футов с помощью кабеля с витыми парами и концевыми муфтами на обоих концах
3. Уровень выходного сигнала формирователя, нагруженный (мин.): $\pm 1,5$ В
4. Уровень выходного сигнала формирователя, разгруженный (макс.): ± 6 В
5. Диапазон входных напряжений приемника: $-7 - +12$ В
6. Максимальное число устройств: 20
7. Резервные каналы А и В, два провода на канал

Передачи битов данных по одному из каналов в виде функции напряжения против времени представлены на рисунке. Восемь битов данных представлены на рисунке в порядке передачи с одного устройства в сети ARCNet до другого. Заданное время передачи каждого бита составляет 200 наносекунд на бит для скорости передачи 5 мегабит в секунду. Оба сигнала напряжения передаются по сети ARCNet и могут быть отслежены на инверсных изображениях друг друга. Это означает, что если один сигнал находится на напряжении $+V$, то другой – на $-V$, и наоборот. Методом, с помощью которого приемник определяет отправку бита данных себе, является 1 или 0, т. е. по передаче, которая производится в напряжении в срединной точке периода передачи данных. Если сигнал на входе 0 истинной сети поступает с $+V$ на $-V$, тогда бит данных является 1. Если сигнал переходит с $-V$ на $+V$, тогда бит данных является 0.

Страница 53:

Система связи RS-232 PTU:

На ECU имеется два канала передачи данных RS-232. Один предназначен для использования с переносным компьютером или переносным диагностическим

устройством (PTU) обслуживающим персоналом. Этот канал представлен на рисунке интерфейсов системы связи ECU как коннектор 8 в верхнем левом углу ECU. Три контакта используются в 9-контактном коннекторе 8 D-типа, который проводкой локомотива подключается к коннектору FIRS в CA1 на локомотиве серии Evolution. Три контакта в коннекторе ECU имеют обозначения, приведенные в таблице. Передачи битов данных по одной из двух линий передачи данных в виде функции напряжения и времени представлены на рисунке. Восемь битов данных представлены на рисунке в порядке передачи с ECU на переносной компьютер. Время передачи каждого бита соответствует скорости передачи в 9600 бод. Методом, с помощью которого приемник определяет отправку бита данных себе, является 1 или 0, т. е. по отсчету напряжения во время передачи бита данных. Если напряжение сигнала на входе приемника переносного компьютера составляет -10 – -15 В, тогда бит данных является 1. Если напряжение сигнала находится в пределах +10 – +15 В, тогда бит данных является 0.

Страница 54:

Технологическая система связи RS-232:

Второй канал передачи данных RS-232, имеющийся на ECU, предназначен для технологического использования. Этот канал представлен на рисунке интерфейсов системы связи ECU как коннектор 9 в средней части левой стороны ECU. В 25-контактном коннекторе D-типа используются три контакта. Доступ к коннектору осуществляется только на самом ECU, который обычно расположен в углу между CA4 и CA5 на локомотиве серии Evolution. Три контакта в коннекторе ECU имеют обозначения, приведенные в таблице. Функционирование этого канала передачи данных идентично функционированию RS-232 PTU.

Страница 55:

Технологическая система связи CAN:

Локальная сеть контроллеров (CAN, от англ. Controller Area Network) является специализированным протоколом передачи данных, используемым техническим персоналом, работающим в компании, которая изначально произвела аппаратное обеспечение для электронной платы ECU.

Страница 58:

Заключение:

Вы дошли до конца модуля!

В этом модуле вы научились:

- Описывать ECU и его входы и выходы.
 - ECU представляет собой одноплатный компьютер, который размещен в общеизвестном «черном ящике», смонтированном в углу вспомогательной кабины между CA4 и CA5. ECU оборудован шиной заземления, разъемом питания, шестью входными/выходными коннекторами, тремя коннекторами для последовательной передачи данных и двумя коннекторами ARCNet.
 - ECU 1 является 37-контактным коннектором, который управляет левой группой соленоидов.
 - ECU 2 является 37-контактным коннектором, который управляет сигналами оборотов двигателя, поступающими от коленчатого вала, распределительного вала и турбокомпрессора.
 - ECU 3 является 37-контактным коннектором, который управляет правой группой соленоидов.
 - ECU 4 является 37-контактным коннектором, который управляет сигналами датчиков давления.
 - ECU 5 является 37-контактным коннектором, который передает цифровые входные и выходные сигналы.
 - ECU 6 является 37-контактным коннектором, который управляет сигналами температурных датчиков.
 - ECU 7 является 9-контактным коннектором, который выполняет функции локальной сети контроллеров (CAN), предназначенной для технологического использования.
 - ECU 8 представляет собой 9-контактный коннектор, который является последовательным портом RS-232, подключенным к FIRS в CA1.
 - ECU 9 представляет собой 25-контактный коннектор, который является дополнительным последовательным портом RS-232, предназначенным для технологического использования.
 - ECU A представляет собой 9-контактный коннектор, который является связующим звеном с проводным соединением ARCNet.
 - ECU B представляет собой 9-контактный коннектор, который является связующим звеном с проводным соединением ARCNet.
 - ECU P является 4-контактным коннектором, обеспечивающим питание от аккумуляторной батареи.

- ECU G обеспечивает соединение шины заземления с шасси локомотива.
- Определять средства взаимодействия между ECU и двигателем GEVO.
 - Среди различных входных сигналов, поступающих на ECU, имеется множество входных сигналов датчиков. Большая их часть поступает с датчиков на дизельном двигателе. Определенные входные сигналы поступают из других зон помимо двигательного отсека.
 - Датчик ВАР расположен на щите СА4 во вспомогательной кабине.
 - К датчикам давления, расположенным на и вокруг дизельного двигателя, относятся MAP, EAFP, ELIP, ELPP, EFP, EWIP и COP.
 - К температурным датчикам, расположенным на и вокруг дизельного двигателя, относятся MAT, TIA, ELIT, ELOT, EWIT, EWOT, EFT, PTRT, PTLT и TCMP.
 - На дизельном двигателе GEVO расположено четыре датчика, которые предоставляют ECU данные по скорости и положению передачи. Это датчики ECAM, EC1S и EC2S, и датчик TRS.
 - О назначении и местоположении каждого датчика подробно рассказывается в соответствующих разделах.
- Определять средства взаимодействия между ECU и локомотивом ES44AC.
 - Среди входных и выходных сигналов ECU, девять типов входных и выходных сигналов не относятся к датчикам. На ECU имеется шесть разных входов напряжения, которые по своему характеру являются цифровыми и создаются от батарейных напряжений, вырабатываемых устройствами на локомотиве серии Evolution.
 - Цифровые входы уровня напряжения аккумуляторной батареи определяют наличие или отсутствие положительного напряжения на выводах аккумуляторной батареи. Эти входные сигналы поступают с кулачкового F-переключателя, поездной магистрали двигательного режима работы генератора (T/L 6), FPR X1+ и FPR X2-, FPR 4C, а также переключателя диагностики.
 - Подробное описание каждого из входных сигналов приводится в разделе о цифровых входах уровня напряжения аккумуляторной батареи.
 - Электронный ключ FET, встроенный в ECU, питает цифровые выходы уровня напряжения аккумуляторной батареи. Ключ размещается между отрицательной стороной катушки FPR и отрицательной обратной линией аккумуляторной батареи. Во время активации ключа

под управлением программного обеспечения внутри ECU, ключ соединяет FPR с обратной линией.

- Питание для выходных электромагнитных приводов от подается от внутреннего источника напряжения, запитываемого от АКБ при включении автоматического выключателя топливного насоса (FPB).
- Объяснять принципы взаимодействия ECU с остальными устройствами в сети ARCNet и другими компьютерами, связанными с ним.
 - В аппаратном обеспечении ECU предусмотрено пять разных интерфейсов связи. Два интерфейса являются частью проводной сети ARCNet и используются для связи с управляющими компьютерами на локомотивах серии Evolution. Другие обеспечивают взаимодействие обслуживающего персонала с ECU.
 - На правой стороне ECU расположены два коннектора ARCNet. Сеть ARCNet выполнена по линейной схеме, соединяющей устройство с двумя устройствами по обеим сторонам, благодаря чему каждое устройство будет иметь по два коннектора ARCNet.
 - На ECU имеется два канала передачи данных RS-232. Один предназначен для использования обслуживающим персоналом с переносным компьютером или переносным диагностическим устройством (PTU).
 - Второй канал передачи данных RS-232, имеющийся на ECU, предназначен для технологического использования.
 - Локальная сеть контроллеров (CAN, от англ. Controller Area Network) является специализированным протоколом передачи данных, используемым техническим персоналом, работающим в компании, которая произвела оригинальное аппаратное обеспечение для электронной платы ECU.

Последовательность запуска дизельного двигателя

Страница 1:

Введение в последовательность запуска дизельного двигателя:

Добро пожаловать в модуль «Последовательность запуска дизельного двигателя» углубленного курса «Электрические системы ES44AC». Когда инженеры сосредоточили свое внимание на запуске дизельного двигателя на локомотивах Dash 7 еще в 70-х гг., они использовали две электрические машины постоянного тока, которые являлись частью оборудования, установленного на локомотивах - два генератора постоянного тока: один для возбуждения тягового генератора (ТА), а другой - для зарядки аккумуляторной батареи. Оба были соединены с коленвалом зубчатой передачей для подвода механической энергии. Перед запуском дизельного двигателя, эти два генератора подключались последовательно и питались от аккумуляторной батареи, выполняя роль электродвигателей постоянного тока.

Во время работы электродвигатели вращали коленвал и запускали дизельный двигатель. Когда в 80-х гг. внедряли локомотивы серии Dash 8, одним из усовершенствований в сравнении с Dash 7 было внедрение более мощного тягового генератора, соединенного с новым трехфазным вспомогательным генератором переменного тока, которые были совмещены в одном корпусе. Генераторы переменного тока соединялись напрямую с коленвалом через один ротор. Инженеры планировали использовать один из генераторов переменного тока в качестве пускового двигателя, однако это вызывало трудности. Как использовать источник питания постоянного тока (аккумуляторную батарею) для запуска генератора переменного тока (электрической машины переменного тока)? Решение заключается в подаче постоянного тока на инвертор для создания мощности переменного тока и в использовании ее для запуска генератора переменного тока. Генератор переменного тока, использованный на Dash 8, являлся главным генератором. Инвертор на локомотивах серий Dash 8, а затем и на Dash 9 проектировался и устанавливался для преобразования постоянного тока аккумуляторной батареи в переменный ток. Инвертор состоит из четырех панелей электронного оборудования, использующих управляемые кремниевые выпрямители (SCR, от англ. Silicon Controlled Rectifier). Способ запуска дизельного двигателя на локомотивах серии AC4400 раннего выпуска был аналогичен запуску на локомотивах серий Dash 8/9. Приобретая опыт эксплуатации электровозов переменного тока, наши инженеры исключили инвертор SCR и использовали один из тяговых инверторов для получения мощности переменного тока. Это привело к выводу большей части оборудования, которое использовалось только во время проворачивания коленчатого вала двигателя.

По завершении данного модуля вы сможете:

- Определять местоположение и функции компонентов системы запуска двигателя.
- Описывать порядок запуска двигателя.
- Объяснять способы представления данных на экранах запуска двигателя на бортовых дисплеях.

Страница 2:

Компоненты системы запуска дизельного двигателя:

На локомотивах серии ES44AC используется система запуска дизельного двигателя, которая объединяет системы, использовавшиеся на локомотивах AC4400 и AC6000 САХ-модификации. Компоненты, используемые для запуска дизельного двигателя, а также конфигурации их цепей на ES44AC, приводятся в таблице, в которой перечисляются все компоненты на локомотиве, используемые во время процедуры запуска дизельного двигателя. В представленной таблице приводится информация о каждом компоненте по его аббревиатуре, полное название, местоположение на локомотиве и выполняемая функция в процессе запуска.

Страница 3:

Цепи системы запуска дизельного двигателя:

На локомотивах серии ES44AC имеется несколько цепей, которые необходимо изучить, когда речь заходит о запуске дизельного двигателя. Общая архитектура управления (ССА) обеспечивает компьютерное управление для запуска дизельного двигателя и его перевода в режим ХОЛОСТОГО ХОДА. Части тяговой системы обеспечивают пусковое усилие. Имеются цепи управления проворачиванием коленвала, которые настраивают цепь тяговой системы таким образом, чтобы она могла развивать крутящий момент, необходимый для проворота коленвала и достижения дизельным двигателем скорости, при которой происходит его запуск. Цепи регулирования подачи топлива обеспечивают подачу топлива для запуска и работы дизельного двигателя.

Страница 4:

Цепь ССА:

Без ССА не могут выполняться какие-либо действия на ES44AC. Бортовые дисплеи представляют собой «мозг» локомотива вместе с другими устройствами, такими как объединенная панель ввода-вывода (CIO), контроллер тяговых электродвигателей (ТМС) и блок управления двигателем (ECU), работающие под их управлением. На рисунке изображена часть ССА,

ответственная за запуск дизельного двигателя. Бортовой дисплей 3 управляет работой различных контакторов для проворачивания коленвала и переключателя проворота коленвала (CTS) через CIO. ТМС предоставляет бортовому дисплею 3 (DS3) средства для управления основным и вспомогательным инверторами для проворота коленвала и одновременно для отслеживания работы инвертора на наличие неисправностей. Бортовые дисплеи также управляют подачей топлива в двигатель и посредством ECU контролируют его характеристики во время процедуры запуска.

Страница 5:

Цепи тяговой системы:

Когда наши инженеры приняли решение об использовании тягового инвертора для запуска дизельного двигателя, они решили выбрать два инвертора, один - в качестве основного, а второй - в качестве вспомогательного, для обеспечения отказоустойчивости. По различным технологическим причинам, инвертор 6 был выбран в качестве основного инвертора для проворачивания коленвала. Инвертор 2 и инвертор 5 работают меньше остальных инверторов в нормальном режиме, поэтому было принято решение использовать один из них в качестве вспомогательного инвертора. Поскольку кабельная проводка к тяговому генератору прокладывалась бы в том же направлении, что и кабельная проводка к тяговому электродвигателю 5 (ТМ5), то выбор пал на инвертор 5. К цепи тяговой системы добавилось устройство, которое позволило производить выбор проворота коленвала от основного или вспомогательного инвертора. Этим устройством является переключатель проворота коленвала. На рисунке показано, как интегрированы в цепь запуска двигателя контакторы для проворачивания коленвала, резистор и насос предпусковой смазки. Заметьте, что в данной конфигурации цепи, где инвертор 6 выбран для запуска дизельного двигателя, инвертор 5 используется для предварительной смазки двигателя. В случае отказа инвертора 6, инвертор 5 сначала произведет предварительную смазку двигателя, а затем осуществит запуск двигателя. В случае отказа инвертора 5, инвертор 6 также осуществит обе функции, начиная с предварительного смазывания.

Страница 6:

Цепи управления проворотом коленвала:

На локомотиве установлены несколько элементов, являющихся частью цепи стартера, которые должны настраиваться и управляться общей архитектурой управления (ССА) для выполнения задачи запуска дизельного двигателя. К ним относятся CTS и контакторы для проворачивания коленвала, положительный контактор тяговой аккумуляторной батареи (BJ+), контактор коленвала

двигателя (GSC) и контактор последовательного запуска двигателя (GSS). Цепи, используемые для управления и конфигурации этих устройств, изображены в цепи. Управление всеми этими устройствами осуществляется бортовым дисплеем DS3 через CIO-панель. Большинство устройств управляется непосредственно с CIO. Контактторы для проворачивания коленвала GSS, BJ+ и GSC приводятся в действие непосредственно от выходов в CIO. Управление CTS, однако, осуществляется немного иным способом. Выходы CIO соединены с двумя реле (C5R и C6R), которые управляют работой электродвигателей постоянного тока в CTS. Благодаря этому CTS настраивает тяговую систему на один из трех рабочих режимов: двигательного режима, запуска двигателя от основного или вспомогательного инвертора.

Страница 7:

Цепи регулирования подачи топлива:

На ES44AC включение и выключение дизельного двигателя производится регулированием подачи топлива в топливную систему низкого давления через топливный насос. Под комбинированным управлением панелей CIO и ECU бортовой дисплей DS3 включает и выключает топливный насос по командам запуска и остановки двигателя, подаваемым персоналом, находящимся на и/или рядом с локомотивом.

Страница 8:

Цепь измерения скорости:

ССА должна быть способна измерять скорость дизельного двигателя для правильного управления процессом запуска. Несколько изменений были внесены в порядок запуска, исходя из оборотов коленвала. Датчики оборотов коленвала двигателя (EC1S и EC2S) передают данные на ECU, который передает их по сети ARCNet на другие устройства в ССА, и, прежде всего, бортовому дисплею 3.

Страница 9:

Цепь обратной связи по положению CTS:

Бортовой дисплей 3 должен настраивать и перенастраивать конфигурацию тяговой системы для выполнения шагов необходимых для запуска дизельного двигателя. Дизельный двигатель GEVO должен подвергаться предварительной смазке; затем он должен быть прокручен посредством мощности переменного тока, поступающей от одного из тяговых инверторов на тяговый генератор. Бортовой дисплей 3 должен выполнять эти операции даже при отказе основного инвертора для проворота коленвала с помощью вспомогательного инвертора. После успешного запуска двигателя, бортовой дисплей должен перевести

тяговую систему обратно в двигательный режим. Должна существовать определенная форма обратной связи, которая сигнализирует о выполнении соединений, которые могут использоваться для запуска двигателя от основного инвертора, вспомогательного инвертора и основного тягового режима (двигательный режим).

Страница 10:

Цепь обратной связи по положению CTS (продолжение):

На цепи представлены возможности цепи обратной связи от CTS к CIO. CIO передает информацию бортовому дисплею 3. На рисунке изображены положения переключателей при нахождении тяговой системы в двигательном режиме. При замкнутом переключателе C6LS2, SPPS и C5LS2 будут разомкнуты и тяговая система будет настроена на запуск двигателя от основного инвертора 6. При замкнутом переключателе C5LS2, SPPS и C6LS2 будут разомкнуты и тяговая система будет настроена на запуск двигателя от вспомогательного инвертора 5.

Страница 11:

Процедура запуска двигателя:

После того, как мы ознакомились со всеми компонентами и цепями, участвующими в процессе запуска дизельного двигателя, пора ознакомиться с тем, как они активируются и последовательностью их работы во время выполнения данной процедуры.

Страница 12:

Активация цепи:

Первый этап запуска дизельного двигателя состоит из подачи команды на CCA о начале процесса. Нажатием кнопки запуска двигателя (EST) вход уровня напряжения аккумуляторной батареи подает сигнал ECU об отправке команды запуска на бортовой дисплей 3. Обратите внимание, что выключатель блокировки дверей BVK (BOS) должен быть замкнут, чтобы ECU распознал запрос на запуск двигателя. Если рукоятка устройства блокировки дверей не установлена на место, BOS будет разомкнут, ECU не сможет принять запрос на запуск двигателя, а CCA не приступит к запуску двигателя. Когда на ECU поступает сигнал о запуске двигателя, ECU передает сигнал по сети ARCNet бортовому дисплею 3, где этот сигнал обрабатывается, и DS3 выполняет действия, исходя из заданной программы.

Страница 13:

Работа ССА:

Под управлением программы DS3 включает предупредительный сигнал о пуске дизельного двигателя (CRBL) и затем запускает топливный насос. Smart Display должен работать на двух панелях ССА для достижения результата. В случае срабатывания CRBL Smart Display передает CIO команду на выполнение действия. DS3 посылает CIO-панели по сети ARCNet команду на замыкание цепи CRBL, благодаря чему подается сигнал. Замыканием ключа на полевых транзисторах (FET), расположенного в CIO, замыкается цепь от положительного вывода аккумуляторной батареи, через контакт №6 в переключателе управления двигателем, через предупредительный звонок о провороте коленвала, и через FET к отрицательному выводу аккумуляторной батареи. Благодаря этому срабатывает предупредительный звонок о провороте коленвала (CRBL), предупреждающий людей, находящихся на или рядом с локомотивом, о пуске дизельного двигателя.

Страница 14:

Работа ССА (продолжение):

Для включения топливного насоса бортовой дисплей отдает команду на выполнение этой функции CIO-панели и ECU. По сети ARCNet DS3 подает команду CIO-панели и ECU на замыкание цепей реле топливного насоса (FPR) и контактора топливного насоса (FPC), таким образом включая двигатель топливного насоса. Посредством замыкания FET внутри CIO и ECU замыкается цепь от положительного вывода аккумуляторной батареи через автоматический выключатель топливного насоса (FPB), через CIO, через кнопки выключения подачи топлива ESP3, ESP1, FCORS, FCOLS и ESP2, через катушки FPC и FPR, через ECU, через FPB, обратно к отрицательному выводу аккумуляторной батареи.

Страница 15:

Работа ССА (продолжение):

Во время протекания тока по катушкам FPR и FPC, цепь незначительным образом изменяет конфигурацию. В этой новой конфигурации контакт FPC замыкается и соединяет двигатель топливного насоса с аккумуляторной батареей через оба полюса 45А-узла FPB. Контакт FPR замыкается и образуется схема удержания, которая поддерживает движение тока в катушке FPR до нажатия одного из переключателей останова двигателя (ESP1, ESP2 или ESP3) или одного из выключателей подачи топлива, смонтированного на правой или левой стороне топливного бака (FCORS и FCOLS). Срабатывание FPR также приводит к замыканию другого контакта на FPR. Этим замыканием контакта

включается цепь, которая предоставляет DS3 контроль над работой GSC через CIO-панель.

Страница 18:

Переключение инверторов для проворота коленвала:

На данном этапе процедуры запуска двигателя тяговая система настроена на двигательный режим.

Страница 19:

Выбор инвертора для проворота - этап 1:

DS3 теперь выполняет диагностику неисправностей для определения состояния инверторов 5 и 6. Если активны оба инвертора 5 и 6, то DS3 настроит тяговую систему на проворачивание коленвала от основного инвертора. Это осуществляется отправкой сигнала по ARCNet на CIO с командой на замыкание C6R. Когда CIO замыкает C6R, на реле срабатывают контакты, выполняющие две функции: они не допускают срабатывания C5R и соединяют электродвигатель в CTS с аккумуляторной батареей. На рисунке изображена цепь C6R во время активации переключателем в CIO-панели. На рисунке представлен результат активации.

Страница 20:

Выбор инвертора для проворота - этап 2:

Нормально-замкнутый контакт на C6R размыкается, обесточивая катушку в C5R. Нормально разомкнутые контакты C6R замыкаются, соединяя электродвигатель постоянного тока в CTS с аккумуляторной батареей локомотива. Данная цепь замыкается через контакт 6 в переключателе управления двигателем (EC), замкнутый контакт C6R и C6LS1 - конечный выключатель в CTS. Когда начинает проворачиваться электродвигатель, то он перемещает силовые контакты в CTS, которые соединяют инвертор 6 с обмотками возбуждения ТА (эта цепь выделена на рисунке красной жирной линией), а инвертор 5 с электродвигателем насоса предпусковой смазки (PLM) (эта цепь выделена синей пунктирной линией). Два других контакта в CTS замыкаются, тем самым замыкая цепь, обеспечивающую протекание постоянного тока через обмотку возбуждения ТА (цепь, выделенная зеленой пунктирной линией в крайней правой части рисунка).

Страница 21:

Выбор инвертора для проворота - этап 3:

Когда контакты в CTS перемещаются в основное положение запуска двигателя, то может возникнуть вопрос, откуда DS3 знает, когда останавливать CTS. Во-

первых, DS3 нет необходимости останавливать электродвигатель в CTS. Это происходит автоматически благодаря конечному выключателю, установленному в CTS. Этот выключатель (C6LS1) размыкается автоматически, когда CTS переходит в положение проворота коленвала от основного инвертора. На рисунке изображена цепь, которая снабжает питанием приводной двигатель в CTS, чтобы он мог настроить CTS на запуск двигателя от основного инвертора. После того, как контакты в CTS переместились в положение запуска двигателя от основного инвертора, конечный выключатель C6LS1 размыкается. Это приводит к прерыванию пути тока, проходящего через приводной двигатель, останавливая процесс перенастройки. В момент размыкания C6LS1 одновременно замыкается другой конечный выключатель C6LS2. Благодаря этому посылается положительный сигнал батарейного напряжения на CIO, которая в свою очередь передает эту информацию на DS3.

Страница 22:

Работа инвертора:

Как только сигнал обратной связи о занятии CTS положения запуска двигателя от основного инвертора поступает на DS3, этот бортовой дисплей считывает температуру смазочного масла на входе в двигатель. Этот сигнал распознается ECU с помощью датчика температуры масла на входе в двигатель (ELIT), таким образом DS3 запрашивает данные, а ECU посылает их по сети ARCNet. В зависимости от температуры, которая поступает в DS3 от ELIT, будет осуществляться одна из двух стратегий предварительного смазывания двигателя. Если температура, поступающая с датчика ELIT, превышает 66°C (150°F), тогда CCA отдаст команду о двухминутном периоде предварительного смазывания, после которого начнется сам процесс проворачивания двигателя. Если температура, поступающая с датчика ELIT, не превышает 66°C (150°F), тогда CCA будет производить предварительное смазывание до тех пор, пока не установит повышение давления смазочного масла на 0,5 фунт/кв. дюйм в течении 10 секунд, измеряемого датчиком давления масла на входе в двигатель (ELIP), после чего начнется сам процесс проворачивания двигателя. Предварительное смазывание выполняется бортовым дисплеем DS3. Он посылает серию команд на CIO, которая настраивает цепи проворота коленвала на питание от аккумуляторной батареи локомотива. CIO-панель осуществляет это посредством замыкания контакторов BJ+ и GSC. При активных контакторах инверторы 5 и 6 могут использовать питание от аккумуляторной батареи для запуска PLM и TA.

Страница 23:

Работа инвертора (продолжение):

После того, как была сконфигурирована цепь, DS3 посылает данные компьютерной карте в разьеме 5 TMC с командой на включение инвертора 5 для запуска PLM. В работу включается компьютерная карта в разьеме 5 TMC и инвертор 5 начинает вырабатывать переменный ток батарейного напряжения (~62 ВАС). Данное напряжение подается на PLM. Инвертор 5 продолжит подавать питание на PLM, пока не будут достигнуты установленные критерии. Затем DS3 посылает сигнал вычислительно-интерфейсным платам TMC в разьеме 5 и 6 о включении в работу. В ответ, вычислительно-интерфейсные платы в TMC выключают инвертор 5 и включают инвертор 6, который вырабатывает переменный ток батарейного напряжения. Эти действия приводят к выключению PLM и затем работе ТА в качестве пускового двигателя переменного тока.

Страница 24:

Работа инвертора (продолжение):

Когда инвертор 6 начинает подавать переменный ток на ТА, аккумуляторная батарея выдает ток около 1000 А. В зависимости от версий программного обеспечения и условий запуска, при достижении коленвалом двигателя скорости вращения около 30 об/мин. (по истечении примерно 3 секунд после начала вращения коленвала), сила тока при проворачивании коленчатого вала падает приблизительно до 700 А. В свою очередь, бортовой дисплей 3 запрашивает данные по скорости проворачивания коленвала у ECU, который использует датчики EC1S и EC2S для измерения скорости. Когда коленвалом достигается установленная программным обеспечением скорость проворачивания, DS3 подает команду CIO-панели о возбуждении катушки GSS. Это действие приводит к замыканию контактов на GSS, который затем закорачивает токоограничивающий резистор R3. Это позволяет повторно достичь в выходных обмотках ТА силы тока в 1000 А, увеличивая крутящий момент, передаваемый на коленвал, позволяя пусковым цепям достигать скорости проворачивания коленвала вплоть до 120 об/мин, хотя пуск двигателя обычно производится на скорости 60-90 об/мин. При включении дизельного двигателя скорость двигателя резко возрастет от скорости проворачивания коленвала, максимум около 120 об/мин, приблизительно до 200 об/мин, что является скоростью, установленной планом подачи топлива для запуска двигателя. Когда скорость двигателя достигнет 200 об/мин, ECU определит это и направит бортовому дисплею DS3 уведомление о данном событии по сети ARCNet.

Страница 25:

Завершение процесса запуска двигателя:

По получении уведомления о самостоятельной работе дизельного двигателя, DS3 запускает процесс подготовки локомотива к включению тягового режима, такого как поступательное направление движения. Бортовой дисплей 3 начинает процесс с выключения инвертора 6. Это делается путем отправки сигнала на компьютерную карту в разьеме 6 TMC о прекращении работы инвертора. Затем DS3 направляет CIO-панели команду на выключение контакторов, которые использовались для запуска дизельного двигателя (BJ+, GSC и GSS).

Страница 26:

Возврат тяговой системы в исходный режим:

Следующий этап процесса начинается с возвращения CTS в конфигурацию тягового режима, осуществляемого бортовым дисплеем 3. Для этого необходимо, чтобы бортовой дисплей запустил двигатель в CTS в обратном направлении, с которого он вращается для подготовки CTS к запуску двигателя от основного инвертора. Это означает, что DS3 будет работать аналогичным образом, как и при подготовке CTS к запуску двигателя от вспомогательного инвертора. Первый этап процесса начинается с отправки бортовым дисплеем команды на CIO-панель о замыкании C6R. DS3 посылает эту команду по сети ARCNet. В ответ, CIO обеспечивает прохождение тока через катушку C6R, приводя в действие CTS. Во время действия и перемещения CTS в конфигурацию тягового режима, произойдет замыкание C5LS1, а также C5LS2. Это сигнализирует бортовому дисплею 3 - посредством входного сигнала на CIO - о надлежащем выполнении процедуры. Двигатель в CTS продолжит работать до тех пор, пока DS3 не получит сигнал о занятии переключателем CTS положения поступательного движения. Это происходит, когда переключатели цепи обратной связи, встроенные в CTS, изменяют свое состояние. Мы уже упоминали о C6LS2. Однако имеется еще один переключатель - SPPS - который замыкается всякий раз, когда CTS находится в положении поступательного движения. Во время замыкания данного переключателя, сигнал, посылаемый на CIO-панель, передается на DS3, указывая на необходимость выключения CTS.

Страница 27:

Восстановление тяговой системы (продолжение):

Сразу после выключения CTS, тяговая система возвращается в прежнее состояние для использования в таких режимах, как двигательный, движение от АКБ, и тд. Процедура, описанная до сих пор, будет единственной, которая обычно выполняется бортовым дисплеем 3. Бывают ситуации, когда бортовой дисплей должен выполнять альтернативную процедуру. Если что-либо препятствовало

бы работе инвертора 5 или инвертора 6, то DS3 потребовалось бы прибегнуть к использованию одного из вспомогательных способов запуска двигателя. Если инвертор 6 был выведен из строя по какой-либо причине, то DS3 вынужден был бы использовать CTS прежде всего для соединения инвертора 5 с PLM (основное положение запуска двигателя CTS). Затем DS3 направил бы команду CTS на занятие вспомогательного положения запуска двигателя для соединения инвертора 5 с ТА для проворачивания двигателя. Если, наоборот, инвертор 5 был выведен из строя по какой-либо причине, то DS3 вынужден был бы использовать CTS прежде всего для соединения инвертора 6 с PLM (вспомогательное положение запуска двигателя CTS). Затем DS3 направил бы команду CTS на занятие основного положения запуска двигателя для соединения инвертора 6 с ТА для запуска двигателя.

Страница 28:

Информация бортового дисплея:

Основное отличие между локомотивами ES44AC и AC4400 CAX-модификации заключается в типе дисплеев, используемых на локомотивах серии Evolution. Бортовые дисплеи значительно превосходят пульт дисплея диагностической информации (DID, от англ. Diagnostic Information Display) и экраны дисплея с интегрированной функцией управления (IFD) на других локомотивах. В этой связи, бортовые дисплеи предоставляют больше информации более широкого спектра, чем DID или IFD. Эти улучшенные возможности представленные на экранах, можно увидеть во время запуска дизельного двигателя. ССА предоставляет два экранных дисплея для процедуры запуска двигателя. Это - экран прогресса запуска двигателя и монитор проворота коленвала двигателя.

Страница 29:

Экран прогресса запуска двигателя:

Первый экран отображается автоматически, когда DS3 распознает запрос на запуск дизельного двигателя при нажатии кнопки EST на панели управления двигателем. Экран прогресса запуска двигателя будет отображаться на одном из бортовых дисплеев, установленных на пульте машиниста. Этот экран будет отображаться на бортовом дисплее, на котором отображается экран приборов. На экране прогресса запуска двигателя отображается скорость проворачивания коленвала в об/мин. в виде гистограммы. На нем также указывается батарейное напряжение в виде гистограммы. Давление смазочного масла и давление топлива представлены в виде показаний на шкале измерительного прибора.

Страница 30:

Монитор проворота коленвала двигателя:

Переключение на экран монитора проворота коленвала двигателя выполняется лицом, осуществляющим запуск локомотива серии Evolution, и правильным будет совершать данное переключение до нажатия кнопки запуска двигателя. Монитор проворота коленвала двигателя может отображаться на любом из трех бортовых дисплеев локомотива. В верхнем левом углу экрана имеются три гистограммы: верхняя гистограмма отображает скорость проворота коленвала в об/мин., измеряемая ECU с помощью EC1S и EC2S; на второй гистограмме представлена заданная скорость, устанавливаемая блоком ECU (т.е. скорость, установленная ECU, которую необходимо достичь при проворачивании коленвала CCA), и на нижней гистограмме отображается напряжение аккумуляторной батареи. Справа от этих гистограмм отображается давление смазочного масла и давление топлива в виде показаний на шкале измерительного прибора. Ниже гистограмм графически показывается состояние контакторов для проворачивания коленвала. Ниже контакторов для проворачивания коленвала имеется графическое изображение переключателей цепи обратной связи в CTS, на котором отображается состояние цепей запуска/тяговой системы. На рисунке, CTS изображен в положении поступательного движения с замкнутым выключателем электродвигателя. Выключатель электродвигателя является выключателем цепи обратной связи SPFS. Информация о различных переключателях, реле и автоматических выключателях отображается в центре дисплея. Она помогает персоналу, устраняющему неисправности, видеть графически представленное состояние нескольких устройств, которое может препятствовать запуску дизельного двигателя. В последнем столбце представлена статистическая выборка различной информации, которая может внести ясность в порядок запуска двигателя.

Страница 33:

Заключение:

Вы дошли до конца модуля!

В этом модуле вы научились:

- Определять местоположение и функции компонентов системы запуска двигателя.
 - Батарейный рубильник (BS), который соединяет аккумуляторную батарею с локомотивными системами, объединенная панель ввода-вывода (CIO), которая выдает входные/выходные сигналы для SDIS-3, и

- реле топливного насоса (FPR), которое обеспечивает подачу топлива, расположены в СА1.
- Двигатель топливного насоса (FPM), который обеспечивает подачу топлива низкого давления, и насос/электродвигатель предпусковой смазки в сборе (PLM), который обеспечивает надлежащее смазывание для запуска двигателя, расположены в радиаторном отсеке (RAD).
 - Инвертор 5, который является основным инвертором для проворота коленвала, и инвертор 6, который является вспомогательным инвертором для проворота коленвала, расположены в СА3.
 - Блок управления двигателем (ECU), который определяет/управляет скоростью дизельного двигателя, расположен в СА4.
 - Контактёр коленвала двигателя (GSC), который соединяет цепь стартера с аккумуляторной батареей, контактёр последовательного запуска коленвала двигателя (GSS), который поддерживает силу тока в 1000 А при проворачивании коленчатого вала, и контроллер тяговых электродвигателей (TMC), который является контроллером инвертора для проворачивания коленвала, расположены в СА5.
- Описывать порядок запуска двигателя.
 - Нажатием кнопки запуска двигателя (EST) подается сигнал ECU об отправке команды запуска на бортовой дисплей 3 (DS3).
 - DS3 включает предупредительный сигнал о пуске дизельного двигателя (CRBL) и затем запускает топливный насос.
 - На данном этапе тяговая система настроена на двигательный режим.
 - DS3 проверяет состояние инверторов 5 и 6. Если активны оба инвертора 5 и 6, то DS3 настраивает тяговую систему на проворачивание коленвала от основного инвертора.
 - Выключатель C6LS1 размыкается автоматически, когда переключатель проворота коленвала (CTS) занимает положение проворота коленвала от основного инвертора.
 - Как только сигнал обратной связи о занятии CTS положения запуска двигателя от основного инвертора поступает на DS3, этот бортовой дисплей считывает температуру смазочного масла на входе в двигатель с помощью датчика ELIT.
 - После того, как была сконфигурирована цепь, DS3 посылает данные компьютерной карте в разьеме 5 TMC с командой на включение инвертора 5 для запуска PLM.
 - Это позволяет достичь в выходных обмотках ТА силы тока в 1000 А, увеличивая крутящий момент, передаваемый на коленвал, позволяя пусковым цепям достигать скорости проворачивания коленвала

- вплоть до 120 об/мин, хотя пуск двигателя обычно производится на скорости 60-90 об/мин.
- По получении уведомления о самостоятельной работе дизельного двигателя, DS3 запускает процесс подготовки локомотива к включению тягового режима, такого как поступательное направление движения. Бортовой дисплей 3 начинает процесс с выключения инвертора 6.
 - Следующий этап процесса начинается с возвращения CTS в конфигурацию тягового режима, осуществляемого бортовым дисплеем 3.
 - Во время действия и перемещения CTS в конфигурацию тягового режима, произойдет замыкание C5LS1, а также C5LS2.
 - Во время замыкания переключателя цепи обратной связи, сигнал, посылаемый на CIO-панель, передается на DS3, указывая на необходимость выключения CTS.
 - После выключения CTS, тяговая система возвращается в прежнее состояние для использования в таких режимах, как двигательный, движение от АКБ, и тд.
- Объяснять способы представления данных на экранах запуска двигателя на бортовых дисплеях.
 - Экран прогресса запуска двигателя отображается на одном из бортовых дисплеев, установленных на пульте машиниста.
 - На экране прогресса запуска двигателя отображается число оборотов коленвала (об/мин) в виде гистограммы.
 - На экране также указывается батарейное напряжение в виде гистограммы.
 - Давление смазочного масла и давление топлива представлены в виде показаний на шкале измерительного прибора.
 - В верхнем левом углу экрана монитора проворота коленвала двигателя имеются три гистограммы. Верхняя гистограмма отображает скорость проворота коленвала в об/мин., на второй гистограмме представлена заданная скорость, устанавливаемая ECU, и на нижней гистограмме отображается напряжение аккумуляторной батареи.
 - Справа от этих гистограмм отображается давление смазочного масла и давление топлива в виде показаний на шкале измерительного прибора.
 - Ниже гистограмм графически показывается состояние контакторов для проворачивания коленвала.

- Ниже контакторов для проворачивания коленвала имеется графическое изображение переключателей цепи обратной связи в CTS, на котором отображается состояние цепей запуска/тяговой системы.
- Информация о различных переключателях, реле и автоматических выключателях отображается в центре дисплея.
- В последнем столбце представлена статистическая выборка различной информации, которая может внести ясность в порядок запуска двигателя.

Регуляторы переменного тока (АС/АС)

Страница 1:

Введение в регуляторы напряжения переменного тока (АС/АС):

Добро пожаловать в модуль «Регуляторы переменного тока (АС/АС)» углубленного курса «Электрические системы ES44AC». На локомотивах серии ES44AC необходимо контролировать и регулировать некоторые силовые выводы вспомогательного генератора (ВГ). В некоторых случаях выходная мощность переменного тока обмотки питания вспомогательных двигателей ВГ должна преобразовываться в мощность переменного тока, которая может отличаться от входной напряжением и частотой. Это регулирование производится в двух отдельных панелях. Обе панели именуются регуляторами, так как каждая оборудована встроенным микропроцессором для взаимодействия с бортовыми дисплеями и управления работой панели. В этом модуле обсуждаются регуляторы напряжения переменного тока.

По завершении данного модуля вы сможете:

- Описывать местоположение и функции панелей регулятора напряжения переменного тока.
- Определять способы регулирования выходной мощности переменного тока регуляторами напряжения переменного тока.
- Разъяснять информацию, отображаемую на Страницае монитора устройства пропуска цикла.

Страница 2:

Теория и работа регуляторов переменного тока (АС/АС):

Трехфазное питание переменного тока поступает на панели регулятора напряжения переменного тока, которые преобразовывают его в стабилизированное питание переменного тока. На выходе могут быть напряжение и частота, аналогичные входным, или же разные напряжение и частота, или же панель может не иметь выходного напряжения и частоты. Регуляторами напряжения переменного тока являются контроллер главного вентилятора 1 (RFC1) и контроллер вентилятора тяговых двигателей (ТВС). Эти две панели часто именуются нашим инженерным персоналом и в официальной документации панелями пропуска цикла. Два регулятора напряжения переменного тока расположены в СА5 и смонтированы на щите стенке зоны управления.

Страница 3:

Преобразование напряжения переменного тока:

Для надлежащей работы и защиты от перегрева на вспомогательные электродвигатели необходимо подавать питание переменного тока с определенным отношением напряжения к частоте, В/Гц. Регулирование напряжения к частоте осуществляется регулятором возбуждения ВГ (ААС) в цепи возбуждения ВГ. Однако, при наличии двух вспомогательных электродвигателей, этот механизм регулирования не является полностью достаточным. Цепи электродвигателя главного вентилятора № 1 (RF1) и электродвигателя системы охлаждения тягового оборудования (ТМВ) были дополнены другим механизмом регулирования для обеспечения дополнительного уровня управления этими двигателями. С целью снижения нагрузки на дизельный двигатель эти два электродвигателя часто работают с неполной максимальной скоростью, которая определяется выходной частотой вспомогательного генератора. В некоторых случаях они полностью выключаются. Этот дополнительный уровень управления скоростью электродвигателей RF1 и ТМВ обеспечивается контроллерами RFC1 и TBC соответственно.

Страница 4:

Преобразование напряжения переменного тока (продолжение):

Поскольку предполагается использовать только часть общей входной мощности в качестве входного напряжения переменного тока, в этих двух панелях регулятора напряжения переменного тока также используются управляемые кремниевые выпрямители (SCR), как и в преобразователях переменного тока в постоянный (AC/DC). Однако, поскольку регуляторы напряжения переменного тока должны выдавать переменное напряжение на выходе, то они имеют другую внутреннюю конфигурацию SCR. Вместо шести SCR, каждая панель пропуска цикла содержит всего 14 SCR. Семь SCR пропускают ток с источника питания на двигатель нагрузки, в то время как другие семь пропускают ток с нагрузки на источник, что и требуется от регулятора напряжения переменного тока. Каждому SCR присвоено трехбуквенное обозначение. Значение букв можно объяснить следующим образом:

- Первая буква (А, В или С) обозначает фазное подключение на входе переменного тока.
- Вторая буква (А, В или С - но отличная от первой) обозначает фазное подключение на выходе переменного тока.
- Третья буква (либо F либо R) обозначает направление движения тока через панель регулятора переменного напряжения.

- F соответствует току, протекающему от входа к выходу; R обозначает обратное направление.

Страница 5:

Преобразование напряжения переменного тока (продолжение):

Встроенный микропроцессор в регуляторах напряжения переменного тока использует свое внутреннее ПО, сигналы обратной связи от локомотивных сигналов и управляющие входные сигналы от сети ARCNet для определения момента включения SCR. Работой 14 SCR управляют микропроцессоры в различных комбинациях и с различным порядком включения для задания разной скорости электродвигателей. Для работы главного вентилятора или вентилятора охлаждения оборудования в поступательном направлении с максимальной скоростью включаются SCR, имеющие обозначения AAF, AAR, BBF, BBR, CCF и CCR, для выработки полного выходного напряжения с широким диапазоном частоты. Во время работы с половинной скоростью, AAF, AAR, ABR, ACF, BBF, BAR, BCF, BCR, CCR, CAF, CBF и CBR используются для выработки половинного выходного напряжения с половинной частотой. Во время работы электродвигателя с четвертной скоростью, также используются SCR с обозначением AAF, AAR, BBF, BBR, CCF и CCR, но их включение производится в иной последовательности. Во время вращения двигателя главного вентилятора в обратном направлении с полной скоростью, используются AAF, AAR, BCF, BCR, CBF и CBR, расположенные в панели RFC1. Электродвигатель системы охлаждения тягового оборудования работает с половинной и полной скоростью, поэтому TBC способен выдавать выходные токи, соответствующие этим требованиям по напряжению и частоте. Главный вентилятор рассчитан на выключение, когда этого требуют условия, и на работу с четвертной, половинной и полной скоростью при необходимости, поэтому RFC1 способен выдавать выходные токи всех напряжений и частот.

Страница 9:

Программное обеспечение регулятора напряжения переменного тока:

Микропроцессоры в каждой из панелей регулятора напряжения переменного тока выполняют установленное в них программное обеспечение. В каждой панели установлено одинаковое программное обеспечение. Следовательно, одна панель полностью аналогична другой, и любая панель может выполнять функции RFC1 и TBC.

Страница 10:

Обозначение панелей:

Каким образом конкретная панель получает информацию, указывающую ей на выполнение определенной функции? Эта информация предоставляется посредством использования перемычек, которые закорачивают несколько контактов в коннекторах. Каждая панель имеет коннектор, который использует для этой цели шесть контактов. Поскольку контакты, которые связаны попарно номером со знаком «+» или «-», закорачиваются перемычками, установленными в соединительном коннекторе, то каждая панель выполняет разные части целого программного обеспечения. В соответствии с выполнением только predetermined части целой программы, каждой панели присваивается собственное обозначение: TBC или RFC1. Копия программы для каждой панели хранится в каждом бортовом дисплее. Новые регуляторы напряжения переменного тока, устанавливаемые на ES44AC, могут программироваться с бортовых дисплеев по сети ARCNet.

Страница 11:

Диагностика:

Несколько внутренних проверок программного и аппаратного обеспечения выполняются панелями в качестве самоконтроля. При подаче питания на каждый регулятор напряжения переменного тока внутренние проверки программного и аппаратного обеспечения выполняются до установления связи с бортовыми дисплеями по сети ARCNet. Панель имеет возможности самопроверки и будет проводить внутреннюю диагностику в случае обнаружения проблем во время включения питания. Так как каждая панель оснащена микропроцессором, режимы работы панели контролируются намного тщательнее, чем при управлении и контроле панелей дистанционным контроллером, как это было в случае с регулятором привода электродвигателя главного вентилятора (RFP) и регулятором привода электродвигателя вентилятора для охлаждения оборудования (EBP) на локомотивах серии Dash 9 или стандартных AC4400. Ряд тестов проводится в каждой панели. Информация о любых нехарактерных состояниях, которые будут обнаруживаться в ходе проведения диагностики регулятора напряжения переменного тока, будет передана на бортовые дисплеи по сети ARCNet. Панели регулятора постоянно предоставляют бортовым дисплеям обновленную информацию обо всех аспектах своей работы. Эта информация доступна для просмотра на Странице монитора устройства пропуска цикла. В отображаемой таблице приводится список дополнительных тестов, которые выполняются в панелях регуляторов.

Страница 12:

Выходной ток регулятора:

Итак, каким образом происходит регулирование выходного напряжения регулятором напряжения переменного тока? Каждый из регуляторов напряжения переменного тока стабилизирует напряжение на выходе до значения, которое имеет математическую зависимость от входного переменного напряжения. Связь между входом и выходом регуляторов напряжения переменного тока может быть четырех типов, а именно: выход равен входу, выход составляет половину входа, выход составляет одну четвертую входа и полное отсутствие выхода.

Страница 13:

Напряжение выходного переменного тока = 1 X напряжение входного переменного тока:

Если выход равен входу ($V_{\text{выход}} = V_{\text{вход}}$ и $F_{\text{выход}} = F_{\text{вход}}$), то двигатель, соединенный с панелью регулятора, работает с полной скоростью, т.е. максимальной скоростью, допустимой выходной частотой рабочих обмоток электродвигателя ВГ.

Страница 14:

Напряжение выходного переменного тока = 1/2 X напряжение входного переменного тока:

Если выход составляет половину входа ($V_{\text{выход}} = 1/2 V_{\text{вход}}$ и $F_{\text{выход}} = 1/2 F_{\text{вход}}$), то двигатель, соединенный с панелью регулятора, работает с половинной скоростью, т.е. со скоростью, составляющей половину максимальной, допустимой выходной частотой рабочих обмоток электродвигателя ВГ.

Страница 15:

Напряжение выходного переменного тока = 1/4 X напряжение входного переменного тока:

Если выход составляет четверть входа ($V_{\text{выход}} = 1/4 V_{\text{вход}}$ и $F_{\text{выход}} = 1/4 F_{\text{вход}}$), то двигатель, соединенный с панелью регулятора, работает с четвертной скоростью, т.е. со скоростью, составляющей четверть от максимальной, допустимой выходной частотой рабочих обмоток электродвигателя ВГ.

Страница 16:

Напряжение выходного переменного тока = 0:

Если DS3 переводит регулятор переменного тока в режим ВЫКЛ, то панель пропуска цикла не выдает выходной переменный ток. В этом случае, двигатель, соединенный с панелью регулятора, выключается.

Страница 17:

Цепи регуляторов:

Два регулятора напряжения переменного тока - RFC1 и TBC - имеют одинаковые номера компонентов. На блок-схеме показаны входные/выходные соединения панели с номером компонента 17FMM690. RFC1 управляет мощностью переменного тока, подаваемой на двигатель главного вентилятора. DS3 может подавать команду RFC1 на выключение двигателя или вращение двигателя с четвертной, половинной или полной скоростью. TBC управляет мощностью переменного тока, подаваемой на электродвигатель системы охлаждения тягового оборудования. DS3 может подавать команду TBC на вращение двигателя с половинной или полной скоростью.

Страница 18:

Информация экрана монитора:

Бортовые дисплеи запрограммированы на отображение специализированных Страницаов мониторов, которые позволяют обслуживающему персоналу просматривать большие блоки данных о работе различных локомотивных систем. Информация о работе RFC1 и TBC отображается на Страницае монитора устройства пропуска цикла. Доступ к Страницау монитора устройства пропуска цикла осуществляется с Страницаа монитора локомотива в режиме доступа 3-го уровня.

Страница 19:

Монитор пользовательских данных: Пояснение к данным:

На экране монитора устройства пропуска цикла, каждая из панелей регулятора напряжения переменного тока имеет собственную область представления данных, которая поделена на разные блоки. В таблицах приводится пояснение к данным, представленным в каждом из блоков для обоих контроллеров. Блоки данных по воздушным вентиляторам и охлаждению на экране монитора будут обсуждаться в модуле воздушных вентиляторов и жалюзи, в котором приводится информация о воздушных вентиляторах и их работе.

Страница 20:

Вентилятор тяговых двигателей:

В таблице приводится информация о данных по контроллеру вентилятора тяговых двигателей (TBC) на Страницае монитора устройства пропуска цикла.

Страница 21:

Главный вентилятор 1:

В таблице приводится информация о данных по контроллеру главного вентилятора № 1 (RFC1) на Страницае монитора устройства пропуска цикла.

Страница 25:

Заключение:

Вы достигли конца модуля!

В этом модуле вы научились:

- Описывать местоположение и функции панелей регулятора напряжения переменного тока.
 - Двумя регуляторами напряжения переменного тока являются контроллер двигателя главного вентилятора 1 (RFC1) и контроллер вентилятора тяговых двигателей (ТВС).
 - Трехфазное питание переменного тока поступает на входы панелей регулятора напряжения переменного тока и преобразовывается в стабилизированное переменное выходное напряжение, которое может быть равным входному или отличаться от него, или же напряжение и частота тока могут отсутствовать. Регуляторы напряжения переменного тока используются для регулирования работы главного вентилятора и вентилятора тяговых двигателей.
 - Два регулятора напряжения переменного тока используют SCR, где каждому SCR присваивается трехбуквенное обозначение.
 - Встроенные микропроцессоры в регуляторах напряжения переменного тока используют свое внутреннее ПО, сигналы обратной связи от локомотивных сигналов и управляющие входные сигналы от сети ARCNet для определения момента включения SCR.
 - Микропроцессоры в каждой панели регулятора напряжения переменного тока выполняют установленное в них программное обеспечение.
 - При подаче питания на каждый регулятор напряжения переменного тока внутренние проверки программного и аппаратного обеспечения выполняются до установления связи с бортовыми дисплеями по сети ARCNet.
 - Два регулятора напряжения переменного тока расположены в зоне управления 5 (CA5) и смонтированы на щите зоны управления.

- Определять способы регулирования выходного напряжения регуляторами напряжения переменного тока.
 - RFC1 управляет мощностью переменного тока, подаваемой на двигатель главного вентилятора. DS3 может подавать команду RFC1 на выключение двигателя или вращение двигателя с четвертной, половинной или полной скоростью.
 - TBC управляет мощностью переменного тока, подаваемой на электродвигатель системы охлаждения тягового оборудования. DS3 может подавать команду TBC на вращение двигателя с половинной или полной скоростью.
 - Разъяснять информацию, отображаемую на Страницае монитора устройства пропуска цикла.
 - На Страницае монитора устройства пропуска цикла, каждая из панелей регулятора напряжения переменного тока имеет собственную область представления данных, которая поделена на разные блоки.
 - Предупреждения отображаются желтым цветом, а неисправности - красным.
 - В ИТ приводится сводная информация по среднему значению тока за период времени, отражающему нагрев отдельно взятого вентилятора или двигателя вентилятора.
 - В Команде отображается запрос на скорость двигателя. Если команда - 0, то это означает состояние ВЫКЛ, 1 означает четвертную скорость, 2 - половинную скорость и 3 - полную скорость.
 - Ток фаз А, В и С указывает на отдельный ток, поступающий в каждую отдельную фазу, измеряемую на входе регулятора напряжения переменного тока.

Преобразователи переменного тока в постоянный (AC/DC)

Страница 1:

Введение в преобразователи переменного тока в постоянный (AC/DC):

Добро пожаловать в модуль «Преобразователи переменного тока в постоянный (AC/DC)» углубленного курса «Электрические системы ES44AC». На локомотивах серии ES44AC необходимо контролировать и регулировать некоторые силовые выводы вспомогательного генератора переменного тока. В трех случаях питание переменного тока на выходе обмоток питания возбуждения и питания зарядного устройства АКБ ВГ должно преобразовываться в питание постоянного тока, ток или напряжение которого должны регулироваться до конкретных значений. Это регулирование производится в трех отдельных панелях преобразователя. Все три панели имеют одинаковый номер компонента - 17FM691. Они именуются преобразователями, так как каждый оборудован встроенным микропроцессором для взаимодействия с бортовыми дисплеями и управления работой панелей.

По завершении данного модуля вы сможете:

- Описывать местоположение и функции панелей преобразователя переменного тока в постоянный.
- Определять способы регулирования выходного тока преобразователями переменного тока в постоянный.
- Разъяснять информацию, отображаемую на Страницае монитора панели возбудителя.

Страница 2:

Теория и работа преобразователей переменного тока в постоянный (AC/DC):

Трехфазный переменный ток поступает на входы панелей преобразователя переменного тока в постоянный и преобразовывается в регулируемое постоянное выходное напряжение. Преобразователи переменного тока в постоянный включают в себя регулятор возбуждения вспомогательного генератора (AAS), регулятор возбуждения тягового генератора (TAS) и контроллер зарядки аккумуляторной батареи (BCC). Что касается AAS и TAS, то выходная мощность панели является регулируемой величиной постоянного тока. BCC выдает регулируемое выходное напряжение постоянного тока. Преобразователи переменного тока в постоянный, TAS, AAS и BCC расположены в CA5.

Страница 3:

Выпрямление переменного тока в постоянный ток:

Для создания трехфазного двухполупериодного выпрямителя переменного тока требуются по меньшей мере шесть диодов. Использование шести диодов позволяет системе использовать всю входную мощность переменного тока на выходе выпрямителя. В некоторых случаях желательно использовать только часть общей входной мощности переменного тока на входе постоянного тока. С тремя преобразователями, рассматриваемыми нами в этом модуле, дело обстоит именно так. Поэтому, для выпрямления переменного тока должно использоваться устройство, отличное от диодного. Управляемый выпрямитель может быть создан из устройств, называемых управляемыми кремниевыми выпрямителями (SCR).

Страница 4:

Управляемые кремниевые выпрямители:

SCR схож с диодом в том, что он только будет проводить электрический ток в одном направлении или пропускать напряжение на нагрузку, если он прямосмещенный. Однако он обладает еще одним интересным свойством. Он будет проводить электрический ток или пропускать напряжение на нагрузку только если он был стробирован или включен будучи прямосмещенным. Сразу после включения SCR, он продолжит проводить ток, будучи прямосмещенным, независимо от наличия или отсутствия сигнала включения. В тот момент, когда SCR обратносмещенный он выключается.

Страница 5:

Работа диода:

Диод в действии означает, что при однофазной синусоиде переменного тока, диод будет пропускать всю полусинусоиду, которая смещает диод в прямом направлении. Средняя величина этого полусинусоидального выходного импульса указана в графике. Если диод в цепи заменен на SCR, то изменяется выходная мощность и это изменение зависит от отсутствия или наличия стробирующего сигнала и того, в какой момент выдаваемой источником переменного тока синусоидальной волны это происходит. Это переменное свойство среднего выходного напряжения SCR используется в преобразователях переменного тока в постоянный.

Страница 6:

Работа SCR с пуском в начале полусинусоиды:

Если стробирующий сигнал появляется в начале положительного полупериода синусоиды, то большая часть выпрямленной синусоидальной волны

присутствует на выходе. В этом случае, среднее напряжение на выходе цепи ниже чем при использовании диода, но по-прежнему составляет существенную процентную долю от данного напряжения.

Страница 7:

Работа SCR с пуском в конце полусинусоиды:

Если стробирующий сигнал появляется в конце положительного полупериода синусоиды, то только малая часть выпрямленной синусоидальной волны присутствует на выходе. Теперь среднее напряжение на выходе цепи составляет весьма малую процентную долю от значения, которым оно было бы при использовании диода.

Страница 8:

Отсутствие сигнала в положительном полупериоде:

В случае отсутствия стробирующего сигнала в положительном полупериоде, среднее выходное напряжение равнялось бы нулю.

Страница 9:

Двухполупериодный выпрямитель:

Поскольку на входе преобразователей переменного тока в постоянный трехфазное напряжение переменного тока, то имеется всего шесть SCR, два на каждую фазу в управляемом выпрямителе. Преобразователи переменного тока в постоянный могут стробироваться при варьирующихся процентных соотношениях времени включения для регулирования значений выхода постоянного тока. Увеличение длительности включенного состояния в процентном соотношении повышает выходную мощность, и уменьшение длительности включенного состояния в процентном соотношении понижает выходную мощность. При длительности включенного состояния 100%, преобразователь переменного тока в постоянный превращается в двухполупериодный выпрямитель.

Страница 10:

Схема преобразователя переменного тока в постоянный:

Схема панели 17FM691 представлена здесь. Встроенные микропроцессоры в панелях преобразователя используют свою внутреннюю программу, входные сигналы от локомотивных систем, и управляющие входные сигналы от сети ARCNet для определения момента включения SCR. Следует отметить, что SCR выключаются, будучи обратносмещенными, - состояние, которое возникает во время каждого цикла входного сигнала переменного тока на каждой фазе входа вспомогательного генератора переменного тока (ВГ). Поскольку на фазу

приходятся два SCR и на входе в каждый преобразователь переменного тока в постоянный присутствуют три фазы, то два SCR должны быть постоянно включены для сохранения движения тока через выход постоянного тока.

Страница 11:

Последовательность включения SCR:

Микропроцессор включает SCR попарно, благодаря чему один SCR обеспечивает подключение к положительному выходу постоянного тока, а другой - отрицательному выходу постоянного тока. Запрограммированный порядок включения соответствует указанной последовательности.

Страница 16:

Программное обеспечение преобразователя переменного тока в постоянный 17FM691:

Как указывалось выше, микропроцессоры в каждой из панелей преобразователя переменного тока в постоянный выполняют установленную в них программу. В каждой панели установлено аналогичное программное обеспечение. Следовательно, каждая панель полностью аналогична остальным и каждая панель может выполнять функции AAC, TAC и BCC.

Страница 17:

Обозначение панелей:

Каким образом конкретная панель получает информацию, указывающую ей на выполнение определенной функции? Эта информация предоставляется посредством использования перемычек, которые закорачивают несколько контактов в коннекторах на 17FM691. Каждая панель имеет коннектор, который использует для этой цели восемь контактов. На рисунке приводится часть электрической схемы для каждой панели с изображенными контактами.

Страница 18:

Обозначение конфигурации перемычек преобразователей переменного тока в постоянный:

Поскольку контакты, которые связаны попарно по номеру со знаком «-» или «+», закорачиваются перемычками, установленными в соединительном коннекторе, то каждая панель 17FM691 выполняет разные части общего процесса программного обеспечения. В соответствии с выполнением только предопределенной части общего процесса программного обеспечения, каждой панели присваивается собственное обозначение: AAC, TAC или BCC. На рисунке показано правильное использование перемычек для каждого преобразователя переменного тока в постоянный. Копия программного обеспечения для каждой

панели хранится в каждом бортовом дисплее. Устанавливаемые новые преобразователи переменного тока в постоянный могут программироваться с бортовых дисплеев по сети ARCNet.

Страница 19:

Диагностика:

Когда питание подается на каждый преобразователь переменного тока в постоянный, внутренние проверки программного и аппаратного обеспечения выполняются до установления связи с бортовыми дисплеями по сети ARCNet. Панель имеет возможности самопроверки и будет проводить внутреннюю диагностику в случае обнаружения проблем во время включения питания. Так как каждая панель оснащена микропроцессором, режимы работы панели контролируются намного тщательнее, чем при управлении и контроле панелей дистанционным контроллером, как это было в случае с регулятором возбуждения тягового генератора (AFR), регулятором возбуждения вспомогательного генератора (BFR) и регулятором зарядного устройства аккумуляторной батареи (BRP) на локомотивах серии Dash 9 или стандартных AC4400.

Страница 20:

Тесты на преобразователях переменного тока в постоянный:

Существует набор тестов, которые проводятся на панелях 17FM691. Информация о любых нехарактерных состояниях, которые будут обнаруживаться в ходе проведения диагностики преобразователя переменного тока в постоянный, будет передана на бортовые дисплеи по сети ARCNet. Панели преобразователей постоянно предоставляют бортовым дисплеям обновленную информацию обо всех аспектах работы. Эта информация доступна для просмотра на Странице монитора панели возбудителя. В представленной таблице перечислен набор тестов, проводимых на панелях преобразователя.

Страница 21:

Контроллерные цепи:

Контроллерными цепями трех преобразователей переменного тока в постоянный являются цепь возбуждения ВГ, цепь возбуждения ТА и цепь зарядки аккумуляторной батареи. Каждый преобразователь переменного тока в постоянный преобразовывает входное питание переменного тока в стабилизированное выходное питание постоянного тока. В случае с ААС и ТАС, это выходное напряжение принимает форму тока, который подается на соответствующие обмотки возбуждения одного из генераторов переменного тока. Как ААС или ТАС управляет выходным током, когда панели

непосредственно управляют средними выходными напряжениями? Посредством использования вольт-амперной характеристики, которая выражается законом Ома, $I = V/R$. Так как выходное напряжение любого из преобразователей переменного тока в постоянный повышается, так же повышается выходной ток, при условии, что сопротивление нагрузки, которую питает преобразователь, остается по существу постоянным. Это, как правило, верно в отношении обмоток возбуждения вспомогательного или тягового генераторов.

Страница 22:

Контроллерные цепи (продолжение):

Третий преобразователь переменного тока в постоянный (ВСС) предназначен для поддержания определенного выходного напряжения, приблизительно 74 ВDC, для зарядки аккумуляторной батареи. Поскольку состояние зарядки аккумуляторной батареи на локомотиве изменяется в зависимости от использования, а нагрузка на низковольтную цепь также изменяется от использования различного оборудования, такого как установка для обогрева, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC), то ток, который должен подаваться ВСС, будет изменяться. ВСС предназначен для подачи необходимого тока для сохранения выходного напряжения 74 В при всей нормальной нагрузке локомотива.

Страница 23:

Цепь регулятора возбуждения вспомогательного генератора:

ААС подает регулируемый ток возбуждения для ВГ, который направляется на вращающиеся обмотки возбуждения ВГ. ААС ограничивает ток на выходе до 500 ADC. Это, главным образом, индуктивная цепь, в которой изменяется ток для подачи требуемого выходного напряжения на рабочие обмотки вспомогательного электродвигателя ВГ. На листе приводится Раздел С, лист 18 электрической схемы ES44AC, на котором изображена цепь возбуждения ВГ.

Страница 24:

Цепь регулятора возбуждения тягового генератора:

ТАС подает регулируемый ток возбуждения для тягового генератора, который направляется на вращающиеся обмотки возбуждения ТА. ТАС ограничивает ток на выходе до 500 ADC. Это - индуктивная цепь, которая изменяет возбуждение для подачи требуемого количества выходной мощности, поступающей с ТА. На листе приводится Раздел В, лист 6 электрической схемы ES44AC, на котором изображена цепь возбуждения ТА.

Страница 25:

Цепь контроллера зарядки аккумуляторной батареи:

ВСС выдает питание для зарядки аккумуляторной батареи и питает все нагрузки, подключенные к низковольтной цепи, включая такие устройства, как прожекторы, источник питания для логических цепей (LPS), обогреватель и обогревательные ленты, топливный насос низкого давления и компьютер электронного впрыска топлива, и др. ВСС является управляемым выпрямителем, который регулирует напряжение на силовых выводах (PO). Сила тока на выходе ограничивается до 500 ADC сразу же после запуска дизельного двигателя, а после этого сила тока ограничивается до 420 ADC. Это в основном ограничительная цепь с регулированием напряжения в пределах ~74 В DC на низковольтных линиях. Поскольку частота и амплитуда трехфазного входного переменного тока, поступающего на ВСС, изменяется в зависимости от скорости дизельного двигателя, то микропроцессор в преобразователе переменного тока в постоянный будет включать SCR для поддержания надлежащего выходного напряжения и тока. Далее представлена схема преобразователя переменного тока в постоянный с входными и выходными соединениями.

Страница 26:

Информация экрана монитора:

Бортовые дисплеи запрограммированы на отображение специализированных Страницаов мониторов, которые позволяют обслуживающему персоналу просматривать большие блоки данных о работе различных локомотивных систем на ES44AC. Информация о работе AAC, TAC и ВСС отображается на Страницае монитора панели возбудителя, доступ к которому осуществляется с Страницаа монитора локомотива в режиме доступа 3-го уровня.

Страница 27:

Пояснение к данным:

Каждая панель преобразователя переменного тока в постоянный имеет собственную область представления данных, которая поделена на различные блоки. Справочник команд - отображает команды DS3 для выходной мощности преобразователей. Ток возбуждения - отображает фактический выходной ток, поступающий на обмотки возбуждения. Обратная связь по измеренному напряжению - отображает выходное напряжение, измеряемое блоком VAM8. Напряжение питания - отображает входное напряжение, поступающее с обмотки питания. Альфа - отображает максимальную работу панели в процентном отношении. Обороты генератора переменного тока - отображает число оборотов двигателя, определяемое по выходной частоте. Температура теплоотвода - отображает температуру теплоотвода, в котором установлены SCR.

Страница 28:**Данные ААС:**

В этой таблице дается пояснение данным, представленным в каждом из блоков для контроллера ААС.

Страница 29:**Данные ТАС:**

В этой таблице дается пояснение данным, представленным в каждом из блоков для контроллера ТАС.

Страница 30:**Данные ВСС:**

В этой таблице дается пояснение данным, представленным в каждом из блоков для контроллера ВСС.

Страница 31:**Прочие данные:**

В этой таблице дается пояснение данным, представленным в последнем блоке данных на экране монитора панели возбудителя.

Страница 36:**Заключение:**

Вы достигли конца модуля!

В этом модуле вы научились:

- Описывать местоположение и функции панелей преобразователя переменного тока в постоянный.
 - Трехфазный переменный ток поступает на входы панелей преобразователя переменного тока в постоянный, которые преобразовывают его в регулируемый постоянный выходной ток.
 - Преобразователями переменного тока в постоянный являются регулятор возбуждения вспомогательного генератора (ААС), регулятор возбуждения тягового генератора (ТАС) и контроллер зарядки аккумуляторной батареи (ВСС).
 - Что касается ААС и ТАС, то выходная мощность панели является регулируемой величиной постоянного тока. ВСС выдает стабилизированное выходное напряжение постоянного тока.
 - Процесс выпрямления переменного тока в постоянный ток предполагает использование по крайней мере шести диодов для

создания трехфазного двухполупериодного выпрямителя.

Использование шести диодов позволяет системе использовать всю входную мощность переменного тока на выходе выпрямителя.

- SCR используется для выпрямления переменного тока в постоянный, поскольку необходимо использование только части общей входной мощности переменного тока на входе постоянного тока.
- Микропроцессоры в каждой из панелей преобразователя переменного тока в постоянный выполняют установленную в них программу.
 - Каждая панель имеет возможности самопроверки и будет проводить внутреннюю диагностику в случае обнаружения проблем во время включения питания.
 - Три преобразователя переменного тока в постоянный - AAC, TAC и BCC - расположены в СА5.
- Определять способы регулирования выходного тока преобразователями переменного тока в постоянный.
 - Регулятор возбуждения вспомогательного генератора выдает стабилизированный ток возбуждения для вспомогательного генератора.
 - Регулятор возбуждения тягового генератора выдает стабилизированный ток возбуждения для тягового генератора.
 - Контроллер зарядки аккумуляторной батареи подает питание для зарядки аккумуляторной батареи и питает нагрузку, подключенную к низковольтной цепи.
- Разъяснять информацию, отображаемую на Страницае монитора панели возбудителя.
 - Информация о работе AAC, TAC и BCC отображается на Страницае монитора панели возбудителя.
 - Блоки AAC, TAC и BCC отображают справочник команд, ток возбуждения, обратную связь по измеренному напряжению, Альфа-значение, обороты генератора переменного тока и температуру теплоотвода.

Последовательность запуска вспомогательной энергосистемы

Страница 1:

Введение в последовательность запуска вспомогательной энергосистемы:

Добро пожаловать в модуль «Последовательность запуска вспомогательной энергосистемы» углубленного курса «Электрические системы ES44AC». Каждый раз при запуске дизельного двигателя на ES44AC, вслед за этим, в определенный момент должен запускаться вспомогательный генератор для питания различных вспомогательных систем локомотива, таких как зарядка аккумуляторной батареи, охлаждение двигателя, сжатие воздуха, и тд. Вспомогательный генератор также проходит процесс запуска всякий раз, когда опускается рычаг блокировки, а именно после того, как специалист по техническому обслуживанию покидает вспомогательный отсек, и, когда включается вспомогательный генератор с помощью бортовых дисплеев на экране ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ 2-го уровня или выше. После запуска вспомогательного генератора питание должно подаваться на различные системы таким образом, чтобы не перегружать дизельный двигатель. В этом модуле рассказывается о процедуре, которую проходит система управления ES44AC для запуска вспомогательного генератора и вспомогательных систем, питаемых им.

По завершении данного модуля вы сможете:

- Определять местоположение и функции компонентов вспомогательной энергосистемы.
- Описывать процедуру запуска вспомогательного генератора системой управления.
- Описывать последовательность, в которой запускаются различные вспомогательные системы системой управления.
- Объяснять способы доступа и интерпретации экранов вспомогательных систем на бортовых дисплеях.

Страница 2:

Компоненты запуска вспомогательного генератора переменного тока:

Процедура запуска вспомогательного генератора на ES44AC схожа с процедурой запуска, используемой наших локомотивах, начиная с серии Dash 8, но впоследствии обновленной для серии AC6000. В таблице перечисляются компоненты локомотива, которые используются во время запуска вспомогательного генератора по их аббревиатуре, приводится полное название, местоположение на локомотиве и выполняемая функция.

Страница 3:

Цепи запуска вспомогательного генератора переменного тока:

На локомотивах серии ES44AC имеется несколько цепей, которые необходимо изучить, когда речь заходит о запуске вспомогательного генератора на ES44AC. Цепь общей архитектуры управления (ССА) на локомотиве обеспечивает компьютерное управление запуском вспомогательного генератора и регулированием его выходной мощности. На локомотиве также имеется цепь безопасности, которая предотвращает запуск вспомогательного генератора во время нахождения персонала во вспомогательной кабине. Цепь измерения скорости предоставляет важную информацию, используемую при регулировании выходной мощности вспомогательного генератора. И наконец, на локомотиве оборудована цепь, которая обеспечивает выходную мощность вспомогательного генератора посредством подключения первичного источника тока возбуждения вспомогательного генератора. Наконец, предусмотрена цепь возбуждения вспомогательного генератора с использованием выходной мощности самого вспомогательного генератора.

Страница 4:

Цепь общей архитектуры управления (ССА):

Без участия ССА не могут выполняться какие-либо действия на ES44AC. Бортовые дисплеи представляют собой «мозг» локомотива вместе с другими устройствами, такими как объединенная панель ввода-вывода (CIO), контроллер тяговых электродвигателей (ТМС) и блок управления двигателем (ECU), работающий под их управлением. На блок-схеме изображена часть ССА, ответственная за запуск вспомогательного генератора. Бортовой дисплей 3 (DS3) управляет процессом запуска. Он управляет работой контактора и определяет состояние ключа для разряда полевого конденсатора (CDS, от англ. Field Capacitor Discharge Switch) через CIO. Регулятор возбуждения вспомогательного генератора (AAC) предоставляет DS3 средства для обеспечения работы вспомогательного генератора посредством управления его возбуждением и определения его выходного напряжения. Бортовой дисплей также контролирует обороты коленвала дизельного двигателя, которые бортовой дисплей использует для расчета выходной частоты вспомогательного генератора, подавая на ECU команду на отправку данных с датчиков оборотов коленвала дизельного двигателя.

Страница 5:

Цепь безопасности:

Второй цепью, участвующей в запуске вспомогательного генератора, является цепь безопасности. Во время нормального режима работы локомотива во

вспомогательной кабине присутствуют высокие напряжения. Чтобы гарантировать отсутствие персонала во вспомогательной кабине при наличии высоких напряжений, во входной двери вспомогательной кабины был установлен рычаг блокировки. Когда данный рычаг блокирует вход во вспомогательную кабину, то один из нескольких выключателей, соединенных с рычагом, физически активирует генерирование высокого напряжения; другой выключатель электронно оповещает ССА о том, что рычаг находится в безопасном положении. Во время поднятия рычага для доступа во вспомогательную кабину, вспомогательный генератор выключается и ССА принимает сигнал о предотвращении запуска или работы вспомогательного генератора. При замыкании контакта 3 с контактом 1, ключ для разряда полевого конденсатора (CDS) сигнализирует ССА о нахождении рычага блокировки в опущенном положении, что указывает на безопасность запуска вспомогательного генератора. Если бы контакт 3 был замкнут с контактом 2, то отсутствие поступления батарейного сигнала на CIO означало бы для ССА запрет на запуск вспомогательного генератора.

Страница 6:

Цепь измерения скорости:

Третьей цепью, участвующей в запуске вспомогательного генератора, является цепь измерения скорости. Датчики оборотов коленвала двигателя (EC1S и EC2S) передают данные на блок управления двигателем (ECU), который использует их для синхронизации подачи топлива на каждый из 12 цилиндров в дизельном двигателе GEVO. ECU также передает эти данные по сети ARCNet на другие устройства в ССА, такие как бортовые дисплеи - для отображения, и ААС - для расчета отношения напряжения тока к частоте, В/Гц. ССА должен измерять скорость дизельного двигателя по двум причинам. Во-первых, для определения, достаточно ли высока и устойчива скорость для дизельного двигателя, чтобы выдерживать дополнительную нагрузку без опрокидывания. Это может осуществляться при оборотах двигателя свыше 400 об/мин и после того, как скорость остается постоянной в течении более 20 секунд. Во-вторых, для расчета коэффициента регулирования, называемого отношением выходного напряжения тока к частоте вспомогательного генератора. В локомотивные системы обеспечения входят семь электродвигателей, на которые, для обеспечения надлежащей работы, должна поступать мощность переменного тока, имеющая заданное отношение между напряжением, подаваемым на электродвигатели, и частотой напряжения переменного тока. Для расчета отношения напряжения тока к частоте (В/Гц), ССА должна располагать данными о числе оборотов дизельного двигателя, по которым можно рассчитать выходную частоту обмотки питания вспомогательных двигателей

вспомогательного генератора (ВГ).

Страница 7:

Цепь подачи возбуждения:

Для запуска вспомогательного генератора переменного тока инженеры не полагаются на остаточный магнетизм в обмотках возбуждения вспомогательного генератора (ВГ) и на его сердечник. На всех локомотивах, построенных со вспомогательным генератором, используется аккумуляторная цепь, которая именуется цепью подачи возбуждения, для выдачи возбуждающего тока запуска. Способы компьютерного управления данной цепью варьируются в зависимости от рассматриваемого типа локомотива. Изображенная цепь является ССА-управляемой цепью.

Страница 8:

Цепь регулирования и возбуждения ВГ:

Пятой и последней цепью, участвующей в запуске вспомогательного генератора переменного тока, является цепь возбуждения и регулирования вспомогательного генератора (ВГ). На представленной блок-схеме изображена цепь, которая подает ток возбуждения на вспомогательный генератор и регулирует его выходную мощность. Пусковое возбуждение происходит из части цепи, которая включает аккумуляторную батарею, резисторы R2 и R2A, и реле подачи возбуждения (FFR). Эти компоненты соединены последовательно с ключом для разряда полевого конденсатора (CDS) и обмоткой возбуждения ВГ для обеспечения аккумуляторного возбуждения при замыкании контактов на FFR. Нормальное возбуждение для выработки мощности на вспомогательные нужды возникает в части цепи, в которую входят обмотка питания возбуждения и регулятор возбуждения вспомогательного генератора (AAC). Эти компоненты соединены последовательно с CDS и обмоткой возбуждения ВГ для замыкания цепи самовозбуждения, когда AAC преобразовывает мощность переменного тока, поступающую от обмотки питания возбуждения вспомогательного генератора, в постоянный ток. Регулирование осуществляется той частью цепи, в которую входят обмотка питания вспомогательных электродвигателей, блок понижения напряжения 9 (VAM8) и AAC. AAC регулирует величину тока возбуждения, которую он подает на обмотку возбуждения ВГ, исходя из информации, получаемой им из двух следующих источников:

- Напряжение на выходе обмотки питания вспомогательных электродвигателей, измеряемое блоком VAM8.
- Выходная частота вспомогательного генератора, вычисляемая на основе данных, поступающих от ECU и датчиков оборотов коленвала.

Страница 12:

Процедура запуска вспомогательного генератора переменного тока:

Получив необходимые знания о компонентах и цепях, используемых в запуске вспомогательного генератора, пора ознакомиться с процедурой запуска вспомогательного генератора. Система управления должна определять момент запуска вспомогательного генератора переменного тока. Существуют три условия, которые должны одновременно выполняться для осуществления процедуры запуска вспомогательного генератора, и ССА может определять выполнение этих условий и реагировать на их одновременное возникновение.

Три условия являются следующими:

1. Дизельный двигатель должен работать на малых оборотах или большем числе оборотов в течении более 20 секунд.
2. Рычаг блокировки должен быть опущен в безопасное положение таким образом, чтобы располагался поперек двери вспомогательной кабины.
3. Виртуальный переключатель входа/выхода вспомогательного генератора (ВГ) на экране ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ бортового дисплея, когда он находится на уровне 2 или выше, был включен.

Каким образом ССА определяет выполнение каждого условия?

Страница 13:

Определение скорости двигателя:

Определение скорости двигателя является первым условием, которое должно быть выполнено для запуска вспомогательного генератора. Если вспомогательный генератор бездействует, то DS3 направляет запрос в блок управления двигателем (ECU) и собирает полученные от него данные о скорости дизельного двигателя. На блок-схеме изображен канал передачи данных между бортовым дисплеем и ECU. ECU считывает входные сигналы, поступающие с датчиков коленвала двигателя, преобразовывает их в данные об оборотах коленвала, и посылает эту информацию на DS3. Программное обеспечение DS3 производит контроль предельных значений по скорости дизельного двигателя. Если скорость свыше 400 об/мин и ниже 1050 об/мин, то ПО включает таймер. Если скорость двигателя будет устойчивой в течении 20 секунд, то бортовой дисплей проведет проверку для определения выполнения двух остальных условий.

Страница 14:

Определение положения рычага блокировки:

Следующим условием, которое должно быть выполнено для запуска вспомогательного генератора, является положение рычага блокировки. Если

рычаг блокировки по какой-либо причине был поднят, тогда состояние рычага будет определено объединенной панелью ввода-вывода (CIO) по контактной группе на ключе для разряда полевого конденсатора (CDS), соединенном с рычагом блокировки. На блок-схеме представлено состояние CDS и его входные сигналы, посылаемые на CIO при поднятии рычага. В этом состоянии CIO-панель определяет отсутствие положительного входного батарейного сигнала и посылает эту информацию на DS3. Если вспомогательный генератор находится в рабочем состоянии при поднятом положении рычага блокировки, то в свою очередь, бортовой дисплей выключает регулятор возбуждения вспомогательного генератора (AAC) и, следовательно, вспомогательный генератор. Пока сохраняется данное состояние, DS3 не будет предпринимать никаких действий по запуску вспомогательного генератора.

Страница 15:

Определение положения рычага блокировки (продолжение):

Если бы рычаг блокировки находился в поднятом положении во время работы вспомогательного генератора, тогда вспомогательный генератор прекратил бы работу по другой причине. Имеется еще один контакт CDS, который введен в цепь тока возбуждения, идущую от AAC и аккумуляторной батареи к обмотке возбуждения во вспомогательном генераторе. Во время поднятия рычага блокировки, этот контакт CDS размыкается и прекращает возбуждение на обмотке возбуждения ВГ. Посредством этого выключается выходная мощность вспомогательного генератора. Сигнал, посылаемый с CIO, предупреждает DS3 о данном состоянии и позволяет ССА предпринимать самостоятельные действия по управлению выходом вспомогательного генератора переменного тока. Когда рычаг блокировки находится в безопасном положении, означающем, что во вспомогательной кабине отсутствует персонал и возобновление выработки высокого напряжения на локомотиве является безопасным, состояние CDS изменяется. Теперь CIO-панель определяет наличие положительного входного батарейного сигнала и посылает эту информацию на DS3. Программное обеспечение бортового дисплея распознает, что запуск вспомогательного генератора является безопасным, если выполнены два других условия.

Страница 16:

Реакция на переключение виртуального переключателя вспомогательного генератора:

На других локомотивах серии AC4400 установлен аппаратный тумблер, который управляет работой вспомогательного генератора. Этот переключатель является виртуальным переключателем вспомогательного генератора или переключателем В-поля и на схемах электрических именуется BFCO. На ES44AC

этот аппаратный переключатель был заменен на виртуальный, который отображается на экране ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ 2-го уровня или выше бортового дисплея. На экране дисплея переключатель отображается в виде тумблера, имеющего обозначение Aux Alt (вспомогательный генератор). Экран ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ 2-го уровня или выше доступен на любом бортовом дисплее.

Страница 17:

Реакция на переключение виртуального переключателя вспомогательного генератора (продолжение):

Положение виртуального переключателя вспомогательного генератора (ВГ) может изменяться нажатием одной из кнопок среди двух рядов кнопок, расположенных на бортовом дисплее ниже экрана. При отображении экрана ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ 2-го уровня или выше на любом из бортовых дисплеев нажатием кнопки 4 на нижнем ряду кнопок производится переключение виртуального переключателя в противоположное положение. Если вспомогательный генератор находится в рабочем состоянии в момент переключения виртуального переключателя вспомогательного генератора в положение «Выкл», то DS3 выключает AAC, и, следовательно, вспомогательный генератор. Пока сохраняется данное состояние, DS3 не будет предпринимать никаких действий по запуску вспомогательного генератора. Когда переключатель переводится в положение «Вкл», программное обеспечение DS3 распознает данное переключение для запуска вспомогательного генератора при условии выполнения двух других условий.

Страница 20:

Запуск вспомогательного генератора:

Когда одновременно выполнены все три условия, система управления начинает процедуру запуска вспомогательного генератора. Процесс начинается с подачи возбуждения на вспомогательный генератор от батарей, аккумуляторного возбуждения и возбуждения AAC вспомогательного генератора, и возбуждения AAC и регулирования выходной мощности вспомогательного генератора.

Страница 21:

Аккумуляторное возбуждение вспомогательного генератора:

Бортовой дисплей 3 подает команды CIO-панели о включении реле подачи возбуждения (FFR). CIO выполняет эту команду путем включения внутреннего ключа на полевых транзисторах (FET). Посредством этого замыкается батарейная цепь, которая активирует FFR.

Страница 22:

Аккумуляторное возбуждение вспомогательного генератора (продолжение):

На FFR имеется четыре контактных группы, которые замыкаются во время активации. Эти контакты соединены в цепь таким образом, что при замыкании ток аккумуляторной батареи протекает через обмотку возбуждения вспомогательного генератора. Ток возбуждения в обмотке возбуждения обозначается как $I_{\text{поле}}$ и на данном этапе процедуры он состоит только из тока аккумуляторной батареи (т.е. $I_{\text{поле}} = I_{\text{АКБ}}$). Напряжения начнут появляться на всех выходах вспомогательного генератора. Вентилятор генератора переменного тока и электродвигатель вытяжного вентилятора фильтра подключены напрямую к выходу обмотки питания вспомогательных электродвигателей вспомогательного генератора. Их нагрузка помогает стабилизировать повышение напряжения на этих выходных обмотках. Система управления должна отслеживать подобное повышение напряжения для расчета важного контрольного параметра, который используется во время и после запуска вспомогательного генератора. И нагрузка электродвигателя делает это возможным.

Страница 23:

Аккумуляторное возбуждение вспомогательного генератора (продолжение):

По мере повышения напряжения на выходе рабочих обмоток вспомогательного электродвигателя, напряжение регулируется блоком понижения напряжения 8 (VAM8) и считывается как входное контроллером ААС. Во время считывания контроллером ААС выходного напряжения, он использует это значение вместе с данными по скорости дизельного двигателя, полученными от ECU для определения отношения выходного напряжения к выходной частоте рабочих обмоток электродвигателя ВГ. Это отношение является важным для надлежащей работы вспомогательных электродвигателей. Вспомогательные электродвигатели требуют определенного отношения напряжения (В) к частоте (Гц) на источнике питания. Если отношение В/Гц слишком низкое, то электродвигатель остановится, что, возможно, приведет к сгоранию. Если отношение В/Гц слишком высокое, то двигатель рассеет слишком много тепла, что также может привести к сгоранию. Для предотвращения обоих случаев, на электродвигатель переменного тока должно поступать электропитание с правильным отношением В/Гц. ААС предназначен для использования отношения В/Гц на выходе рабочих обмоток электродвигателя в качестве управляющей переменной для надлежащей работы всех выходных обмоток ВГ. ААС непрерывно вычисляет отношение В/Гц и управляет возбуждением вспомогательного генератора для сохранения соответствующего значения.

Страница 24:

Аккумуляторное возбуждение и возбуждение ААС вспомогательного генератора:

Во второй части процедуры запуска, когда ААС определяет, что отношение выходного напряжения тока к частоте рабочих обмоток электродвигателя ВГ составляет около 0,38, выходная мощность питающих обмоток достигает значения, при котором она способствует возбуждению вспомогательного генератора. В этот момент программное обеспечение в ААС активирует встроенную мостовую выпрямительную схему управляемых кремниевых выпрямителей (SCR). Мощность переменного тока, поступающая с питающих обмоток ВГ, выпрямляется мостовой схемой, становясь мощностью постоянного тока, и присоединяется к току аккумуляторной батареи, который возбуждает обмотку возбуждения ВГ (т.е. $I_{\text{поле}} = I_{\text{АКБ}} + I_{\text{ААС}}$). С присоединением тока, поступающего с ААС, $I_{\text{поле}}$ увеличивается и, следовательно, повышается отношение В/Гц рабочих обмоток электродвигателя. Также повышается выходная мощность питающих обмоток вспомогательного генератора, что означает повышение $I_{\text{ААС}}$. Это, в свою очередь, означает, что $I_{\text{поле}}$ увеличивается и повышает отношение В/Гц и выходную мощность ААС. Это повышение $I_{\text{поле}}$, которое приводит к повышению $I_{\text{ААС}}$, которое приводит к повышению $I_{\text{поле}}$, и т.д. называется цепью положительной обратной связи. Этот процесс повышения продолжается до тех пор, пока не включается какой либо регулирующий механизм, останавливающий данное повышение. Программное обеспечение в ААС будет контролировать и управлять данной ситуацией. Это неизменно следует за повышением отношения В/Гц выходной мощности рабочих обмоток электродвигателя ВГ. Отношение В/Гц повышается синхронно с $I_{\text{поле}}$. Когда отношение достигает значения 3,0, то программное обеспечение в ААС вводит изменения.

Страница 25:

Возбуждение ААС и регулирование выходной мощности вспомогательного генератора:

В заключительной части процедуры запуска, когда ААС определяет, что отношение на выходе рабочих обмоток электродвигателя ВГ достигло 3,0 В/Гц, ААС посылает DS3 сигнал по сети ARCNet, означающий, что ААС в данный момент может начать возбуждение и регулирование вспомогательного генератора без присоединения тока аккумуляторной батареи. DS3 посылает CIO команду на выключение FFR, размыкая контакты реле. Когда контакты FFR разомкнуты, на обмотку возбуждения вспомогательного генератора не поступает ток аккумуляторной батареи, поэтому в данный момент $I_{\text{поле}}$ состоит только из $I_{\text{ААС}}$. Когда $I_{\text{поле}}$ понижается из-за потери по току аккумуляторной

батареи, ААС определяет изменение отношения В/Гц выходной мощности обмотки питания вспомогательных двигателей. ААС компенсирует понижение $I_{\text{поле}}$ повышением $I_{\text{ААС}}$, возвращая отношение В/Гц к 3,0. Итак, каким образом вспомогательный генератор компенсирует данное понижение? Если мостовая выпрямительная схема состоит из SCR, как в ААС, то она обладает переменными вольт-амперными выходными характеристиками. Программное обеспечение в ААС способно управлять работой SCR для изменения выходного тока ААС. Это осуществляется во время запуска вспомогательного генератора и, затем, регулирования его работы. Программное обеспечение в ААС теперь регулирует работу мостовой выпрямительной схемы SCR для продолжения повышения $I_{\text{ААС}}$ до тех пор, пока отношение В/Гц с обмотки питания вспомогательных двигателей ВГ не достигнет 3,83, которое является конечным параметром срабатывания. При отношении выходной мощности обмотки питания вспомогательных двигателей, равном 3,83 В/Гц, все выходные обмотки ВГ могут выдавать мощность, необходимую для работы всех локомотивных систем обеспечения. Процедура запуска вспомогательного генератора завершена и теперь DS3 должен выполнить проверку различных систем в предустановленном порядке для определения необходимости их активации.

Страница 28:

Введение в цепи и компоненты вспомогательной энергосистемы:

Как только начинает работать вспомогательный генератор, питание может поступать не на все вспомогательные системы одновременно. Нагрузка, которая бы в этом случае воздействовала на вспомогательный генератор и дизельный двигатель, могла бы быть достаточно большой, чтобы вывести из строя вспомогательный генератор или заглушить двигатель. Во избежание возможных проблем, система управления была запрограммирована на поочередное подключение вспомогательных и локомотивных систем обеспечения и на стабилизацию скорости дизельного двигателя по мере запуска каждой системы. Какие компоненты и цепи составляют вспомогательную энергосистему?

Страница 29:

Компоненты вспомогательной энергосистемы:

В таблице перечисляются компоненты локомотива, на которые поступает питание с выходных обмоток вспомогательного генератора по их аббревиатуре, приводится описание, местоположение на локомотиве и выполняемая функция.

Страница 30:

Цепи вспомогательной системы питания:

Мощность вспомогательного генератора распределяется в основном по трем цепям: питания возбуждения, питания вспомогательных двигателей и питания зарядного устройства аккумуляторной батареи. Цепь питания возбуждения состоит из двух отдельных подцепей: возбуждения тягового генератора и возбуждения вспомогательного генератора. Цепь питания вспомогательных двигателей состоит из семи отдельных подцепей: главного вентилятора, вентилятора тяговых двигателей, вентилятора главного генератора, вентилятора выброса грязного воздуха, воздушного компрессора и двух воздушных вентиляторов.

Страница 31:

Цепь возбуждения тягового генератора:

Для выработки тяговой мощности переменного тока тяговому генератору необходимы две входных мощности. Механическая энергия должна поступать с коленвала дизельного двигателя. На обмотку возбуждения тягового генератора (ТА) также должен поступать постоянный ток. Ток поступает с регулятора возбуждения ТА (ТАС), который выпрямляет сигнал мощности переменного тока, поступающий с питающих обмоток ВГ. Поскольку ТАС представляет собой микропроцессорную панель, то он управляет процессом выпрямления выходной мощности ВГ. Однако, величина тока, поступающего с ТАС, определяется бортовым дисплеем DS3.

Страница 32:

Цепь возбуждения вспомогательного генератора переменного тока:

Как и в случае с тяговым генератором, вспомогательному генератору для выработки тяговой мощности переменного тока необходимы две входных мощности. Механическая энергия должна поступать с коленвала дизельного двигателя, а постоянный ток должен протекать через обмотку возбуждения тягового генератора. Ток поступает с ААС, который выпрямляет мощность переменного тока, поступающую с обмотки питания возбуждения ВГ. ААС представляет собой микропроцессорную панель, поэтому он управляет процессом выпрямления выходной мощности вспомогательного генератора. Опять же, величина тока, поступающего с ААС, определяется бортовым дисплеем DS3.

Страница 33:

Цепь зарядки аккумуляторной батареи и питания низковольтных цепей:

Для того, чтобы дизельный двигатель GEVO на ES44AC мог гарантированно запускаться по запросу, необходимо поддерживать аккумуляторную батарею на локомотиве в полностью заряженном состоянии. Это достигается двумя способами. Посредством перезарядки аккумуляторной батареи после запуска дизельного двигателя и запитывания низковольтных цепей от вспомогательного генератора. Немного схожий с ТАС и ААС, контроллер зарядки аккумуляторной батареи (ВСС) представляет собой микропроцессорную панель. Он управляет процессом выпрямления выходной мощности вспомогательного генератора и регулирования его выходной мощности до 74 В_{ДС}. Опять же, как и в случае с ТАС и ААС, DS3 управляет работой ВСС.

Страница 34:

Цепь питания главного вентилятора:

С момента появления локомотивов серии Dash 8, главный вентилятор на локомотивах приводится в действие электричеством, и рассматриваемый локомотив не является исключением. Мощность переменного тока с обмотки питания вспомогательных двигателей подается на панель контроллера двигателя главного вентилятора № 1 (RFC1), и, отрегулированная, направляется на двигатель главного вентилятора.

Страница 35:

Цепь питания вентилятора тягового двигателя:

Как и в случае с главным вентилятором, с момента появления локомотивов серии Dash 9, вентилятор тягового двигателя на наших локомотивах приводится в действие электричеством, и локомотив ES44AC не является исключением. Мощность переменного тока подается обмоткой питания вспомогательных электродвигателей ВГ и преобразовывается панелью контроллера вентилятора тяговых двигателей (ТВС) в мощность переменного тока, которая, возможно, отличается от входной мощности напряжением и частотой, и затем поступает в электродвигатель вентилятора тяговых двигателей.

Страница 36:

Цепь двигателя вентилятора генератора переменного тока:

Шестой цепью является цепь двигателя вентилятора генератора переменного тока, которая является простым устройством прямого привода. Выход обмотки питания вспомогательных двигателей ВГ соединен со входом двигателя вентилятора охлаждения генератора переменного тока (ABM). В этой цепи отсутствуют переключатели, выключатели или контакторы.

Страница 37:

Цепь электродвигателя вентилятора выброса грязного воздуха:

Цепь электродвигателя вентилятора выброса грязного воздуха схожа с цепью АВМ за исключением того, что в цепь между обмоткой питания вспомогательных двигателей ВГ и электродвигателем вентилятора выброса грязного воздуха (ЕМ) был добавлен 15А-автоматический выключатель. Этот выключатель - автоматический выключатель электродвигателя вентилятора выброса грязного воздуха (ЕМВ, от англ. Exhauster Motor Circuit Breaker) - был добавлен в цепь для защиты обмотки питания двигателей ВГ от перегрузки вследствие выхода из строя ЕМ или подведенного к нему силового кабеля. Если в цепи электродвигателя вентилятора выброса грязного воздуха произойдет короткое замыкание или замыкание на массу, то выключатель разомкнется.

Страница 38:

Цепь приводного двигателя компрессора:

Цепь приводного двигателя компрессора по существу осталась неизменной со времени ее использования на локомотивах серии Dash 8. Эта цепь обеспечивает двухскоростную работу приводного двигателя воздушного компрессора (СDM) таким образом, что независимо от скорости дизельного двигателя, воздушный компрессор обеспечивает высокую скорость наполнения главного резервуара, в частности, тормозной магистрали, питаемой им.

Страница 39:

Цепи двигателя воздушного вентилятора:

Цепи двигателя воздушного вентилятора (А2А) совсем недавно стали внедряться компанией на локомотивы серии ES44AC. Удовлетворяя потребность в низком уровне выбросов из дизельных двигателей, Было необходимо разработать средство для понижения объема воздуха, поступающего в камеру сгорания двигателей GEVO. Для удовлетворения этой потребности инженеры дизельных двигателей создали воздушный интеркулер. В данной конструкции два вентилятора используются для повышения интенсивности охлаждения.

Страница 43:

Введение в последовательность запуска вспомогательных систем:

И так, мы ознакомились со всеми компонентами и цепями, которые составляют вспомогательную энергосистему на локомотиве ES44AC, теперь пора ознакомиться с тем, как активируются различные цепи. Программное обеспечение для управления электропитанием, которое установлено на бортовом дисплее 3, управляет работой множества цепей. Две цепи

активируются во время запуска ВГ. Другая цепь запускается для возбуждения и регулирования выходной мощности вспомогательного генератора в течении длительного периода. Как только эти три цепи активируются и стабилизируются, бортовой дисплей 3 выполняет порядок запуска других вспомогательных устройств, по мере возможности и необходимости.

Страница 44:

Последовательность включения питания ВГ:

Поскольку обмотка возбуждения вспомогательного генератора возбуждается с помощью тока, поступающего от аккумуляторной батареи, то две цепи электродвигателей (ABM и EM) начнут предпринимать попытки активироваться вследствие присутствия повышающегося отношения выходного напряжения тока к частоте на обмотке питания вспомогательных двигателей. В начале запуска этих двух электродвигателей, ААС, определяющий напряжение на обмотке питания вспомогательных двигателей ВГ, дожидается, пока отношение В/Гц не достигнет 3,0. В этот момент ААС начинает регулировать выходной постоянный ток, который подается на обмотку возбуждения ВГ.

Страница 45:

Последовательность включения питания ВГ (продолжение):

Как только отношение В/Гц достигает значения 3,83, ААС берет на себя полное управление работой вспомогательного генератора и два двигателя непосредственного привода (ABM и EM) входят полностью в рабочее состояние и могут быть стабилизированы. Как только это происходит, программное обеспечение для управления электропитанием (PM, от англ. Power Manager software) в бортовом дисплее 3 определяет момент, когда вспомогательные нагрузки могут включить или увеличить скорость. Вспомогательные нагрузки отправляют запрос в PM на нагрузку для включения или увеличения скорости. Затем PM определяет момент выдачи разрешения. Только одно вспомогательное устройство может находиться в переходном режиме в определенный момент времени (т.е. включения или увеличения скорости). Вспомогательные устройства посылают флаги запроса на нагрузку, когда им необходимо включить или увеличить скорость. Устройство продолжает посылать свой запрос до тех пор, пока не получает разрешение или пока устройство не перестанет испытывать необходимость в повышении нагрузки на вспомогательном генераторе. Если вспомогательное устройство получает разрешение на включение или увеличение скорости и ему необходимо повторно увеличить скорость, то данное устройство должно послать еще один запрос на нагрузку в PM. Устройство затем должно дождаться разрешения перед тем как сможет повторно увеличить скорость. Перед выдачей разрешения на

увеличение нагрузки на вспомогательный генератор, РМ должно убедиться в выполнении определенных критериев:

- Должен работать вспомогательный генератор.
- Ни одно устройство не должно находиться в переходном режиме.
- Устройство должно отправлять запрос на увеличение нагрузки.

Страница 46:

Последовательность включения питания ВГ (продолжение):

После получения вспомогательным устройством разрешения на нагрузку, РМ выберет первоочередную нагрузку в соответствии с перечнем и позволит вспомогательному устройству подать нагрузку. Воздушным вентиляторам был отдан приоритет над вентилятором охлаждения тягового генератора и главными вентиляторами, потому что вентилятор охлаждения тягового генератора и главные вентиляторы крутятся быстрее, чем воздушные вентиляторы.

Воздушным вентиляторам (AAF1 и AAF2) будут выдаваться команды только на одной скорости - команды вентилятору охлаждения тягового генератора могут выдаваться до 1/2 скорости или максимальной скорости и команды главным вентиляторам выдаются до 1/4, 1/2 или максимальной скорости. Они также создают значительно большие помехи, чем воздушные вентиляторы. В случае если оба воздушных вентилятора одновременно направляют запрос на нагрузку, то первое разрешение будет дано воздушному вентилятору № 1 (AAF1). Шестью элементами, которые были добавлены в перечень, в порядке, в котором они могут подключаться, являются:

- BCC
- CDM
- AAF1, затем AAF2
- TBC
- RFC1

Теперь осталась предпоследняя цепь, которую необходимо активировать: после того, как сделан запрос на тяговую мощность, должен быть активирован ТА. Этим добавляется последний элемент в наш перечень вспомогательных устройств, которые могут быть активированы после запуска вспомогательного генератора.

Страница 51:

Заключение:

Вы достигли конца модуля!

В этом модуле вы научились:

- Определять местоположение и функции компонентов вспомогательной энергосистемы.
 - Вспомогательный генератор расположен в отсеке ГГ и является главным источником питания вспомогательной энергосистемы.
 - Регулятор возбуждения ВГ расположен в СА5 и управляет током возбуждения ВГ.
 - Аккумуляторная батарея расположена в аккумуляторном ящике и является первичным источником тока возбуждения ВГ.
 - Ключ для разряда конденсатора расположен в СА5 и является предохранительным выключателем высоковольтной системы.
 - Объединенная панель ввода-вывода расположена в СА1 и выдает входные/выходные сигналы бортовому дисплею 3.
 - Блок управления двигателем расположен в СА4 и определяет или управляет скоростью дизельного двигателя.
 - Датчики оборотов коленвала двигателя смонтированы на блоке, который приболчен к левой стороне основной рамы двигателя. Они определяют скорость дизельного двигателя.
 - Реле подачи возбуждения расположено в СА4 и соединяет аккумуляторную батарею с обмоткой возбуждения ВГ.
 - Резисторы подачи возбуждения ВГ расположены в СА4 и ограничивают ток возбуждения ВГ до 50 ампер.
 - Бортовой дисплей 3 расположен на пульте машиниста и является компьютером, управляющим работой вспомогательного генератора.
 - Блок понижения напряжения расположен в СА4 и измеряет фазные выходные напряжения вспомогательного генератора.
- Описывать процедуру запуска вспомогательного генератора системой управления.
 - Система управления определяет момент запуска вспомогательного генератора после выполнения трех условий одновременно.
 - Этими тремя условиями являются следующие:
 - Дизельный двигатель должен работать на малых оборотах или большем числе оборотов в течении более 20 секунд.

- Рычаг блокировки должен быть опущен в безопасное положение таким образом, чтобы располагался поперек двери вспомогательной кабины.
 - Виртуальный переключатель ВГ на экране бортового дисплея ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ 2-го уровня или выше находится в положении «включено».
- Описывать последовательность, в которой запускаются различные вспомогательные системы системой управления.
 - Когда одновременно выполнены все три условия, система управления начинает процедуру запуска вспомогательного генератора.
 - Первым этапом является аккумуляторное возбуждение вспомогательного генератора.
 - На этом этапе бортовой дисплей 3 подает команду CIO на срабатывание реле подачи возбуждения посредством включения внутреннего ключа на полевых транзисторах FET.
 - Аккумуляторная батарея подает питание на обмотку возбуждения ВГ.
 - Напряжение повышается на выходе рабочих обмоток вспомогательного двигателя и считывается как входное контроллером AAC.
 - AAC использует это значение напряжения вместе с данными по скорости дизельного двигателя для определения отношения В/Гц.
 - Следующим этапом является аккумуляторное возбуждение и возбуждение AAC вспомогательного генератора.
 - Как только AAC определит, что отношение выходного напряжения к частоте обмотки питания вспомогательных двигателей ВГ составляет около 0,38, значит, выходная мощность обмотки питания возбуждения достигла значения, при котором на может способствовать возбуждению ВГ.
 - В этот момент программное обеспечение в AAC активирует встроенную мостовую выпрямительную схему SCR, которая преобразует мощность переменного тока, поступающую с обмотки питания возбуждения ВГ.
 - С присоединением тока с AAC, $I_{\text{поле}}$ увеличивается и повышается отношение В/Гц обмотки питания вспомогательных двигателей. Это, в свою очередь, повышает выходную мощность обмотки питания возбуждения (I_{AAC}).

- Последним этапом является возбуждение AAC и регулирование выходной мощности вспомогательного генератора.
 - Когда AAC определяет, что отношение В/Гц равно 3,0, он посылает эту информацию на DS3, это означает, что AAC может возбуждать и регулировать ВГ без тока аккумуляторной батареи.
 - DS3 посылает CIO команду на выключение FFR, размыкая контакты реле. И так, ток в обмотке возбуждения состоит только из тока AAC.
 - AAC компенсирует уменьшение тока обмотки возбуждения путем повышения тока, создаваемого ей.
 - Повышение тока AAC будет происходить до тех пор, пока отношение В/Гц не будет равным 3,83, что является конечным параметром срабатывания. Это приведет к работе ВГ.
- Объяснять способы доступа и интерпретации экранов вспомогательных систем на бортовых дисплеях.
 - Переключатель виртуального отключения AA присутствует на экране SWITCHES интеллектуального дисплея, когда он находится на уровне 2 или выше.
 - Положение виртуального переключателя ВГ может изменяться нажатием одной из кнопок двух рядов кнопок, расположенных на бортовом дисплее, ниже экрана.
 - В частности, если на любом из интеллектуальных дисплеев присутствует экран SWITCHES уровня 2 или выше, нажатие кнопки с номером 4 в нижнем ряду кнопок переключит виртуальный переключатель Aux Alt в противоположное положение.

Система обеспечения движения

Страница 1:

Экран приветствия:

Представляем модуль «Система обеспечения движения» курса обучения «Электрические системы локомотива ES44AC». Работа системы обеспечения движения переменного тока значительно сложнее, чем работа системы постоянного тока, что обусловлено пусковым крутящим моментом и регулированием рабочей частоты вращения тяговых электродвигателей переменного тока. Система обеспечения движения преобразует энергию вращения, вырабатываемую дизельным двигателем в электрическую мощность переменного тока, выпрямляет ее в постоянный ток, а затем преобразует выходную мощность обратно в переменный ток для питания тяговых электродвигателей переменного тока. Амплитуда и частота напряжения преобразованного сигнала мощности переменного тока полностью контролируется компьютерной системой для получения надлежащей транспортной скорости и тягового усилия от локомотива ES44AC. В настоящем модуле будет подробно описан принцип работы системы обеспечения движения переменного тока в целом, а также в частности во время движения и динамического торможения.

По завершении настоящего модуля вы сможете:

- Описывать основной принцип работы системы обеспечения движения.
- Описывать принцип работы инвертора.
- Определять местоположение и функцию компонентов тягового электродвигателя.
- Описывать принцип работы системы обеспечения движения во время перемещения.
- Описывать принцип работы системы обеспечения движения во время динамического торможения.

Страница 2:

Назначение двигательной установки:

Цель системы обеспечения движения — принимать команды от электронной системы управления и осуществлять генерацию механической мощности 4400 лошадиных сил в дизельном двигателе, преобразовывать ее в электрическую мощность 3300 кВт и распределять на 6 тяговых электродвигателей, где эта мощность будет преобразована обратно в механическую для осуществления тяги грузового поезда.

Страница 3:

Генерирование мощности перемен. тока и ее преобразование в мощность пост. Тока:

В транспортной отрасли часто используются генераторы переменного тока в качестве средства генерирования электрической энергии из источника механической энергии вращения. На локомотиве ES44AC дизельный двигатель является источником механической энергии вращения. Благодаря генератору перемен. Благодаря генератору переменного тока GE 5GMG203, локомотив ES44AC может преобразовать механическую мощность 4400 лошадиных сил в электрическую мощность 3300 кВт. Генератор переменного тока выдает электрическую мощность переменного тока, но имеет не соответствующие частоты и напряжения для работы тяговых электродвигателей переменного тока. Для генерирования мощности перемен. тока с соответствующей частотой и напряжением сначала нужно преобразовать переменный ток в постоянный. Это происходит в главном выпрямительном блоке.

Страница 4:

Система обеспечения движения:

Генератор переменного тока 5GMG203 (ALT), расположенный в отсеке нагнетателя (BLO) локомотива ES44AC, подсоединен к задней части дизельного двигателя по отношению к торцу 1 локомотива. Его ротор подсоединен к коленчатому валу. Тяговый генератор переменного тока, называемый также ТА, преобразует механическую энергию, передаваемую вращательным движением в коленчатом валу, в электрическую энергию. На выходе генератор переменного тока выдает трехфазное напряжение переменного тока. Почему используется генератор переменного тока с таким типом вывода? Ответ кроется в том, что энергия, выдаваемая генератором переменного тока, доступна немедленно.

Страница 5:

Сравнение трехфазного и однофазного переменного тока:

Если будет использоваться однофазный генератор переменного тока, его выходные данные будут выглядеть, как показано на рисунке. Исходя из формы волны, мощность представляет собой квадрат напряжения в любой момент времени. Когда форма сигнала напряжения приближается к нулю, аналогичным образом изменяется выходная мощность генератора переменного тока. Это происходит дважды в каждом цикле переменного напряжения с помощью генератора переменного тока с трехфазным выходом, как показано на рисунке. Каждая из отдельных фаз не согласуется с другими фазами. Когда происходит наложение, три фазы визуально объединяются таким образом, что результат никогда не пересекает ноль. Выходная мощность генератора никогда не равна

нулю. Это целесообразно для обеспечения бесперебойной работы локомотива при любой нагрузке.

Страница 6:

Главные выпрямительные блоки:

Теперь при наличии ненулевого сигнала мощности переменного тока нужно преобразовать его в постоянный ток. Одним из средств, с помощью которых этого можно добиться, является «выпрямление» переменного тока. То есть отрицательные отклонения складываются по положительной оси напряжения. Для выполнения этой функции используются выпрямительные блоки или модули системы обеспечения движения. Локомотив ES44AC использует три выпрямительных модуля (RMA, RMB и RMC) для преобразования выходного сигнала генератора 5GMG203 переменного тока в постоянный ток. Блок из трех выпрямительных модулей, расположенных в САЗ на стороне В вспомогательной кабины, виден в крайнем левом углу САЗ в торце длинного капота (или сзади) локомотива. Таким образом, главный блок выпрямителей преобразует выход переменного тока тягового генератора переменного тока в постоянный ток, который можно использовать для восстановления переменной мощности переменной частоты или переменного напряжения.

Страница 7:

Выпрямители:

Чтобы понять процесс преобразования переменного тока в постоянный, рассмотрим форму сигнала напряжения переменного тока. При сохранении перепадов напряжения на положительной стороне оси напряжения в результате будет выдано постоянное напряжение. Для этого используется электронный компонент, называемый диодом. Мы видим, что ток может течь только в одном направлении через диод. Ток не может проходить в обратном направлении. Графически условный ток всегда показан как проходящий через диод в направлении, обозначенном вершиной треугольника, где он встречает поперечную связь.

Страница 8:

Действие выпрямителя:

Диоды также имеют полезное свойство в отношении применяемых к ним напряжений. Напряжения, приложенные в «прямом» направлении, беспрепятственно проходят через диод, тогда как напряжения, приложенные в обратном направлении, блокируются диодом. Если диод находится в цепи, где напряжение подается в прямом направлении, ток будет течь по цепи. Если напряжение подается в обратном направлении через диод в цепи, ток не будет

течь. Таким образом, диод вынуждает ток в цепи стать постоянным током.

Страница 9:

Невыпрямленный вывод:

Рассмотрим цепь с однофазным переменным током. Источником переменного напряжения может быть генератор переменного тока или генератор колебаний. Отображаемый выход имеет два полных синусоидальных цикла переменного тока. По мере продвижения вперед рассмотрение эффектов на двух циклах поможет более наглядно продемонстрировать работу диода в качестве выпрямителя. Когда в цепи устанавливается диод, выход цепи меняется. Мы получаем положительную часть синусоидального напряжения, в то время как отрицательные части блокируются диодом. Выходная мощность выпрямляется, но эта цепь предоставляет «импульсный» постоянный ток с отключенным выходом столько времени, сколько он включен. Это значит, что для использования доступна только половина генерируемой мощности.

Страница 10:

Введение в мостовые выпрямители:

Чтобы использовать всю выходную мощность источника переменного тока, требуется мощность от отрицательных и положительных частей формы сигнала напряжения. Этого можно добиться с помощью «мостового» выпрямителя (диодный мост). Мост состоит из четырех диодов, которые соединены в ромбовидную форму, если взглянуть на него в виде схемы. В течение положительного полупериода верхний правый и нижний левый диоды цепи мостового выпрямителя проводят ток и обеспечивают полярность на выходе. График зависимости выходного напряжения от времени показан на рисунке. Так как выход источника переменного тока меняет свою полярность, преимущества схемы мостовой выпрямителя становятся очевидными. При изменении полярности в противоположном направлении верхний левый и нижний правый диоды схемы мостового выпрямителя проводят ток и обеспечивают полярность на выходе цепи. Разница выходной мощности цепи отображается на графике зависимости выходного напряжения от времени. Выходное напряжение выглядит примерно одинаково с положительной половиной, за исключением того, что импульсы во втором случае возникают в другое время. Если взять графики напряжения/времени для обоих показанных случаев и наложить, получится результат, представленный ниже.

Страница 11:

Мостовые выпрямители в системе обеспечения движения:

Схема мостового выпрямителя использует всю выходную мощность

переменного тока от источника для генерации мощности постоянного тока. Поскольку наше обсуждение основывалось на однофазном источнике переменного тока, выходная мощность, однако, имеет несущественный недостаток: она все еще является «импульсной» мощностью постоянного тока, что означает наличие случаев, когда источник имеет нулевую выходную мощность. Мы знаем, что выходная мощность генератора переменного тока представляет собой трехфазный сигнал мощности переменного тока. В локомотиве ES44AC используются три выпрямительных модуля, выполненных в виде трехфазной схемы мостового выпрямителя, которая подключена к выходу ТА, в целях выработки мощности постоянного тока для преобразования в мощность переменного тока. Обратите внимание на выход главного выпрямительного блока. Три формы сигнала напряжения перекрывают друг друга таким образом, что в любой момент времени нулевые значения отсутствуют. Следовательно, схема неизменно способна выдавать мощность постоянного тока. Если посмотреть на график, который показывает текущее максимальное значение трех форм сигнала напряжения, мы увидим, что выходное выпрямленное напряжения имеет постоянное во времени выходное значение. Это форма сигнала напряжения, подаваемая на основной канал постоянного тока локомотива ES44AC. В напряжении имеется циклическая составляющая, но она незначительна по сравнению со средним значением напряжения в динамике. Эта форма сигнала располагает более постоянным уровнем выходной мощности, что целесообразно для бесперебойной работы локомотива при значительной нагрузке.

Страница 12:

Назначение пропульсивной мощности:

Почему выходную мощность переменного тока от генератора переменного тока нельзя отправить напрямую на тяговые электродвигатели? Выходная частота генератора переменного тока определяется частотой вращения дизельного двигателя. Она зависит от работы системы подачи топлива. Это означает, что генератор переменного тока имеет только столько дискретных выходных частот, сколько установлено значений частоты вращения дизельного двигателя. Обычно для конфигураций локомотива ES44AC доступно пять выходных частот. Частота входного переменного напряжения (или тока) электродвигателя переменного тока определяет его частоту вращения. Ожидается, что локомотив ES44AC будет работать на любой частоте вращения от 0 до 80 миль/час. К сожалению, это несовместимо с доступными выходными частотами тягового генератора переменного тока. Такие частоты будут поддерживать только следующие скорости локомотива: 15 миль/час, 20 миль/час, 31 миль/час, 34 мили/час и 36 миль/час. Очевидно, что нам требуется возможность создания

частоты переменного тока для тяговых электродвигателей, которая не зависит от частоты вращения дизельного двигателя и, следовательно, выходной частоты генератора переменного тока.

Страница 13:

Преобразователи:

Локомотив ES44AC использует устройство для преобразования мощности постоянного тока, доступной на выходе главного выпрямителя, в мощность переменного тока с переменной частотой. Это устройство называется «преобразователь», и оно преобразует постоянный ток в переменный.

Преобразователи, применяемые в локомотиве для питания тяговых электродвигателей, относятся к типу коммутируемой сети, то есть генерируют необработанный прямоугольный синусоидальный сигнал переменного тока.

Преобразователи используют естественные фильтрующие способности силовых кабелей локомотива и огромные витки провода в обмотках тягового электродвигателя для сглаживания синусоидального сигнала переменного тока. Синусоидальный сигнал переменного тока, хотя и не является идеальным, удовлетворяет требованиям к мощности тяговых электродвигателей.

Страница 14:

Преобразователи (продолжение):

Схема преобразователя включает в себя все элементы силовой цепи, используемые в локомотиве ES44AC. Источник питания постоянного тока можно рассматривать как выход главного выпрямителя. Фильтр постоянного тока, который защищает источник постоянного тока от бросков тока и напряжения при переключении преобразователя, представляет собой конденсаторы линейного фильтра, встроенные в локомотив. Мост преобразователя представляет собой мостовую схему с шестью переключателями. Такой тип схемы преобразователя требуется для того, чтобы можно было генерировать трехфазный сигнал переменного тока для питания тяговых электродвигателей переменного тока. Нагрузка представляет собой трехфазное устройство с соединением звездой справа от моста преобразователя. Это может рассматриваться как тяговый электродвигатель ES44AC.

Страница 15:

Трехфазный преобразователь:

Переключатели, используемые в преобразователе, не являются механическими или даже электромеханическими переключателями. Такие устройства действовали бы слишком медленно для надлежащего питания тяговых электродвигателей. Для обеспечения частоты переключения моста

преобразователя требуется использование твердотельных силовых устройств, которые не имеют движущихся частей или контактных наконечников. В ES44AC используются твердотельные устройства IGBT (биполярные транзисторы с изолированным затвором). Шесть переключателей, три из которых подключены к положительному источнику питания, а три к отрицательному, называются фазовыми модулями. Так как преобразователь генерирует три фазы и должен обеспечивать положительные и отрицательные соединения на каждой фазе, один мост преобразователя содержит шесть фазовых модулей и другое необходимое вспомогательное оборудование.

Страница 16:

Действие трехфазного преобразователя:

Для генерирования трехфазного сигнала мощности переменного тока для электродвигателя переменного тока одинарный преобразователь использует шестиступенчатый процесс. Сигнал питания имеет фазировку A-B-C, поскольку фаза A сначала проходит свой положительный максимум, а затем фазу B и, наконец, фазу C. Первоначально, когда все переключатели разомкнуты, через преобразователь ток не течет.

Страница 17:

Действие преобразователей:

В начале шестиступенчатого процесса три переключателя замыкаются. Это A+, B- и C+. Теперь ток проходит в обмотки фазы A и фазы C нагрузки и выходит из фазы B. Ток фазы B представляет собой сумму токов в фазе A и фазе C. Поскольку IA и IC, как правило, равны, IB в два раза превышает величину IA и IC. IB показан как отрицательный, потому что выходит из нагрузочного устройства.

Страница 18:

Шаг 1 – действие преобразователя:

На первом этапе процесса преобразования, когда C+ размыкается, а затем C- замыкается, ток в фазе C нагрузки изменяет направление, одновременно меняя величину тока в двух других фазах. Обратите внимание, что C+ размыкается до того, как C- замыкается. Это требуется для того, чтобы избежать короткого замыкания на выходе источника постоянного тока.

Страница 19:

Шаг 2 – действие преобразователя:

На втором этапе B- размыкается, а B+ замыкается, что изменяет направление тока в фазе B устройства нагрузки и величину тока в других фазах. В этот момент токи в фазах B и C изменили свою величину, а также произвели

необходимое изменение направления и представляют собой переменный ток. Осталось изменить ток в фазе А, чтобы преобразователь выдал трехфазный сигнал переменного тока. Это происходит на следующем этапе процесса.

Страница 20:

Шаг 3 – действие преобразователя:

На этапе 3 А+ размыкается, а А- замыкается. Ток в фазе А нагрузки изменяет направление, и преобразователь выдает нужный трехфазный сигнал переменного тока для нагрузочного устройства. Теперь осталось только завершить полный цикл переменного тока на каждом из этапов.

Страница 21:

Шаг 4 – действие преобразователя:

На шаге 4 ток в фазе С снова меняет свое направление, поскольку токи в фазах А и В меняют величину. Теперь вам известно, что схема переключения работает следующим образом: после первоначальных замыканий переключателей на первом этапе переключаются переключатели в фазе С, а затем в фазах В и А. Процесс продолжается на этапе 4 – переключатели снова переключаются в фазе С. На следующих двух этапах схема переключения не меняется: С, В, А, С, В, А и т. д.

Страница 22:

Шаг 5 и 6 – действие преобразователя:

На этапе 5 процесс демонстрирует, что переключатели в фазе В снова переключаются. Это вызывает еще одно изменение направления тока в фазе В. На заключительном этапе (шаге 6) процесса преобразования формируется полный цикл переменного тока в каждой из трех фаз. Переключатели в фазе А переключаются, вызывая еще одно изменение направления тока в фазе А. Теперь токи в каждой фазе имеют то же направление и величину, что и при первом включении переключателей А+, В- и С+.

Страница 23:

Действие инвертора (продолжение):

На экране «Действие преобразователя (продолжение)» представлен дополнительный шаг. На нем показано, как повторяется схема после выполнения 6 шагов. Формы сигналов тока в результате шестиступенчатого процесса приближаются к синусоидальным сигналам переменного тока. У каждого прямоугольного сигнала имеются наложенные синусоидальные сигналы. Формы сигналов переменного тока имеют фазирование А-В-С. Использование другой схемы переключения в процессе преобразования

привело бы к другому фазированию тока. На протяжении всего процесса переключатели переключались сначала на фазе С, а затем на фазе В, А, С, В, А и т. д. Если бы переключение началось с первоначального включения А+, В+ и С- и продолжилось переключением фазы В, а затем С и А, форма сигнала переменного тока имела бы фазу А-С-В.

Страница 24:

Инверторы на ES44AC:

Преобразователь в ES44AC использует эту схему переключения, когда локомотив движется со скоростью более 10 миль/час. Если локомотив движется со скоростью 0–7 миль/час, преобразователь использует гораздо более сложную схему переключения, которая называется «широтно-импульсная модуляция» (ШИМ). В диапазоне скоростей 7–10 миль/час преобразователь использует комбинацию двух схем в разных пропорциях.

Страница 25:

Расположение преобразователей:

Основные компоненты преобразователя расположены в СА3 на стене во вспомогательной кабине на стороне кондуктора локомотива. Эти отсеки содержат переключатели преобразователя и конденсаторы фильтра постоянного тока. Компьютерные платы, управляющие переключателями, размещены внутри контроллера тягового электродвигателя (ТМС), который расположен в СА2 на стене во вспомогательной кабине, ближайшей к торцу 1 локомотива. Устройства, используемые для измерения фазных токов, подаваемых на каждый из тяговых электродвигателей, находятся в СА7. Компоненты, которые измеряют различные напряжения в фазах ТМ, расположены позади СА3 и доступны снаружи локомотива.

Страница 26:

Тяговый электродвигатель перем. тока:

Следует отметить, что хотя мощность переменного тока подается на тяговый электродвигатель, она не связана напрямую со скоростью. Скорость является функцией от частоты, приложенной к тяговому электродвигателю. Тяговый электродвигатель выдерживает нагрузку прим. 1000 л.с. Это происходит потому, что ведущая шестерня интегрирована в ротор, тем самым устраняя проскальзывание.

Страница 27:

Детали тягового электродвигателя переменного тока:

Из каких деталей состоит тяговый электродвигатель переменного тока и как

создается электромагнитное поле?

Страница 28:

Рама:

Остов образует собой внешнюю часть электродвигателя. Это стальной корпус, который удерживает компоненты электродвигателя на месте и позволяет прикрепить электродвигатель к локомотиву. С точки зрения внешней формы тяговые электродвигатели переменного тока могут быть квадратными и с закругленными внешними углами. Электродвигатели имеют аналогичную электрическую конструкцию и являются взаимозаменяемыми.

Страница 29:

Статор:

Статор состоит из обмоток, на которые подается трехфазный переменный ток. Токи, которые проходят через эти обмотки, создают магнитные поля, индуцирующие мощность в роторе. Такие отдельные обмотки уложены последовательно. Сверху и по часовой стрелке: обмотки A1, C2, B1, A2, C1 и B2.

Страница 30:

Зазор:

Зазор — это область между статором и ротором. Это пространство обеспечивает зазор, чтобы детали не соприкасались при вращении. Здесь создаются магнитные поля от токов, протекающих в обмотках статора.

Страница 31:

Ротор:

Ротор — вращающаяся часть электродвигателя, которая прикреплена к валу для обеспечения направленного импульса локомотиву. Магнитные поля индуцируются в роторе для создания сил притяжения, вызывающих вращение ротора.

Страница 32:

Вал:

Ведущая шестерня выполнена заодно с валом для предотвращения скольжения между валом и шестерней, которое может иметь место на двигателях с шестерней, закрепленной на валу.

Страница 33:

Трехфазный ввод напряжения перем. тока:

Трехфазный ввод напряжения перем. тока является точкой подключения для

выхода преобразователя, подключаемого к обмоткам статора.

Страница 37:

Электромагнитное поле статора:

При возбуждении трехфазным переменным током обмотки возбуждения статора создают электромагнитные поля внутри тягового электродвигателя. Эти поля индуцируют переменные токи в роторе, поскольку их сила меняется в динамике по времени. Эти поля суммируются для формирования результирующего электромагнитного поля, которое «вращается» внутри тягового электродвигателя. Показана простая схема обмоток статора в тяговом электродвигателе переменного тока. Видно, что три электромагнитных поля возникают в конкретный момент времени, когда токи в разных фазовых обмотках определяются по тому, где вертикальная линия пересекает каждый из трех синусоидальных сигналов переменного тока.

Страница 38:

Электромагнитное поле статора (продолжение):

На данном этапе ток фазы А достигает положительного максимума, в то время как токи фаз В и С находятся в отрицательных точках средней величины. Три пересекающихся поля можно объединить и представить в виде полей, ориентированных в одном направлении. Анализируя ситуацию чуть позже, когда ток фазы С достигает максимального отрицательного значения, форма волны выглядит следующим образом. Обратите внимание, что поля повернулись на 60° по часовой стрелке. Двигаясь к точке, где ток фазы В достигает максимального положительного значения, поля снова поворачиваются еще на 60° по часовой стрелке. Проследуем через точки, где ток фазы А достигает максимального отрицательного значения. По мере продвижения по линии вправо (вперед во времени) для определения различных значений фазных токов положение полей всегда поворачивается на 60° по часовой стрелке. Тогда ток фазы С достигает положительного максимума. По мере продвижения по линии вправо (вперед во времени) для определения различных значений фазных токов положение полей всегда поворачивается на 60° по часовой стрелке. И наконец, ток фазы В достигает максимального отрицательного значения. По мере продвижения по линии вправо (вперед во времени) для определения различных значений фазных токов положение полей всегда поворачивается на 60° по часовой стрелке.

Страница 39:

Электромагнитное поле статора (продолжение):

На схеме показаны две вертикальные линии. Это свидетельствует о том, что можно выбрать любую линию (любой момент времени) и итоговая ориентация

поля будет аналогичной. Это значит, что по мере прохождения тока через полный цикл переменного тока положение поля совершает один полный оборот на 360° по часовой стрелке внутри корпуса тягового электродвигателя. Следующие циклы просто продолжают процесс вращения поля. Заметьте, что в этом примере показан упрощенный тяговый электродвигатель. Для реального тягового электродвигателя 5GEB13 требуется три цикла переменного тока, чтобы выполнить одно полное вращение поля на 360° по часовой стрелке.

Страница 40:

Электромагнитное поле статора — смена фазы:

При фазировке тока А-С-В вместо А-В-С итоговые электромагнитные поля вращались бы в противоположном направлении. Положение поля, когда ток в фазе А достигает максимального положительного значения, приводится ниже. Когда вертикальная линия первый раз перемещается вправо и вперед по времени, следующее максимальное значение находится в отрицательном направлении фазы В. Это приводит к перемещению положения поля на 60° в направлении против часовой стрелки (см. рис.) Такое вращение продолжается против часовой стрелки для каждого из оставшихся шагов в течение одного полного цикла переменного тока. Важное значение имеет возможность преобразователя выполнять фазирование А-В-С и А-С-В. Эти разные последовательности определяют направление вращения полей внутри тягового электродвигателя, что, в свою очередь, определяет направление движения ротора внутри тягового электродвигателя. В асинхронном двигателе переменного тока частота определяет скорость вращения, а фазирование тока — направление вращения.

Страница 41:

Роторы:

Ротор в тяговом электродвигателе 5GEB13 является короткозамкнутым. Его конструкция похожа на круглые клетки, в которых бегают белки и хомяки. Как устроены такие роторы? Первоначально ротор представлен в виде цилиндрического стального сердечника. В нем по длине цилиндра вырезаны прорезы. В прорезы запрессованы медные стержни. На каждом конце медных стержней припаяны две медные заглушки в форме колец. См. вид сборки сбоку. При ближайшем рассмотрении видно, что медные стержни и заглушки создают серию проводящих электрических цепей.

Страница 42:

Воздействие электромагнитного поля на ротор:

При вращении внутри тягового электродвигателя электромагнитное поле,

создаваемое трехфазным переменным током, протекающим в обмотках статора, проходит через каждый из этих путей токопроводящей цепи. Это вытягивающее поле индуцирует ток, протекающий по цепи, за счет действия, подобного тому, что происходит внутри трансформатора. Следует отметить, что поле статора должно проходить через пути цепи ротора. Для индуцирования токов ротора требуется относительное движение между полем статора и цепями ротора. За счет циркуляции вокруг каждого из этих путей цепи индуцированные токи создают электромагнитное поле, почти равное полю, которое вызвало его, но которое ориентировано в противоположном направлении. Здесь показано поле статора и индуцированное электромагнитное поле ротора (вид с торца тягового электродвигателя переменного тока).

Страница 43:

Воздействие электромагнитного поля на ротор (продолжение):

Из-за ориентации в направлении, противоположном электромагнитному полю статора, индуцированное электромагнитное поле ротора притягивается к полю статора и пытается вращаться вместе с ним. Поскольку поле ротора создается в путях медного контура ротора, по мере того, как поле ротора пытается вращаться и отслеживать движущееся поле статора, оно прикладывает крутящий момент к ротору, заставляя его вращаться. Это действие поворачивает ось и колеса тягового электродвигателя, тем самым перемещая локомотив.

Страница 44:

Сдвиг:

Сдвиг (n_s) — это разница между частотой вращения электромагнитного поля токов обмотки статора, называемой синхронной частотой (n_1), и частотой вращения ротора (n_2). Сдвиг может быть выражен как частота сдвига или процент скольжения. Формула частоты сдвига: $n_s = n_1 - n_2$ и Формула процентного отношения частоты сдвига: $\% \text{ сдвига} = (n_s/n_1) \cdot 100$. Как правило, чем меньше сдвиг, тем эффективнее тяговый электродвигатель, но, как видно на схеме, при приближении сдвига к 0 % или 0 об/мин крутящий момент, приложенный к ротору, становится равным нулю. Таким образом, сдвиг необходим для работы асинхронного электродвигателя. Соотношение крутящего момента и частоты вращения ротора при синхронной частоте определяется частотой сигнала мощности переменного тока, который приводит в движение обмотки статора в тяговом электродвигателе. При уменьшении частоты вдвое синхронная частота тягового электродвигателя также уменьшается вдвое, но крутящий момент все еще можно было поддерживать максимальном уровне. Максимальный крутящий момент можно получить практически при любой

частоте, поскольку выходную мощность преобразователя (напряжение и ток) и частоту, подаваемую на электродвигатель, можно отрегулировать при необходимости.

Страница 45:

Режимы работы тягового электродвигателя — движение:

Предусмотрено два режима работы тягового электродвигателя переменного тока — движение (тяги) и динамическое торможение. Во время движения (тяги) частота сигнала мощности переменного тока, посылаемого на обмотку статора, достаточно высока, чтобы генерировать поле, которое вращается с несколько большей частотой, чем ротор. Проще говоря, синхронная частота, генерируемая преобразователем, выше частоты ротора. Вращающееся поле статора обеспечивает постоянное притяжение поля ротора, создавая постоянный крутящий момент на роторе, заставляя его вращаться и перемещать локомотив. Компьютерная система рассчитывает необходимую частоту для привода шести тяговых электродвигателей на правильной скорости с учетом диаметра колес каждого из тяговых электродвигателей. Помимо расчета частоты для каждого тягового электродвигателя компьютерная система должна также обеспечить генерирование каждым электродвигателем достаточного крутящего момента для его вращения. Поскольку величина крутящего момента, генерируемого электродвигателем, определяется напряжением/током, передаваемым на него, компьютерная система контролирует напряжение, которое преобразователь также подает на каждый тяговый электродвигатель. Оператор устанавливает частоту и крутящий момент тягового электродвигателя путем изменения положения ручки контроллера, то есть чем выше позиция контроллера, тем выше частота или крутящий момент, генерируемые двигателем.

Страница 46:

Динамическое торможение:

Во время динамического торможения частота сигнала мощности переменного тока, посылаемого на обмотку статора, генерирует поле, которое вращается с несколько меньшей частотой, чем ротор. Это означает, что синхронная частота, генерируемая преобразователем, ниже частоты ротора. Поле вращающегося статора создает тормозное усилие на роторе. Поле ротора, вращающегося с большей скоростью, чем поле статора, индуцирует более высокое напряжение в статоре, чем подается преобразователем. Такое избыточное напряжение проходит через выпрямительные диоды в преобразователях, где преобразуется в постоянное напряжение. Более высокое напряжение смещает в обратном направлении электронные переключатели в преобразователе, отключая его. Это напряжение также подается на звено постоянного тока, откуда направляется на

решетки динамического торможения.

Страница 47:

Динамическое торможение (продолжение):

В соответствии с формулой $P = E^2/R$, где E — напряжение от диодов преобразователя, а R — сопротивление решетки, электрическая мощность, генерируемая движением поезда, рассеивается на решетках. Затем компьютерная система вычисляет частоту и напряжение, которые посылаются на каждый тяговый электродвигатель, для приложения надлежащей скорости замедления и крутящих моментов к каждому ротору. Благодаря активной схеме торможения с компьютерным управлением локомотив ES44AC может применять динамическое торможение для скоростей около полутора миль в час без необходимости в оборудовании для расширенного диапазона торможения. Оператор выполняет динамическое торможение, изменяя положение ручки динамического торможения или комбинированной рукоятки управления мощностью — чем выше уставка тормоза, тем больше величина тормозного усилия.

Страница 48:

Контроль схватывания:

По своей сути электродвигатели переменного тока ограничивают условия заброса оборотов (здесь под Забросом оборотов следует понимать резкое увеличение оборотов двигателя, при снижении сцепления колеса — иначе проскальзывание). Кривая зависимости крутящего момента от частоты вращения ротора показывает, что максимальный крутящий момент возникает при частоте вращения ротора n_2 , которая меньше синхронной частоты n_1 . Тяговые электродвигатели переменного тока на ES44AC предназначены для работы в точке максимального крутящего момента. В случае заброса оборотов частота ротора начинает приближаться к синхронной частоте, а крутящий момент уменьшается. Это приводит к замедлению электродвигателя для восстановления крутящего момента.

Страница 49:

Условие проскальзывания колеса:

Проскальзывание колеса происходит во время движения, когда способность колеса прилегать к рельсу ухудшается из-за плохих условий, возникших на рельсах, таких как лед, дождь и листья. Система управления постоянно контролирует частоту вращения колеса и корректирует проскальзывание колеса, уменьшая частоту, направленную на проскальзывающий электродвигатель. Без такого управления при наличии проскальзывания колеса

разница между частотами статора и ротора уменьшается. Увеличение частоты вращения ротора приводит к уменьшению крутящего момента. При этом частота ротора уменьшается.

Страница 50:

Условие пробуксовки колеса:

Если во время динамического торможения возникает проскальзывание колеса, частота ротора, которая должна быть немного выше, чем частота преобразователя, намного меньше и приближается к нулю, если ротор останавливается. Такое изменение частоты ротора обнаруживается системой управления, которая пытается отрегулировать частоту преобразователя для поддержания надлежащей связи с ротором. Изменение в работе ротора приводит к тому, что система управления уменьшает уровень торможения, тем самым высвобождая ротор для ускорения, чтобы соответствовать частоте роторов других тяговых электродвигателей.

Страница 53:

Заключение:

Вы завершили этот модуль обучения!

В этом модуле вы научились:

- Описывать основной принцип работы системы обеспечения движения.
 - Компоненты системы обеспечения движения включают дизельный двигатель, тяговый генератор переменного тока (ТА), главные выпрямительные блоки, преобразователи и тяговые электродвигатели (ТМ).
 - Дизельный электродвигатель генерирует механическую мощность в форме вращательного движения коленчатого вала.
 - ТА с ротором, прикрепленным к коленчатому валу дизельного двигателя, преобразует механическую мощность коленчатого вала в электрическую энергию. Однако для правильного функционирования тяговых электродвигателей переменного тока поставляемая трехфазная мощность переменного тока имеет ненадлежащую частоту и напряжение, поэтому мощность сначала преобразуется из переменного тока в постоянный.
 - Электрический выход переменного тока, создаваемый ТА, преобразуется в выходную мощность постоянного тока тремя главными выпрямительными блоками или модулями (RMA, RMB и RMC). Выпрямительные модули в упрощенном плане преобразуют

- ненулевой сигнал мощности переменного тока в мощность постоянного тока, принимая отрицательные отклонения мощности переменного тока и складывая их в положительную сторону оси напряжения.
- Выпрямленная выходная мощность постоянного тока затем обратно восстанавливается шестью преобразователями в выходную мощность переменного тока регулируемой частоты.
 - Мощность переменного тока регулируемой частоты распределяется на шесть тяговых электродвигателей (ТМ), где преобразуется обратно в механическую мощность, чтобы тянуть грузовой поезд.
- Описывать принцип работы инвертора.
 - Стандартные преобразователи преобразуют мощность постоянного тока на выходе главного выпрямителя в мощность переменного тока с регулируемой частотой посредством коммутируемой сети или контура генератора. Входная мощность постоянного тока преобразуется в необработанный прямоугольный синусоидальный сигнал переменного тока либо электронным образом формируется в синусоидальный сигнал переменного тока с помощью электронного генератора.
 - Шесть преобразователей, применяемых в локомотиве ES44AC для питания тяговых электродвигателей, относятся к типу коммутируемой сети, то есть генерирует необработанный прямоугольный синусоидальный сигнал переменного тока.
 - Преобразователи используют естественные фильтрующие способности силовых кабелей локомотива и огромные витки провода в обмотках тягового электродвигателя для сглаживания синусоидального сигнала переменного тока.
 - В результате этого шестиступенчатого процесса переключения генерируется трехфазный сигнал мощности переменного тока, который можно использовать при движении локомотива со скоростью, превышающей 10 миль/час.
 - При движении со скоростью 0–7 миль/час преобразователь использует гораздо более сложную схему переключения, которая называется «широтно-импульсная модуляция» (ШИМ). В диапазоне скоростей 7–10 миль/час преобразователь использует комбинацию двух схем в разных пропорциях.
 - Определять местоположение и функцию компонентов тягового электродвигателя.
 - Внешняя часть электродвигателя — стальной Остов, который

- удерживает компоненты электродвигателя на месте.
- Статор состоит из обмоток, на которые подается трехфазный переменный ток.
 - Зазор — это область между статором и ротором, которая предотвращает трение деталей. Зазор — это область, где возникают магнитные поля от токов, протекающих в обмотках статора.
 - Ротор — вращающаяся часть электродвигателя, которая прикреплена к валу для обеспечения направленного толчка локомотиву. Магнитные поля индуцируются в роторе для создания сил притяжения, вызывающих вращение ротора.
 - Ведущая шестерня врезается в вал для предотвращения скольжения между валом и шестерней, которое может иметь место на двигателях других типов.
 - Трехфазный ввод напряжения перемен. тока является точкой подключения для выхода преобразователя, подключаемого к обмоткам статора.

Страница 54:

Заключение (продолжение):

- Описывать принцип работы системы обеспечения движения во время перемещения.
 - Во время движения частота сигнала мощности переменного тока, посылаемого на обмотку статора, достаточно высока, чтобы генерировать поле, которое вращается с несколько большей частотой, чем ротор. Это значит, что синхронная частота, генерируемая преобразователем, выше частоты ротора.
 - Вращающееся поле статора обеспечивает постоянное притяжение поля ротора, создавая постоянный крутящий момент на роторе, заставляя его вращаться и перемещать локомотив.
 - Компьютерная система рассчитывает необходимую частоту для привода шести тяговых электродвигателей на правильной скорости с учетом диаметра колес каждого из тяговых электродвигателей. Система также проверяет генерирование каждым электродвигателем достаточного крутящего момента для его вращения. Поскольку величина крутящего момента, генерируемого электродвигателем, определяется напряжением/током, передаваемым на него, компьютерная система контролирует напряжение, которое преобразователь также подает на каждый тяговый электродвигатель.

- Описывать принцип работы системы обеспечения движения во время динамического торможения.
 - При динамическом торможении синхронная частота, генерируемая преобразователем, ниже частоты ротора. Во время торможения происходит проскальзывание колеса, если частота ротора уменьшается и приближается к нулю, поскольку ротор останавливается.
 - Поле вращающегося статора создает тормозное усилие на роторе, замедляя таким образом локомотив.
 - Поле ротора, вращающегося с большей скоростью, чем поле статора, индуцирует более высокое напряжение в статоре, чем подается преобразователем.
 - Такое избыточное напряжение проходит через выпрямительные диоды в преобразователях, где преобразуется в постоянное напряжение.
 - Это более высокое напряжение смещает в обратном направлении электронные переключатели в преобразователе, отключая его.
 - Это напряжение также подается на звено постоянного тока, откуда направляется на решетки динамического торможения.
 - Компьютерная система вычисляет частоту и напряжение, которые посылаются на каждый тяговый электродвигатель, для приложения надлежащей скорости замедления и крутящих моментов к каждому ротору.
 - Оператор выполняет динамическое торможение, изменяя положение ручки динамического торможения, называемой также комбинированной рукояткой управления мощностью.

Воздушный компрессор

Страница 1:

Введение в воздушный компрессор:

Добро пожаловать в модуль «Воздушный компрессор» углубленного курса «Электрические системы ES44AC». Когда наша проектная группа приступила к работе над вспомогательными устройствами с электрическим приводом во время проектирования локомотива серии Dash 8, инженерный отдел выслушал комментарии заказчиков и предложил проект воздушного компрессора с электроприводом (В/К), который был способен подавать интенсивный поток воздуха для зарядки тормозных магистралей на длинносоставных поездах даже при ХОЛОСТОМ режиме работы дизельного двигателя. В этом модуле будет обсуждаться работа воздушного компрессора упомянутой конструкции, поскольку она используется на ES44AC. Сначала, в модуле будет рассказано о рабочем режиме компрессора, который возникает в следствии низкого давления воздуха в системе подачи сжатого воздуха. Затем, будет дано описание работы локомотива в трех других условиях, в которых может произойти запуск компрессора.

По завершении данного модуля вы сможете:

- Дать описание различным компонентам цепи воздушного компрессора и их функциям.
- Описывать взаимодействия компонентов воздушной цепи во время работы воздушного компрессора.
- Описывать принцип работы цепи воздушного компрессора.
- Описывать три дополнительных способа включения приводного двигателя компрессора.

Страница 2:

Компоненты:

Правильной работе воздушного компрессора способствует работа различных компонентов в цепи. В таблице приведены устройства и их местоположение на ES44AC. Также приводится описание функциональной работы отдельных элементов воздушной цепи, поскольку они имеют отношение к работе воздушного компрессора.

Страница 3:

Принципиальные схемы:

Различные устройства, перечисленные в вышеупомянутой таблице,

скомпонованы в несколько разных цепей, которые необходимы для обеспечения правильной работы воздушного компрессора. Этими цепями являются цепь общей архитектуры управления (ССА), цепь измерения давления, цепь измерения скорости дизельного двигателя, цепь контактора привода компрессора, цепь измерения скорости приводного двигателя компрессора и цепь питания приводного двигателя компрессора (CDM).

Страница 4:

Цепь ССА:

Без общей архитектуры управления не могут выполняться какие-либо действия на ES44AC. Бортовые дисплеи представляют собой «мозг» локомотива вместе с другими устройствами, такими как объединенная панель входов-выходов (CIO), контроллер тяговых электродвигателей (TMC) и блок управления двигателем (ECU), работающий под их управлением. В ССА бортовой дисплей (DS3), ECU и CIO отвечают за запуск вспомогательного генератора. Мы рассмотрим только три панели в ССА, обеспечивающие работу воздушного компрессора. Бортовой дисплей управляет работой воздушного компрессора. Посредством CIO он руководит работой контакторов привода компрессора (CDC) и электромагнитного клапана компрессора (CMV). CIO также выдает входные данные, поступающие с датчика давления, контролирующего главный резервуар № 1 (ГР1,) и с датчика скорости на приводном валу двигателя В/К. ECU предоставляет DS3 средства контроля скорости дизельного двигателя для определения режима активации CDM бортовым дисплеем. В общем, бортовой дисплей является «мозгом» данного процесса, обеспечивающим безотказную подачу сжатого воздуха на ES44AC. Подача сжатого воздуха производится максимально быстро и эффективно.

Страница 5:

Цепь измерения давления:

ССА должна измерять давление внутри главного резервуара № 1 для определения момента запуска и остановки воздушного компрессора. Датчик воздушного резервуара (ARPS) сообщает данные CIO-панели, которая передает эти данные по сети ARCNet на другие устройства в ССА и, прежде всего, бортовому дисплею.

Страница 6:

Цепь измерения скорости дизельного двигателя:

ССА должна измерять скорость дизельного двигателя для управления электрической конфигурацией CDM. Исходя из скорости вращения коленвала, компрессор настраивается и управляется таким способом, который

максимально увеличивает скорость зарядки главного резервуара № 1. Датчики оборотов коленвала двигателя (EC1S и EC2S) сообщают данные ECU, который передает их по сети ARCNet на другие устройства в ССА, и, прежде всего, бортовому дисплею.

Страница 7:

Цепь контактора привода компрессора:

CIO имеет три выхода, которые используются для обеспечения работы воздушного компрессора. Один выход активирует контактор (CDC1), который подает питание на приводной двигатель компрессора, что обеспечивает его работу с определенной скоростью. Другой выход используется для активации контактора CDC2A. CDC2A выбирает разный скоростной режим для CDM посредством его внутренней перенастройки. CDC2A также активирует CDC2, который подает питание на приводной двигатель воздушного компрессора, сразу после его перенастройки. Оставшаяся выходная цепь подает нагрузку на воздушный компрессор, через электромагнитный клапан компрессора, когда CDM достигает необходимой рабочей скорости. CIO работает под управлением DS3.

Страница 8:

Цепь измерения скорости приводного двигателя компрессора:

После включения соответствующего CDC бортовым дисплеем, DS3 должен определить, произошел ли запуск CDM и работает ли он с выбранной скоростью. Для этого, на бортовой дисплей должна поступать информация о вращении CDM. CIO предоставляет эту информацию на основе сигнала, получаемого от датчика скорости воздушного компрессора (ACS). CIO передает эти данные по сети ARCNet на другие устройства в ССА и, прежде всего, бортовому дисплею.

Страница 9:

Цепь питания CDM:

Рабочие обмотки вспомогательного генератора (ВГ) выдают необходимый трехфазный переменный ток для питания приводного двигателя компрессора. Как видно из принципиальной схемы, когда срабатывает CDC1, он соединяет рабочие обмотки вспомогательного генератора с CDM, таким образом, приводной двигатель может работать со скоростью, установленной бортовым дисплеем. При переключении CDC1, контакторы CDC2A, а также CDC2 не переключаются. Если вместо этого, DS3 выдает сигнал на переключение CDC2A, то внутренняя конфигурация приводного двигателя компрессора меняется. В этом случае, когда CDC2 активируется с помощью CDC2A и подается питание на CDM, приводной двигатель будет работать с другой, более высокой скоростью.

DS3 производит выбор между активацией CDC1 или CDC2A посредством CIO, исходя из скорости дизельного двигателя.

Страница 10:

Работа цепи:

И так, мы ознакомились со всеми компонентами и различными цепями, которые принимают непосредственное участие в работе воздушного компрессора, теперь пора ознакомиться с тем, как они взаимодействуют друг с другом. Прежде всего, необходимо перечислить определенные условия, которые будут выдвинуты нами относительно ES44AC, на котором расположены данные компоненты и цепи.

1. Дизельному двигателю задано малое (режим холостого хода) или большее число оборотов (т.е. более 440 об/мин).
2. На работу компрессора не наложены ограничения.
3. Вспомогательный генератор включен.

Страница 11:

Работа цепи – Отклик системы управления:

В случае выполнения наших условий, рабочие обмотки вспомогательного генератора (ВГ) выдают трехфазный переменный ток, который подается на контакторы приводного двигателя воздушного компрессора. При полной зарядке главного резервуара № 1 (ГР1) на локомотиве, контакторы остаются выпавшими и на CDM не поступает питание, а, следовательно, он не вращается и воздушный компрессор пребывает в выключенном состоянии. При падении давления в ГР1 бортовой дисплей должен активировать либо контактор привода компрессора 1 (CDC1), либо контактор привода компрессора 2А (CDC2А) для включения воздушного компрессора. Бортовой дисплей проверяет скорость дизельного двигателя и затем выбирает соответствующий контактор для активации. Если DS3 активирует CDC1, тогда CDM будет вращаться с той же скоростью, что и дизельный двигатель. Если вместо этого включается CDC2А, и CDC2А затем включает CDC2, тогда CDM будет вращаться в два раза быстрее дизельного двигателя.

Страница 12:

Изменение скорости вращения:

И так, как происходит изменение скорости вращения CDM? Скорость вращения электродвигателя переменного тока контролируется частотой переменного напряжения и током, подаваемым на него. Но что происходит, когда ток одинаковой частоты подается на два трехфазных электродвигателя переменного тока, которые имеют разные внутренние конфигурации (т.е. они

имеют разное число полюсов)? Если двигатель имеет 12 полюсов, то он будет вращаться с одной скоростью при определенной частоте входного напряжения. Второй двигатель, работающий при аналогичной частоте входного напряжения, но имеющий только 6 полюсов, будет вращаться в два раза быстрее 12-полюсного двигателя. Третий двигатель, работающий при аналогичной частоте, но имеющий 24 полюса, будет вращаться лишь в половину медленнее 12-полюсного двигателя.

Страница 13:

Критерии выбора активации CDC:

Воспользовавшись этим фактом, был спроектирован CDM с внутренней схемой соединений, которой может быть придана конфигурация 12-полюсного двигателя, которой может быть придана конфигурация 12-полюсного двигателя (когда DS3 активирует CDC1) или конфигурация 6-полюсного двигателя (когда она активируется CDC2A, а CDC2A активирует CDC2). Может возникнуть вопрос: «Для чего это все нужно?» Таким образом, данная конструкция позволяет обеспечить эффективную скорость заряда воздушным компрессором в полном интервале заданных скоростных величин дизельного двигателя. В таблице представлена процедура выбора, выполняемая бортовым дисплеем, исходя из скорости дизельного двигателя на момент работы компрессора.

Страница 16:

Работа конкретного компонента и цепи:

Когда давление падает ниже заранее установленного минимального значения в ГР 1, которое варьируется на разных железных дорогах, датчик давления воздушного резервуара (ARPS) определяет это изменение и указывает на него изменением выходного сигнала. Выходным сигналом ARPS является ток, который изменяется пропорционально изменению давления в ГР1.

Объединенная панель входов-выходов (CIO) измеряет значение тока на входе и преобразовывает его в цифровые данные. CIO посылает цифровые данные на DS3 по сети ARCNet. DS3 обрабатывает эту информацию и на ее основе определяет время включения компрессора. Если отсутствуют первоочередные запросы на дополнительную нагрузку, то бортовой дисплей 3 начнет процедуру запуска компрессора. DS3 запрограммирован на включение воздушного компрессора в случае падения давления и на обеспечение заполнения ГР1 до заранее установленного максимального давления. Поскольку конструкция цепи воздушного компрессора рассчитана на двухскоростную работу, то DS3 должен сделать выбор между двумя скоростями. Бортовой дисплей обращается к ECU за входными данными, сообщающими скорость дизельного двигателя. ECU считывает сигнал, поступающий с любого из датчиков оборотов коленвала

двигателя (EC1S или EC2S), в зависимости от того, какой из них используется на вход в данное время. Предположим, что активным является датчик EC1S. ECU рассчитывает скорость дизельного двигателя, преобразовывает информацию в цифровые данные и посылает их бортовому дисплею по сети ARCNet.

Страница 17:

Работа конкретного компонента и цепи (продолжение):

В зависимости от скорости двигателя бортовой дисплей выберет для активации либо CDC1, либо CDC2A. Если скорость дизельного двигателя, сообщаемая блоком управления двигателем (ECU), превышает 520 об/мин, то DS3 направит CIO команду по сети ARCNet на активацию CDC1, с тем, чтобы приводной двигатель компрессора вращался со скоростью приблизительно аналогичной скорости вращения коленвала. Катушка в CDC1 активируется, когда CIO включает соответствующий внутренний электронный переключатель (т.е. полевой транзистор (FET)), смонтированный на одной из монтажных плат внутри CIO. Когда катушка в CDC1 активирована, силовые контакты на устройстве замыкаются. Благодаря этому подается питание на CDM в 12-полюсном режиме. Если вместо этого, скорость вращения коленвала, сообщенная ECU, не превышает 500 об/мин, то DS3 направит CIO команду по сети ARCNet на активацию CDC2A. Благодаря этому выполняются два действия.

1. Закорачиваются шесть полюсов в CDM, превращая его шестиполюсный двигатель, и
2. Активируется CDC2, который подает питание на CDM, и CDM работает со скоростью, приблизительно в два раза превышающей скорость вращения коленвала.

Страница 18:

Работа конкретного компонента и цепи (продолжение):

Независимо от того, какой контактор активируется DS3 с помощью CIO-панели, во время достижения CDM скорости, следует помнить, что компрессор не находится под нагрузкой (т.е. компрессор не выдает сжатый воздух). Пока компрессор пребывает в ненагруженном состоянии и набирает требуемую скорость, бортовой дисплей отслеживает состояние приводного двигателя компрессора, получая данные с CIO по сети ARCNet. Данные, передаваемые CIO, поступают с датчика скорости воздушного компрессора (ACS), датчика скорости CDM. DS3 использует эти данные для определения момента безопасной нагрузки компрессора во избежание режима торможения. Если CDM не запускается или не набирает требуемой скорости вращения в течении двух секунд, то бортовой дисплей выключит CDM, зарегистрирует этот сбой и наложит соответствующие ограничения на работу локомотива. Допустим, что CDM достигает скорости в

течении двух секунд, в этом случае бортовой дисплей посылает команду CIO по ARCNet, указывая на необходимость нагрузки компрессора. В ответ, CIO деактивирует электромагнитный клапан компрессора (CMV), прерывая сигнал, поступающий с CIO к CMV.

Страница 19:

Работа конкретного компонента и цепи (продолжение):

При деактивации CMV срабатывает давление из разгрузочных клапанов компрессора до атмосферного, для того, чтобы воздухозаборники компрессора производили сжатие воздуха в нормальных условиях. Если давление в ГР1 превышает заранее установленное максимальное значение, то ARPS выдает данные, указывающие на это изменение. CIO принимает данные о давлении, преобразовывает их в цифровые данные и посылает на DS3. В ответ, DS3 посылает сигнал обратно CIO-панели для разгрузки компрессора. CIO активирует CMV. Это позволяет главному резервуару 2 (ГР2) нагнетать давление в разгрузочные клапаны, вынуждая клапаны воздухозаборников компрессора открываться. В этой ситуации работа воздушного компрессора невозможна. После разгрузки компрессора, DS3 посылает команду по ARCNet CIO-панели на выключение соответствующего контактора привода компрессора. Это приводит к остановке приводного двигателя компрессора.

Страница 20:

Другие способы включения CDM:

Помимо стандартных механизмов активации компрессора для нагнетания низкого давления в ГР1, могут существовать еще три причины, по которым бортовой дисплей 3 запускает компрессор. По желанию заказчика, на ES44AC могут размещаться одно или более данных средств включения компрессора. В таблице указывается местоположение этих устройств и приводится описание отдельных функций данных устройств.

Страница 21:

Тестирование компрессора:

Приводной двигатель компрессора может быть принудительно запущен, когда по какой-либо причине необходимо проведение теста. Кнопка тестирования компрессора (СТРВ) предусмотрена для принудительного запуска CDM с требуемой скоростью, если она находится в нажатом положении более секунды. Кнопкой СТРВ подается батарейный сигнал в CIO, означающий запрос на тестирование. CIO передает запрос по ARCNet бортовому дисплею 3, который следует действиям, описанным выше, для обеспечения работы CDM. Для начала тестирования CDM, на ES44AC должны быть выполнены следующие условия:

1. Локомотив находится в неподвижном состоянии.
2. Контроллер машиниста находится в положении ХОЛОСТОГО ХОДА.
3. Переключатель управления двигателем (ЕС) находится в положении ОТКЛЮЧЕНО.
4. Рукоятка реверса находится по Центру.
5. Работает вспомогательная система.

Страница 22:

Тестирование компрессора (продолжение):

Удержанием кнопки СТРВ в нажатом положении более одной секунды начинается тестирование компрессора. Если в данный момент компрессор не работает, то он запускается в режиме без нагрузки. Если во время запроса компрессор работает, то он продолжит работу, но будет разгружен. Как только кнопка СТРВ отпускается в течении более 1/2 секунды, и если она повторно нажимается в течении более одной секунды в интервале четырех минут с момента запуска теста, то тестирование компрессора будет прекращено. Если кнопка СТРВ не будет нажата в интервале четырех минут с момента начала тестирования, то DS3 завершит тест в то же время. В любом из случаев завершения тестирования компрессора, окончание теста будет указано по истечении 15 секунд с момента остановки компрессора. После 15-секундной задержки, компрессор возвратится в режим, в котором он находился до начала тестирования.

Страница 23:

Тестирование компрессора (продолжение):

В период тестирования и в течении 15-секундной задержки после тестирования, скорость дизельного двигателя будет поддерживаться на уровне 440 об/мин, на локомотив не будет подаваться нагрузка, а запуск главного вентилятора будет запрещен. В этот период на бортовом дисплее будет отображаться следующее сообщение: «Внимание: Не включать воздушный компрессор» и пояснение: «Производится тестирование компрессора». Если во время тестирования контроллер машиниста переводится из положения ХОЛОСТОГО ХОДА, то на локомотив не будет подаваться нагрузка пока не завершится тестирование и контроллер машиниста не будет возвращен в положение ХОЛОСТОГО ХОДА. Во время проведения тестирования и нахождения контроллера машиниста не в положении ХОЛОСТОГО ХОДА, на бортовом дисплее будет отображаться сообщение: «Переместите контроллер в положение ХОЛОСТОГО ХОДА».

Страница 24:

Низкая температура:

Если температура окружающего воздуха рядом с локомотивом опустится ниже 20°F или -7°C, то DS3 запустит приводной двигатель компрессора, обеспечивая его работу до тех пор, пока температура не превысит 30°F или -1°C. Во время работы при низкой температуре нагрузка и разгрузка компрессора будет производиться по мере необходимости для поддержания подходящего диапазона давления в главном резервуаре. Бортовой дисплей программируется на подобную работу с целью поддержания жидкого состояния смазочного масла в воздушном компрессоре и предотвращения его чрезмерного загустения, что может привести к выходу компрессора из строя при запуске.

Страница 25:

Низкая температура (продолжение):

Датчик температуры окружающего воздуха (АТ) считывает температуру воздуха, поступающего в вытяжные трубы инвертора в зоне управления 3 (CA3), и направляет эти данные в CIO. CIO преобразовывает данные в цифровой сигнал и передает его бортовому дисплею 3 по сети ARCNet. Если данные указывают на то, что температура воздуха опустилась ниже 20°F, то DS3 запустит компрессор. Затем DS3 произведет нагрузку и разгрузку компрессора с помощью CMV, исходя из данных по давлению, определяемых ARPS и считываемых CIO. Этот режим работы будет сохраняться до тех пор, пока показания температуры от АТ не превысят 30°F. В этот момент DS3 возобновит нормальный режим работы воздушного компрессора. Если произойдет отказ цепи определения давления в ГР1, то бортовой дисплей запустит и подаст нагрузку на воздушный компрессор, обеспечивая его непрерывную работу до устранения неисправности в цепи.

Страница 26:

Магистраль синхронизации компрессора:

Если активируется магистраль 22 на ES44AC, что происходит при включении другим локомотивом в составе своего компрессора и подаче батарейного положительного напряжения на магистраль, то CIO воспринимает сигнал и передает его DS3 по ARCNet. В ответ на сигнал бортовой дисплей проверяет состояние ГР1. Если давление в ГР1 ниже максимально допустимого давления, то DS3 запустит и подаст нагрузку на свой компрессор. Синхронизация компрессоров выполняется для обеспечения высокой скорости перезарядки в тормозной магистрали длинносоставного поезда.

Страница 27:

Магистраль синхронизации компрессора (продолжение):

Когда питание на магистрали 22 поступает на положительный вывод аккумуляторной батареи, это изменение определяется входным сигналом, поступающим на CIO. CIO выдает сообщение и передает его DS3. При соответствующих условиях на ES44AC, принявшим этот сигнал, DS3 выполняет действия, приведенные для обеспечения работы CDM. Эта ситуация изображена на рисунке, где магистраль 22 обозначена контактами на комбинированных коннекторах, установленных в передней части (передней части моторвагонного состава 22 (MUF-22)), и в задней части (задней части моторвагонного состава 22 (MUR-22)) локомотива. Следует отметить, что активация магистрали 22 может производиться любым локомотивом в составе, поэтому CIO имеет как вход для считывания запроса на синхронизацию от другого локомотива, так и выход для подачи аналогичного запроса, собственного, других составов.

Страница 31:

Заключение:

Вы достигли конца модуля!

В этом модуле вы научились:

- Описывать различные компоненты цепи воздушного компрессора и их функции.
 - Бортовой дисплей 3 (DS3) управляет цепью воздушного компрессора.
 - Объединенная панель ввода-вывода (CIO) обеспечивает ввод данных и вывод данных приводного механизма.
 - Датчики оборотов коленвала двигателя 1 и 2 (EC1S и EC2S) определяют число оборотов коленвала с помощью магнитного датчика.
 - Блок управления двигателем (ECU) определяет и управляет скоростью дизельного двигателя.
 - Датчик оборотов воздушного компрессора (ACS) определяет скорость CDM посредством магнитного датчика.
 - Датчик давления главного резервуара № 1 (ARPS) определяет давление воздуха в ГР1.
 - Контактный привод компрессора 1 (CDC1) подает питание на CDM для работы на малых скоростях.
 - Контактный привод компрессора 2 (CDC2) подает питание на CDM для работы на высоких скоростях.
 - Контактный привод компрессора 2A (CDC2A) изменяет число полюсов в CDM.

- Электромагнитный клапан компрессора (CMV) нагружает и разгружает воздушный компрессор.
- Приводной двигатель компрессора (CDM) запускает воздушный компрессор с помощью выходной мощности рабочих обмоток ВГ.
- Описывать способ взаимодействия компонентов во время работы цепи воздушного компрессора.
 - Компоненты воздушного компрессора скомпонованы в несколько разных цепей, которые необходимы для обеспечения правильной работы воздушного компрессора.
 - В цепи ССА бортовой дисплей, CIO, TMC и ECU отвечают за запуск вспомогательного генератора. В общем, бортовой дисплей 3 является «мозгом» данного процесса, обеспечивающим безотказную подачу сжатого воздуха на ES44AC.
 - В цепи измерения давления ССА измеряет давление внутри ГРП для определения момента запуска и остановки воздушного компрессора. Датчик давления главного резервуара (ARPS) сообщает данные CIO-панели, которая передает их по сети ARCNet на бортовой дисплей 3 и другие устройства в ССА.
 - В цепи измерения скорости дизельного двигателя ССА должна измерять скорость дизельного двигателя для управления электрической конфигурацией CDM. Датчики оборотов коленвала (EC1S и EC2S) сообщают данные ECU, который передает их по сети ARCNet на бортовой дисплей 3 и другие устройства в ССА.
 - В цепи контактора привода компрессора CIO-панель имеет три выхода, которые используются для обеспечения работы воздушного компрессора. Один выход активирует контактор (CDC1), который подает питание на CDM, что обеспечивает его работу с определенной скоростью. Другой выход используется для активации контактора CDC2A. CDC2A выбирает разный скоростной режим для CDM посредством его внутренней перенастройки. CDC2A также активирует CDC2, который подает питание на приводной двигатель воздушного компрессора, сразу после его перенастройки. Оставшаяся выходная цепь подает нагрузку на воздушный компрессор, через электромагнитный клапан компрессора. CIO работает под управлением DS3.
 - В цепи измерения скорости приводного двигателя компрессора DS3 должен определять, произошел ли запуск CDM и работает ли он с выбранной скоростью. CIO предоставляет эту информацию на основе сигнала, получаемого от датчика скорости воздушного компрессора

- (ACS). CIO передает эти данные по сети ARCNet на бортовой дисплей 3 и другие устройства в ССА.
- В цепи питания CDM рабочие обмотки ВГ выдают необходимый трехфазный переменный ток для питания приводного двигателя компрессора. DS3 производит выбор между активацией CDC1 или CDC2A посредством CIO, исходя из скорости дизельного двигателя.
 - Описывать принцип работы цепи воздушного компрессора.
 - Рабочие обмотки ВГ выдают трехфазный переменный ток, который подается на контакторы приводного двигателя воздушного компрессора.
 - При полной зарядке ГР1 на локомотиве, контакторы остаются выпавшими и на CDM не поступает питание, а, следовательно, он не вращается, и воздушный компрессор пребывает в выключенном состоянии.
 - При падении давления в ГР1, ARPS определяет это изменение и указывает на него изменением выходного сигнала. CIO измеряет значение тока на входе, преобразовывает его в цифровые данные и передает цифровую информацию на DS3.
 - DS3 обрабатывает эту информацию и определяет время включения компрессора. Поскольку конструкция цепи воздушного компрессора рассчитана на двухскоростную работу, то DS3 должен сделать выбор между двумя скоростями.
 - ECU считывает сигнал, поступающий либо с EC1S, либо с EC2S, рассчитывает скорость дизельного двигателя, преобразовывает информацию в цифровые данные и посылает их на DS3, который выбирает для активации либо CDC1, либо CDC2A.
 - Во время достижения CDM скорости, DS3 отслеживает состояние CDM, получая данные с CIO по сети ARCNet. Данные, передаваемые CIO, поступают с ACS, датчика скорости CDM, и используются DS3 для определения момента безопасной нагрузки компрессора.
 - Если CDM не запускается или не набирает требуемой скорости вращения в течении двух секунд, то DS3 выключит CDM, зарегистрирует этот сбой и наложит соответствующие ограничения на работу локомотива.
 - Если CDM достигает скорости в течении двух секунд, то DS3 посылает команду CIO по ARCNet, указывая на необходимость нагрузки компрессора. В ответ, CIO деактивирует CMV, который стравливает давление из разгрузочных клапанов компрессора до атмосферного.

- Если давление в ГР1 повышается, то ARPS выдает данные, указывающие на это изменение. CIO принимает данные о давлении, преобразовывает их в цифровые данные и посылает на DS3. В ответ, DS3 посылает сигнал обратно CIO-панели для разгрузки компрессора. CIO активирует CMV, который позволяет ГР2 нагнетать давление в разгрузочные клапаны, вынуждая клапаны воздухозаборников компрессора открываться.
- DS3 посылает команду CIO по ARCNet на выключение соответствующих CDC, благодаря чему останавливается CDM.
- Описывать три дополнительных способа включения приводного двигателя компрессора.
 - Приводной двигатель компрессора может быть принудительно запущен, когда по какой-либо причине необходимо проведение теста. Кнопка тестирования компрессора (СТРВ) предусмотрена для принудительного запуска CDM с требуемой скоростью, которая подает батарейный сигнал в CIO, означающий запрос на тестирование. CIO передает запрос по ARCNet бортовому дисплею DS3.
 - Во время работы при низкой температуре нагрузка и разгрузка компрессора будет производиться по мере необходимости для поддержания подходящего диапазона давления в главном резервуаре. Датчик температуры окружающего воздуха (АТ) считывает температуру воздуха, поступающего в вытяжные трубы инвертора в СА3, и направляет ее в CIO-панель, которая преобразовывает эти данные в цифровой сигнал и передает его бортовому дисплею 3 (DS3).
 - Если локомотив в составе включает свой воздушный компрессор и подает батарейное положительное напряжение на магистраль, сигнализируя о событии, то активируется магистраль 22. CIO воспринимает сигнал и передает его DS3 по ARCNet. Синхронизация компрессоров выполняется для обеспечения высокой скорости перезарядки в тормозной магистрали длинносоставного поезда. Активация магистрали 22 может производиться любым локомотивом в составе.

Воздушные вентиляторы и жалюзи

Страница 1:

Введение в воздушные вентиляторы и жалюзи:

Добро пожаловать в модуль «Воздушные вентиляторы и жалюзи» углубленного курса «Электрические системы ES44AC». Когда Агентством по охране окружающей среде было объявлено, что требования по выбросам Tier II вступят в силу в 2005 году, был спроектирован дизельный двигатель GEVO для соответствия новым нормам. Тем не менее, инженеры отдавали себе отчет в том, что необходим новый охладитель для улучшения низких характеристик по окислам азота новой конструкции. Воздухо-воздушный охладитель был добавлен в ES44AC для максимального уменьшения температуры воздуха в камере сгорания до его поступления во впускной воздушный коллектор двигателя GEVO. В этом модуле рассказывается о работе электрических компонентов, которые используются для поддержки работы воздухо-воздушного охладителя.

По завершении данного модуля вы сможете:

- Описывать различные электрические компоненты цепи системы воздушного охлаждения и их функции.
- Описывать способы взаимодействия компонентов с системой воздушного охлаждения.
- Излагать принцип работы цепи системы воздушного охлаждения.

Страница 2:

Электрические компоненты системы воздушного охлаждения:

Правильной работе системы воздушного охлаждения способствует работа множества компонентов. Бортовой дисплей 3 управляет работой цепи системы воздушного охлаждения на ES44AC. Объединенная панель ввода-вывода обеспечивает ввод данных и вывод данных приводного механизма для бортового дисплея 3. Блок управления двигателем вводит данные по температуре воздуха в коллекторе для бортового дисплея 3. Датчик температуры воздуха в коллекторе определяет температуру воздуха, поступающего в камеру сгорания во впускном коллекторе. Клапаны жалюзи воздушных вентиляторов являются электромагнитными клапанами, которые управляют работой жалюзи. Контактors воздушного вентилятора подают питание на воздушные вентиляторы. Воздушные вентиляторы выполняют роль охлаждающих вентиляторов для воздухо-воздушного охладителя. В представленной таблице перечислены данные устройства по такой

аббревиатуре, их полное название и местоположение на ES44AC. В ней также приводится описание их отдельных функций, поскольку они имеют отношение к работе системы воздушного охлаждения.

Страница 3:

Цепи компонентов:

Различные устройства, участвующие в работе системы воздушного охлаждения скомпонованы в несколько разных цепей, которые необходимы для обеспечения надлежащей работы системы воздушного охлаждения.

Страница 4:

Цепь ССА:

Без общей архитектуры управления (ССА) не могут выполняться какие-либо действия на ES44AC. Управляющие компьютеры (либо бортовые дисплеи, либо бортовые дисплеи 1 и 2, и объединенная панель ввода-вывода (CIO)) являются «мозгом» локомотива вместе с другими устройствами, такими как контроллер тяговых электродвигателей (ТМС), блок управления двигателем (ECU) и блок ввода-вывода CIO-панели, работающие под их управлением. На представленном рисунке изображена часть ССА, ответственная за работу системы воздушного охлаждения. Поскольку мы рассматриваем работу системы воздушного охлаждения, то мы будем касаться работы бортового дисплея 3, CIO и ECU на трехдисплейном локомотиве, и CIO и ECU - на двухдисплейном локомотиве. DS3 управляет работой системы воздушного охлаждения. Посредством CIO он руководит работой контакторов вентилятора и электромагнитными клапанами жалюзи. CIO также выдает входные данные обратной связи по положению, поступающие с контакторов вентилятора. ECU предоставляет DS3 средства контроля температуры воздуха во впускном коллекторе. DS3 управляет работой системы воздушного охлаждения для обеспечения безотказной подачи воздуха, регулируемого по температуре, который используется в двигателе GEVO. Подача сжатого воздуха производится максимально быстро и эффективно.

Страница 5:

Цепь измерения температуры:

ССА должна определять температуру воздуха, поступающего в камеру сгорания во впускном коллекторе, для определения момента дополнительного охлаждения воздушно-воздушного охладителя. Датчик температуры воздуха в коллекторе (MAT) сообщает данные CIO-панели, которая передает измерения температуры по сети ARCNet на другие устройства в ССА, а в данном случае, бортовому дисплею 3.

Страница 6:

Управляющая схема контакторов воздушных вентиляторов:

CIO имеет три выхода, которые используются для обеспечения работы воздушных вентиляторов. Один выход активирует контактор вентилятора № 1 (FC1), который подает питание на воздушный вентилятор № 1 (AAF1). Другой выход используется для активации контактора вентилятора № 2 (FC2), который подает питание воздушному вентилятору № 2 (AAF2).

Страница 7:

Цепь обратной связи контакторов воздушных вентиляторов:

CIO имеет два входа, которые используются для определения состояния контакторов воздушных вентиляторов. Благодаря этому CIO гарантирует правильную работу контакторов воздушных вентиляторов. В цепи измерения два контактора (FC1 и FC2) активируют контакты. Когда они выпадают, контакты размыкаются.

Страница 8:

Цепь питания воздушных вентиляторов:

Питание с обмотки питания вспомогательных двигателей подается на воздушные вентиляторы через их соответствующие контакторы. Во время срабатывания любого из двух контакторов (FC1 или FC2) мощность подается на соответствующий двигатель воздушного вентилятора.

Страница 9:

Управляющая схема электромагнитных клапанов воздушных жалюзи:

CIO имеет два выхода, которые используются для управления работой электромагнитных клапанов, управляющих положением воздушных жалюзи. Один выход активирует электромагнитные клапаны AAS2 и AAS2A, которые приводят в движение жалюзи на стороне В локомотива. Второй выход активирует электромагнитные клапаны AAS3 и AAS3A, которые приводят в движение жалюзи на стороне А локомотива.

Страница 12:

Условия работы цепи:

И так, вы ознакомились со всеми компонентами и различными цепями, которые принимают непосредственное участие в работе системы охлаждения воздуховоздушного охладителя, и теперь пора ознакомиться с тем, как они взаимодействуют друг с другом. Прежде всего, необходимо перечислить определенные условия, которые будут выдвинуты нами относительно ES44AC, на котором расположены данные компоненты и цепи. Дизельному двигателю

задано малое или большее число оборотов (т.е. более 440 об/мин). На работу системы охлаждения не наложены ограничения. Вспомогательный генератор включен.

Страница 13:

Отклик локомотива на температуру воздуха, поступающего в камеру сгорания:

В случае выполнения условий, рабочие обмотки электродвигателя ВГ выдают трехфазный переменный ток, который подается на контакторы воздушных вентиляторов. Пока температура воздуха в камере сгорания, измеряемая датчиком MAT, составляет меньше 95oF (35oC), жалюзи по обеим сторонам локомотива остаются закрытыми, а контакторы остаются выпавшими, на AAF1 или AAF2 не поступает питание, вследствие чего они не активируются. При повышении температуры воздуха локомотивом ES44AC предпринимаются ответные действия.

Страница 14:

Работа конкретного компонента и цепи:

По мере повышения температуры воздуха, сопротивление элемента в MAT уменьшается и ECU обнаруживает это изменение. Он преобразовывает информацию в цифровые данные, которые передает бортовому дисплею 3 по сети ARCNet. Если температура превышает 105oF (41oC), то DS3 открывает одну из жалюзи. Выбранные для открывания жалюзи чередуются во избежание излишней цикличности одной жалюзи. Предположим, что выбрана жалюзи на стороне А локомотива. DS3 подает команду на выполнение этого действия путем отправки сообщения CIO-панели по сети ARCNet. В ответ на эту команду CIO активирует электромагнитные клапаны жалюзи AAS3 и AAS3A для открывания жалюзи на стороне А.

Страница 15:

Работа конкретного компонента и цепи (продолжение):

Давайте поближе ознакомимся с работой жалюзи. Изначально, когда на электромагнитные клапаны жалюзи AAS3 и AAS3A не поступает питание, сжатый воздух подается в верхнюю часть цилиндра воздушной жалюзи, в то время, как нижняя сторона цилиндра сообщается с атмосферой. Разность давлений верхней и нижней стороны цилиндра удерживает жалюзи в полностью закрытом положении. Когда электромагнитные клапаны жалюзи AAS3 и AAS3A принимают команду на открывание, на катушки электромагнитных клапанов жалюзи поступает питание, что приводит к перемещению внутренних отверстий электромагнитных клапанов, позволяя сжатому воздуху нагнетать давление на дне цилиндра, в то время, как крышка цилиндра сообщается с атмосферой, в

результате этого жалюзи перемещается в полностью открытое положение. При открытых жалюзи на стороне А происходит естественное конвективное охлаждение, понижающее температуру воздуха в камере сгорания, протекающего через воздухо-воздушный охладитель. Если данная степень охлаждения недостаточна и температура воздуха в камере сгорания превышает 105оF, то DS3 отправляет CIO-панели команду на открывание другой жалюзи. CIO откликается на команду включением AAS2 и AAS2A для открывания жалюзи на стороне В. Теперь, при открытой второй жалюзи происходит повышенное естественное конвективное охлаждение, также понижающее температуру воздуха в камере сгорания. До второго изменения положения жалюзи выдерживается 30-секундная задержка.

Страница 16:

Работа конкретного компонента и цепи (продолжение):

Бывают ситуации, когда из-за нагрузки дизельного двигателя и внешних условий естественное конвективное охлаждение оказывается недостаточным для понижения температуры воздуха в камере сгорания ниже 105оF. В этом случае DS3 запрограммировано на активацию обоих воздушных вентиляторов для обеспечения принудительного охлаждения посредством направления большего объема воздуха через воздухо-воздушный охладитель. Если после открывания обеих жалюзи и 30-секундной задержки MAT указывает на продолжающееся повышение температуры воздуха в камере сгорания, то DS3 первоначально включит один из вентиляторов. Последовательность работы вентиляторов меняется во избежание излишней цикличности или работы одного вентилятора.

Страница 17:

Работа конкретного компонента и цепи (продолжение):

Предположим, что AAF1 выбран первым для обеспечения принудительного воздушного охлаждения воздухо-воздушного охладителя. DS3 подает команду на выполнение этого действия путем отправки сообщения CIO-панели по сети ARCNet. По этой команде CIO активирует FC1 для подачи питания на AAF1. При активации FC1 посылает сигнал обратной связи на CIO, означающий изменение в состоянии контактора. CIO посылает сообщение по ARCNet на DS3, информируя его о состоянии контактора. При активации FC1 подается питание на AAF1 и он начинает перемещать воздух в объеме, превышающем естественную конвекцию. Бортовой дисплей запрограммирован на закрывание обеих жалюзи после включения первого воздушного вентилятора. DS3 посылает CIO-панели команду по ARCNet на выключение всех электромагнитных клапанов жалюзи. В этот момент, если MAT указывает на превышение температуры воздуха в камере сгорания 105оF после закрывания обеих жалюзи и 30-секундной

задержки, DS3 повторно открывает жалюзи.

Страница 18:

Работа конкретного компонента и цепи (продолжение):

Предположим, что на этот раз выбрана жалюзи на стороне В, DS3 подает команду на выполнение этого действия путем отправки сообщения CIO-панели по сети ARCNet. В ответ, CIO активирует электромагнитные клапаны AAS2 и AAS2A для открывания жалюзи на стороне В. Благодаря этому открывается путь перемещения большого объема воздуха вентилятором, понижающий температуру воздуха в камере сгорания, протекающего через воздуховоздушный охладитель. По истечении 30 секунд, если охлаждение недостаточно понижает температуру воздуха в камере сгорания, то DS3 откроет вторую жалюзи для того, чтобы вентилятор перемещал максимально возможный объем воздуха. На схеме изображены активные цепи электромагнитных клапанов, создающих давление подачи воздуха для сохранения обеих жалюзи в открытом положении.

Страница 19:

Работа конкретного компонента и цепи (продолжение):

Если температура воздуха в коллекторе превышает 105°F при работе одного воздушного вентилятора и открытых обеих жалюзи, то после второй 30-секундной задержки DS3 приступит к включению воздушного вентилятора. В нашем случае, это - AAF2. Для запуска процесса DS3 посылает сигнал CIO по ARCNet и CIO включает FC2. При активации FC2 посылает сигнал обратной связи на CIO, означающий изменение в состоянии контактора. С активированным FC2 питание подается на AAF2 для создания дополнительного движения воздуха и охлаждения через воздуховоздушный охладитель. Теперь бортовой дисплей запрограммирован на закрывание одной жалюзи после включения второго воздушного вентилятора. DS3 посылает CIO-панели команду по ARCNet на выключение всех электромагнитных клапанов одной из жалюзи.

Страница 20:

Работа конкретного компонента и цепи (продолжение):

В качестве нашего примера примера мы рассмотрим жалюзи на стороне В. После того, как закрылись жалюзи на стороне В, DS3 выжидает 30 секунд и затем проверяет данные датчика MAT. Если MAT указывает на то, что температура воздуха в камере сгорания превышает 105°F, то DS3 снова откроет жалюзи. Когда температура воздуха в коллекторе опускается ниже 95°F, DS3 выполняет действия в последовательности, описанной выше, но в обратном порядке. Так как показания MAT не превышают 95°F, каждое положение жалюзи

определяется командами до тех пор, пока жалюзи не достигнут минимальной конфигурации. Если показания МАТ не превышают порогового значения, то первый включенный вентилятор выключается и жалюзи переходят в полностью открытое положение по команде. Если требуется меньший поток воздуха, то подаются команды на положения жалюзи, которые уменьшают поток воздуха до тех пор, пока жалюзи снова не достигнут минимальной конфигурации. Если МАТ указывает на то, что температура воздуха в камере сгорания по-прежнему, или снова, не превышает 95°F, то выключается второй вентилятор и подается команда на полностью открытое положение жалюзи. Если необходим меньший поток воздуха, тогда подается команда жалюзи на уменьшение потока воздуха до тех пор, пока они полностью не закроются или же пока показания датчика не будут превышать заданного значения 95°F.

Страница 21:

Защита двигателя воздушного вентилятора:

Определенные ограничения накладываются на работу воздушных вентиляторов для защиты компонентов двигателей и вентиляторов. Ограничения выполняются в программном обеспечении DS3. Они относятся к температурным условиям и бринеллированию.

Страница 22:

Тепловая защита воздушных вентиляторов:

Когда воздушным вентиляторам подается команда на включение, то пусковой ток, необходимый для создания пускового момента, приводит к повышению температуры двигателя. Для предотвращения перегрева двигателя работа вентиляторов ограничивается минимальным временем цикла между пусками в две минуты.

Страница 23:

Анти-бринеллирование воздушного вентилятора:

Для уменьшения вероятности деформации подшипника двигателя вентилятора и возникновения точечной коррозии на любом из вентиляторов по причине простоя - состояния, именуемого бринеллированием, - на вентилятор подается команда на включение в течение 10 секунд, если вентилятор был выключен в течении 30 минут и локомотив не находится в режиме самопроверки.

Страница 24:

Разрешение диспетчера электропитания воздушного вентилятора:

При необходимости включения воздушного вентилятора, на программное обеспечение для управления электропитанием посылается запрос (PM). Запрос

предназначен для повышения дополнительной нагрузки и для создания переходного процесса в энергосистеме. Команда запуска не будет посылаться на соответствующий контактор вентилятора до тех пор, пока РМ не даст на это разрешение. Нет необходимости посылать запрос на выключение двигателя.

Страница 25:

Самодиагностика воздушного вентилятора:

Во время самодиагностики ES44AC, воздушные жалюзи, либо на стороне А, либо на стороне В, будут устанавливаться в определенное положение по команде оператора теста. Аналогичным образом, на контакторы воздушных вентиляторов (либо FC1, либо FC2) подается мощность или обесточиваются по команде оператора. Контактторы могут тестироваться отдельно от соответствующих вентиляторов.

Страница 26:

Информация экрана монитора:

На экране монитора устройства пропуска цикла отображается информация, касающаяся системы воздушного охлаждения на локомотивах серии ES44AC. Бортовые дисплеи запрограммированы на отображение специализированных экранов мониторов, которые позволяют обслуживающему персоналу просматривать большие блоки данных о работе различных локомотивных систем на ES44AC. Информация о работе системы воздушного охлаждения отображается на экране монитора устройства пропуска цикла, доступ к которому осуществляется с экрана монитора локомотива в режиме доступа 3-го уровня. На экране монитора устройства пропуска цикла воздушные вентиляторы и система охлаждения имеют собственную область представления данных, которая поделена на разные блоки. Она представлена в нижнем левом углу экрана монитора. В таблице даются пояснения данным, представленным в блоках.

Страница 29:

Заключение:

Вы достигли конца модуля!

В этом модуле вы научились:

- Описывать различные электрические компоненты цепи системы воздушного охлаждения и их функции.
 - DS3 управляет работой цепи системы воздушного охлаждения.

- CIO обеспечивает ввод данных и вывод данных приводного механизма для DS3.
 - ECU подает данные MAT на DS3.
 - Датчик MAT определяет температуру воздуха, поступающего в камеру сгорания во впускном коллекторе.
 - Электромагнитные клапаны воздушных жалюзи (AAS2 и AAS2A) управляют работой жалюзи на стороне В локомотива ES44AC, в то время, как AAS3 и AAS3A управляет работой жалюзи на стороне А локомотива ES44AC.
 - Контактные вентиляторы FC1 и FC2 подают питание на воздушные вентиляторы.
 - Воздушные вентиляторы AAF1 и AAF2 выполняют роль охлаждающих вентиляторов для воздушно-воздушного охладителя.
- Описывать способы взаимодействия компонентов с системой воздушного охлаждения.
 - Управляющие компьютеры управляют работой контакторов вентиляторов и электромагнитных клапанов жалюзи с помощью блока ввода-вывода CIO-панели, который выдает входные данные обратной связи по положению, поступающие с контакторов вентиляторов.
 - ECU позволяет управляющим компьютерам контролировать температуру во впускном воздушном коллекторе, а также окружающие рабочие условия и обеспечивает безотказную подачу воздуха, регулируемого по температуре, который используется в двигателе GEVO.
 - Датчик MAT сообщает данные CIO-панели, которая передает измерения температуры по сети ARCNet бортовому дисплею 3.
 - CIO имеет три выхода, которые используются для обеспечения работы воздушных вентиляторов. Один выход активирует FC1, который подает питание на AAF1. Другой выход используется для активации FC2, который подает питание на AAF2.
 - CIO имеет два выхода, которые подают питание на воздушные вентиляторы и два входа, которые используются для определения состояния контакторов воздушных вентиляторов.
 - Мощность с обмотки питания вспомогательных двигателей ВГ подается на воздушные вентиляторы через соответствующие контакторы. Во время срабатывания любого из двух контакторов (FC1 или FC2) мощность подается на соответствующий двигатель воздушного вентилятора.

- Два выхода CIO приводят в действие электромагнитные клапаны, управляющие положением воздушных жалюзи.
- Излагать принцип работы цепи системы воздушного охлаждения.
 - По мере повышения температуры воздуха, сопротивление элемента в МАТ уменьшается и ECU передает эти данные на DS3.
 - Если температура превышает 105°F (41°C), то DS3 подает команду CIO на открывание одной жалюзи. Это позволяет снизить температуру благодаря естественному конвективному охлаждению.
 - Если температура воздуха в камере сгорания снова поднимается выше 105°F, то DS3 отправляет CIO-панели команду на открывание второй жалюзи. Это действие повышает естественное конвективное охлаждение.
 - Если естественное конвективное охлаждение является недостаточным для понижения температуры воздуха в камере сгорания, то DS3 активирует один или оба воздушных вентилятора для обеспечения принудительного охлаждения.
 - Если первым выбран AAF1, то CIO активирует FC1 для подачи питания на AAF1, который перемещает поток воздуха с большей скоростью. Затем, DS3 посылает CIO-панели команду на выключение всех электромагнитных клапанов жалюзи для закрытия обеих жалюзи.
 - После 30-секундной задержки, если температура воздуха в камере сгорания превышает 105°F, то DS3 повторно открывает одну или обе жалюзи для усиления охлаждения.
 - Если температура воздуха во впускном воздушном коллекторе превышает 105°F при работе одного воздушного вентилятора и открытых обеих жалюзи, то по истечении второй 30-секундной задержки, DS3 активирует FC2 для подачи питания на AAF2.

Заземление на массу

Страница 1:

Введение в заземление на массу:

Добро пожаловать в модуль «Заземление на массу» углубленного курса «Электрические системы ES44AC». Круг вопросов, который постоянно беспокоит обслуживающий персонал на локомотивах, составляет определение и локализация замыканий на массу. На локомотивах, которые предшествовали электрическому вспомогательному оборудованию и компьютерным технологиям, циркулирующие токи замыкания в тяговой системе локомотива определялись катушкой реле, которая при активации могла подавать сигнал или включать свет и/или обесточивать цепь питания тяговой установки. На ES44AC замыкания на корпус могут происходить в цепях вспомогательной системы, а также цепях тяговой системы. На ES44AC автоматизированная система управления обнаруживает токи замыкания в цепях тяговой и вспомогательной систем, определяет тип замыкания на массу (переменный или постоянный ток), измеряет его степень серьезности, и затем предпринимает соответствующие меры по защите от причинения вреда персоналу и повреждения оборудования. В этом модуле будет разъяснен способ обнаружения замыкания на массу на ES44AC.

По завершении данного модуля вы сможете:

- Определять компоненты, которые составляют цепь обнаружения замыкания на массу.
- Определять функции каждой цепи обнаружения замыкания на массу.
- Определять реакцию системы управления ES44AC при замыкании на массу в каждой цепи обнаружения замыкания на массу.

Страница 2:

Цепи обнаружения замыкания на массу вспомогательного генератора:

Когда локомотивы перешли на автоматизированные системы управления, желательно было устранить релейную систему обнаружения замыкания на массу тяговой системы. Новая схема обнаружения замыкания позволяет системе управления определять тип и степень серьезности замыканий на массу в цепях питания тяговой и вспомогательной системы, с тем, чтобы она могла предпринимать соответствующие меры по защите персонала и оборудования. Устройство, названное модулем обнаружения замыкания на массу (GDM, от англ. Ground Detection Module), было спроектировано и использовалось на локомотивах серии Dash 8 и Dash 9. На локомотивах серии AC4400 более ранних

конструкций также использовался GDM, как и на локомотивах Dash 8 и Dash 9. Позднее из локомотивов AC4400 была удалена схема обнаружения замыкания на массу тяговой системы из GDM для придания компьютерной системе больших возможностей по локализации неисправностей. Усилия по улучшению локализации замыкания на массу на ES44AC еще больше потребовали создания новой конструкции цепи обнаружения замыкания на массу.

Страница 3:

Ослабитель напряжения в цепи обнаружения замыкания на массу генератора переменного тока (GDA):

Вместо продолжения использования GDM, как на локомотивах ранних серий, система обнаружения замыкания на массу на ES44AC использует новую электронную монтажную плату, которая сначала проектировалась для системы управления на AC6000. Эта схема называется ослабителем напряжения в цепи обнаружения замыкания на массу генератора переменного тока (GDA) и расположена в зоне управления 4 (CA4). Как следует из названия устройства, назначение обнаружения замыкания на массу генератора переменного тока вполне очевидно – за исключением того, что мы не знаем к какому генератору переменного тока он относится. В данном случае, это - вспомогательный генератор (ВГ). Причина, по которой она называется «ослабителем», связана с внутренними цепями устройства. Каждый блок резисторов на монтажной плате используется в качестве ослабителя напряжения или делителя напряжения. Ослабители и делители выдают напряжения, которые измеряются автоматизированной системой управления на ES44AC. По напряжениям, измеряемым цепями ослабителей, компьютеры могут определять, происходят ли замыкания на массу на локомотиве.

Страница 4:

Цепи обнаружения замыкания на массу ВГ – Компоненты:

GDA является частью нескольких цепей, которые используются на ES44AC для обнаружения замыканий на массу на трех выходных цепях ВГ. Схема GDA, так как она подключена в данные цепи, представлена на рисунке.

Страница 5:

Нейтраль обмотки питания вспомогательных двигателей:

ВГ имеет три отдельные выходные обмотки. Одна подает трехфазный переменный ток на семь двигателей переменного тока, которые приводят в действие некоторые вспомогательные системы на ES44AC. Нейтраль обмотки питания вспомогательных двигателей представляет собой нейтраль (отвод от средней точки) обмотки питания вспомогательных двигателей.

Страница 6:

Нейтраль обмотки ВГ для питания возбуждения:

Нейтраль обмотки ВГ для питания возбуждения является точкой подключения отвода от средней точки обмотки ВГ для питания возбуждения.

Страница 7:

BATT+ и BATT-:

Положительный и отрицательный выводы аккумуляторной батареи представляют собой положительную и отрицательную стороны аккумуляторной батареи.

Страница 8:

CIO:

Объединенная панель ввода-вывода (CIO) является микропроцессорной панелью на ES44AC, которая способна считывать аналоговые напряжения на локомотиве (в данном случае, вызываемые циркулирующими токами замыкания на массу в чувствительных резисторах в GDA) и преобразовывать их в цифровую информацию. CIO преобразовывает цифровые данные в сигналы ARCNet и посылает их на бортовой дисплей 3 (DS3). CIO обнаруживает три отдельных напряжения: одно - для питания вспомогательных двигателей, другое - для питания возбуждения, и третье - для цепи зарядного устройства аккумуляторной батареи.

Страница 9:

Цепи обнаружения замыкания на массу ВГ – Компоненты (продолжение):

Учитывая объяснения, приведенные выше, разумно предположить, что GDA отслеживает цепи ВГ - питания вспомогательных двигателей и питания возбуждения - на наличие замыканий на массу посредством поиска токов, циркулирующих некоторым образом к и от нейтральной точки на соответствующих выходных обмотках ВГ. Цепь зарядки аккумуляторной батареи отличается, поскольку GDA определяет напряжения, которые присутствуют на выводах аккумуляторной батареи.

Страница 10:

Обнаружения замыкания на массу в цепи аккумуляторной батареи:

В отличие от концепции, которая применяется к обнаружению замыканий на массу в цепях аккумуляторных батарей локомотивов Dash 9 и AC4400, которые только производят поиск замыканий на массу в цепях переменного тока, превышающие среднеквадратичное напряжение 26 Вольт ($V_{CP.KB.}$), система управления ES44AC чувствительна к и направлена на любые замыкания на

массу, которые происходят в цепи зарядки аккумуляторной батареи. Цепь обнаружения замыкания на массу регистрирует замыкания в цепях переменного и постоянного токов и указывает на степень серьезности каждого типа.

Страница 11:

Цепь обнаружения замыкания на массу зарядного устройства аккумуляторной батареи:

На схеме цепи обнаружения замыкания на массу зарядного устройства аккумуляторной батареи изображена резистивная цепочка на GDA, состоящая из трех резисторов, соединенных последовательно. Они подключаются параллельно в выводы аккумуляторной батареи, когда батарейный коммутатор замкнут. Если в цепях аккумуляторной батареи и зарядки аккумуляторной батареи не происходит замыкания на массу, то напряжения, измеряемые на входных точках объединенной панели ввода-вывода (CIO), учитывая, что напряжение на выводах аккумуляторной батареи равно $74 V_{DC}$, приводятся в таблице. Резисторы в GDA были выбраны для получения этих напряжений, поскольку входы А и В являются дифференциальными (вычитающими), разность напряжений между которыми не может составлять более $15 V$. Разность напряжений между А и В, V_{A-B} , составляет $2,68 V_{DC}$. Когда входы CIO определяют, что $V_{A-B} = 2,6 - 2,7 V_{DC}$, то система зарядки аккумуляторной батареи работает в пределах допуска, с отсутствием замыканий на массу.

Страница 12:

Работа цепи зарядки аккумуляторной батареи при замыкании на массу:

В системе зарядки аккумуляторной батареи могут происходить замыкания на массу разных типов. Принципиальная схема, на которой изображены упрощенные условия замыкания на массу, представлена здесь.

Страница 13:

Замыкание на массу в цепи постоянного тока на положительной стороне системы зарядки аккумуляторной батареи:

тот случай изображен в цепи в виде заземления на массу через паразитный резистор утечки R_{G+} . В случае подобного замыкания ток утечки будет течь от положительного вывода аккумуляторной батареи через резистор утечки на массу, а затем через резистор 2 кОм , установленный у отрицательного вывода аккумуляторной батареи. Экстраток, протекающий через резистор, повышает на нем напряжение, что приводит к понижению напряжения на двух остальных резисторах - 150 Ом и 2 кОм . CIO измеряет сдвиги напряжения на входах А и В и посылает данные бортовому дисплею 3 (DS3).

Страница 14:

Замыкание на массу в цепи постоянного тока на отрицательной стороне системы зарядки аккумуляторной батареи:

Этот случай изображен в цепи в виде заземления на массу через паразитный резистор утечки R_G . В случае подобного замыкания ток утечки будет течь от отрицательного вывода аккумуляторной батареи через резистор утечки на массу, а затем через резисторы 150 Ом и 2 кОм, установленные у положительного вывода аккумуляторной батареи. Экстраток, протекающий через эти два резистора, повышает напряжение на этой паре, что приводит к понижению напряжения на другом резисторе 2 кОм. CIO измеряет сдвиги напряжения и посылает данные на DS3. В обоих условиях замыкания на массу в цепи постоянного тока, если замыкание на массу происходит в любом рабочем режиме помимо самодиагностики, DS3 не предпринимает никаких действий. Если ES44AC находится в режиме самодиагностики и происходит замыкание на массу, тогда DS3 регистрирует неограничивающий инцидент для информирования обслуживающего персонала о данном состоянии.

Страница 15:

Замыкание на массу источника переменного тока в системе зарядки аккумуляторной батареи:

Этот случай представлен в цепи в виде паразитного источника переменного напряжения. В случае подобного замыкания ток утечки будет течь от части с переменным током цепи зарядки аккумуляторной батареи на массу, а затем либо через резистор 150 Ом, либо 2 кОм, установленные у положительного вывода аккумуляторной батареи, или резистор 2 кОм, установленный у отрицательного вывода аккумуляторной батареи. Экстраток, протекающий через эти резисторы, изменяет в них напряжение добавлением переменной составляющей тока. CIO измеряет это изменение переменного напряжения и посылает данные на DS3. Если амплитуда напряжения меньше 50 В_{СР.КВ.} или максимум 71 В ($V_{\text{Макс}}$), то бортовой дисплей не предпринимает никаких действий. Если напряжение замыкания на массу в цепи переменного тока равняется или превосходит пороговое значение, то бортовой дисплей запускает процесс локализации источника переменного напряжения путем выключения контроллера зарядки аккумуляторной батареи (BCC).

- а. Если переменное напряжение по-прежнему присутствует, то есть переменное напряжение появляется после того, как BCC и система управления не могут отключить его, то DS3 регистрирует неограничивающий инцидент и повторно включает BCC.

- b. Если переменное напряжение исчезает, указывая на то, что ВСС является источником, то DS3 повторно включает ВСС. Если переменное напряжение появляется снова, то DS3 определяет, превышает ли его амплитуда $100 V_{\text{СР. КВ.}}$ или $141 V_{\text{Макс.}}$. Если амплитуда меньше этого значения, то регистрируется неограничивающий инцидент и ВСС остается включенным. Если амплитуда превышает верхнее пороговое значение, то DS3 повторно выполняет процедуру проверки. Если переменное напряжение по-прежнему превышает верхнее пороговое значение, то ВСС выключается и в течении 30 секунд издается предупредительный сигнал, предупреждающий технический и обслуживающий персонал локомотива. Ограничение с ВСС снимается по истечении одного часа, затем DS3 подает команду ВСС на включение, таким образом бортовой дисплей может проводить повторную проверку на длительное наличие замыкания на массу в цепи переменного тока.

Страница 19:

Обнаружения замыкания на массу в цепи вспомогательного двигателя:

На ES44AC установлено семь разных двигателей переменного тока в системах дизельного двигателя и вспомогательных системах обеспечения. Питание на эти двигатели подается с отдельной обмотки ВГ и система управления локомотива выполняет проверку на наличие замыкания на массу в цепях двигателей и питания. В цепи питания вспомогательного двигателя, неисправности заземления носят характер переменного тока, и GDA (устройство обнаружения заземления) определяет степень их тяжести.

Страница 20:

Цепь обнаружения замыкания на массу в цепи питания вспомогательных двигателей:

На схеме цепи обнаружения замыкания на массу в цепи питания вспомогательных двигателей, отображаемой на дисплее, показана резисторная сборка, состоящая из двух резисторов, соединенных последовательно. Они подключаются между нулевым выводом обмотки ВГ питания вспомогательных двигателей и заземленным корпусом локомотива ES44AC. Если в цепях питания вспомогательных двигателей нет замыкания на массу, то дифференциальное напряжение в резисторе 150 Ом равно нулю, согласно измерениям на двух входах CIO. Если в цепях питания вспомогательных двигателей есть замыкание на массу, то в цепях будет присутствовать дифференциальное напряжение и CIO произведет его измерение. Значения резисторов в измерительной сети выбираются для сохранения входного дифференциального напряжения на уровне ниже 15 В. Фактически, даже в самом тяжелом случае,

дифференциальное напряжение не должно превышать 12 В.

Страница 21:

Работа цепи питания вспомогательных двигателей при замыкании на массу:

В системе питания вспомогательных двигателей могут происходить замыкания на массу разных типов. На рисунке представлена принципиальная схема, на которой изображены упрощенные состояния замыкания на массу.

Страница 22:

Замыкание на массу на ВГ, АВМ, ЕМ и/или кабеле от ВГ к этим устройствам:

Этот случай представлен в цепи в виде обозначенного пунктирной линией заземления на массу через резистор утечки R_{G1} , обозначенный как пример замыкания на массу № 1. При возникновении такой неисправности ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 5K Ом. Как правило, это - переменный ток. Ток, протекающий через эти два резистора, приводит к появлению напряжения на паре. В частности, напряжение на резисторе 150 Ом измеряется CIO-панелью, которая посылает данные на бортовой дисплей 3 (DS3).

Страница 23:

Замыкание на массу на RF1, CDM, TMB и/или кабелях, идущих к этим устройствам:

Этот случай представлен в цепи в виде обозначенного пунктирной линией заземления на массу через резистор утечки R_{G2} , обозначенный как пример замыкания на массу № 2. При возникновении такой неисправности ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 5K Ом. Ток, протекающий через два резистора, вызывает напряжение во всей паре. В частности, CIO измеряет напряжение на резисторе 150 Ом и посылает эту информацию на DS3.

Страница 24:

Заземление на массу на RFC1 или TBC:

Этот случай представлен в цепи в виде обозначенного пунктирной линией заземления на массу через резистор утечки R_{G3} , обозначенный как пример замыкания на массу № 3. При возникновении такой неисправности ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 5K Ом. Это может быть либо переменный, либо постоянный ток. Ток, протекающий через эти два резистора, приводит к появлению напряжения на паре. В частности, CIO измеряет напряжение на резисторе 150 Ом. Затем, CIO посылает эту информацию по сети ARCNet на бортовой дисплей

3.

Страница 25:

Особое состояние замыкания на массу в цепи питания вспомогательного двигателя:

В случае возникновения замыкания на массу ранее обсуждаемых типов, ES44AC не предпринимает в отношении этого никаких действий, кроме регистрации данного замыкания в качестве неограничивающего инцидента. Замыкание на массу в воздушном вентиляторе 1 (AAF1), воздушном вентиляторе 2 (AAF2) и/или кабелях, идущих от ВГ к данным устройствам, является особым состоянием примера замыкания на массу № 1, которое будет упоминаться на данном этапе. При возникновении такой неисправности ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 5К Ом. Ток, протекающий через эти два резистора, приводит к появлению напряжения на паре. В частности, напряжение на резисторе 150 Ом измеряется СЮ-панелью, которая посылает данные на бортовой дисплей 3 (DS3). При появлении напряжения замыкания на массу оно бортовой дисплей 3 связывает его с работой одного или двух воздушных вентиляторов во время локализации. Если во время замыкания на массу работает один двигатель, то предполагается, что он является источником замыкания на массу. Если работают оба двигателя, то они выключаются поочередно. Если во время исчезновения замыкания на массу один двигатель выключен, то предполагается, что он является источником замыкания. На работу воздушного вентилятора, вызывающего замыкание на массу, накладывается ограничение и регистрируется инцидент.

Страница 26:

Обнаружения замыкания на массу в цепи возбуждения:

Как и в большинстве локомотивов построенных после Dash 8s, ES44AC имеет две разных цепи возбуждения генераторов переменного тока. Одна предназначена для вспомогательного генератора, а другая - для тягового генератора. Питание на эти цепи возбуждения подается с отдельной обмотки ВГ и система управления ES44AC выполняет проверку на наличие замыкания на массу в этих цепях. По своему характеру эти замыкания на массу являются замыканиями переменного или постоянного тока, поэтому GDA обнаруживает оба типа и определяет степень их серьезности.

Страница 27:

Цепь обнаружения замыкания на массу в обмотках возбуждения:

На схеме цепи обнаружения замыкания на массу в обмотках возбуждения, отображаемой на дисплее, показана резисторная сборка, состоящая из двух

резисторов, соединенных последовательно. Они подключаются между нулевым выводом обмотки ВГ питания возбуждения и заземленным корпусом локомотива ES44AC. Если в цепях возбуждения нет замыкания на массу, то дифференциальное напряжение в резисторе 150 Ом равно нулю, согласно измерениям на двух входах CIO. Если же есть замыкание на массу в цепях возбуждения, то в цепях будет присутствовать дифференциальное напряжение и CIO произведет его измерение. Резисторы в измерительной сети выбираются для сохранения входного дифференциального напряжения на уровне ниже 15 В. Фактически, даже в самом тяжелом случае, дифференциальное напряжение не должно превышать 5 В.

1. Отказы заземления питания возбуждения
2. Обмотка ТА
3. Обмотка ВГ
4. Питающие обмотки ВГ

Страница 28:

Работа цепи возбуждения при замыкании на массу:

На рисунке представлена принципиальная схема, на которой изображены упрощенные состояния замыкания на массу. В цепях возбуждения могут происходить замыкания на массу трех разных типов.

Страница 29:

Замыкание на массу в кабеле, идущем от ВГ к ТАС и ААС:

Этот случай представлен в цепи в виде обозначенного пунктирной линией заземления на массу через паразитный резистор утечки R_{G1} , обозначенный как пример замыкания на массу № 1. При возникновении такой неисправности ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 2К Ом. Как правило, это - переменный ток. Ток, протекающий через эти два резистора, приводит к появлению напряжения на паре. В частности, напряжение на резисторе 150 Ом измеряется CIO-панелью, которая посылает эту информацию на DS3.

Страница 30:

Замыкание на массу на выходе ТАС или ААС:

Этот случай представлен в цепи в виде обозначенного пунктирной линией заземления на массу через резистор утечки R_{G2} , обозначенный как пример замыкания на массу № 2. При возникновении такой неисправности ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 2К Ом. Как правило, это - постоянный ток. Ток, протекающий через эти два резистора, приводит к появлению напряжения на паре. В

частности, CIO измеряет напряжение на резисторе 150 Ом.

Страница 31:

Замыкание на массу в ААС или ТАС:

Этот случай представлен в цепи в виде обозначенного пунктирной линией заземления на массу через резистор утечки R_{G3} , обозначенный как пример замыкания на массу № 3. При возникновении такой неисправности ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 2К Ом. Это может быть либо переменный, либо постоянный ток. Ток, протекающий через эти два резистора, приводит к появлению напряжения на паре. В частности, CIO измеряет напряжение на резисторе 150 Ом.

Страница 32:

Работа цепи возбуждения при замыкании на массу (продолжение):

Во всех случаях замыканий на массу, рассмотренных ранее, ES44AC обычно регистрирует замыкание на массу как неограничивающий инцидент. Система управления не предпринимает никаких действий, пока в устройстве в этой части цепи не возникнут другие проблемы, которые могут повлиять на работу локомотива.

Страница 33:

Обнаружения замыкания на массу в цепи тяговой системы:

Обнаружение замыкания на массу тяговой системы на ES44AC является логическим расширением и улучшением системы, которая использовалась на локомотивах серии AC4400 CAH-модификации. Методы, используемые на ES44AC, позволяют системе управления при необходимости управлять локомотивом при наличии замыкания на массу в силовой установке, при необходимости защищать персонал и оборудование и предлагать способы ремонта.

Страница 34:

Цепь обнаружения замыкания на массу в тяговой системе:

На схеме цепи обнаружения замыкания на массу в тяговой системе показан только один элемент реостата (всего их может быть от трех до шести) и только один из шести инверторов, использующихся для питания тяговых электродвигателей (ТМ) ES44AC. Цепь для обнаружения замыкания на массу в тяговой системе состоит из двух основных частей - двух резистивных цепей и блока понижения напряжения 8 (VAM8).

Страница 35:

Две резистивные цепи:

Две резистивные цепи (R100 и R101) выполняют роль делителя напряжения между положительной и отрицательной сторонами главной шины. Центр цепи делителя соединен с корпусом локомотива через GDA. Когда в любой из резистивных цепей отсутствует ток замыкания на массу, то напряжение в центре будет составлять половину напряжения на главной шине.

Страница 36:

VAM8:

VAM8 - это устройство, которое понижает высокое напряжение (переменного или постоянного тока) до сравнительно низкого значения, пригодного для обработки компьютером. Он передает сигналы центральной панели ввода-вывода (CIO), предоставляющие возможность управляющей электронике тепловоза ES44AC измерить разницу напряжений на главной шине и экипажной части. При отсутствии замыканий на массу в цепях тяговой системы напряжение, измеряемое CIO-панелью от VAM8, должно составлять половину напряжения, подаваемого на главную шину от положительной стороны к отрицательной.

Страница 37:

Работа цепи тяговой системы при замыкании на массу:

На рисунке изображены четыре разных типа замыканий на массу, которые могут происходить в цепях тяговой системы.

Страница 38:

Замыкание на массу в ТА:

Этот случай представлен в цепи в виде обозначенного пунктирной линией заземления на массу через паразитный резистор утечки R_{G1} . В случае подобного замыкания ток утечки будет течь через резистор утечки на массу, а затем через резисторы R100 или R101. Это - переменный ток. Ток, проходящий через резистор R100 или R101, способствует подаче переменного напряжения на оба резистора, он также возникает на выходе VAM8. Наличие данного переменного напряжения определяется CIO-панелью, сообщение о котором отправляется бортовому дисплею 3. В случае возникновения замыкания на массу данного типа, ES44AC выполнит защитное действие, исходя из степени серьезности замыкания на массу. Это защитное действие может включать понижение выходного тока тягового генератора (ТА) или выключение ТА до устранения замыкания.

Страница 39:

Замыкание на массу в преобразователях, регулирующем и распределительном оборудовании:

Этот случай представлен в цепи в виде обозначенного пунктирной линией заземления на массу через резистор утечки R_{G2} . В случае подобного замыкания ток утечки будет течь через резистор утечки R_{G2} на массу, а затем либо через резистор R100, либо R101. Как правило, это - постоянный ток, но может быть и переменный. Ток, проходящий через один из двух резисторов, вызывает дополнительное падение напряжения на определенном резисторе.

Дополнительное падение напряжения вызовет изменение в выходном напряжении VAM8. Например, если замыкание на массу R_{G2} происходит в месте, указанном на рисунке, тогда постоянное напряжение на резисторе R100 увеличивалось бы из-за повышенного постоянного тока, который бы он пропускал. CIO-панель считывала бы повышение на выходе VAM8 и затем посылала информацию на DS3. Если вместо этого происходит R_{G2} , которое выводит из строя положительную сторону главной шины, то постоянное напряжение на R101 увеличивалось бы из-за повышенного постоянного тока, который бы он пропускал. Понижение напряжения на R100 определялось бы CIO-панелью, сообщение о котором отправлялось бы бортовому дисплею 3. В случае возникновения замыкания на массу данного типа, ES44AC выполнит защитное действие, исходя из степени серьезности замыкания на массу. Это защитное действие обычно заключается в управлении напряжением в тяговой системе, которое генерируется и подается на главную шину таким образом, что напряжение, измеряемое в VAM8, не превышает 875 В, а защитное действие может включать выключение тяговой системы до устранения замыкания.

Страница 40:

Замыкание на массу в цепи реостатного торможения:

Этот случай представлен в цепи в виде обозначенного пунктирной линией заземления на массу через R_{G3} . В случае подобного замыкания ток утечки будет течь через резистор утечки на массу, а затем через резисторы R100 или R101. Как правило, это - постоянный ток, но может быть и переменный. Схема обнаружения данного типа замыкания на массу аналогична схеме в случае № 2, за исключением того, что если ES44AC приходится предпринимать защитное действие, то оно может включать отключение определенного блока резисторов реостатного торможения, на котором происходит замыкание на массу, путем его локализации. Это осуществляется путем открывания соответствующих контакторов реостатного торможения (DB) до устранения неисправности на резисторе.

Страница 41:

Замыкание на массу в цепях инверторов и ТМ:

Этот случай представлен в цепи в виде обозначенного пунктирной линией заземления на массу через R_{G4} . В случае подобного замыкания ток утечки будет течь через резистор утечки на массу, а затем через резисторы R100 или R101. Как правило, это - переменный ток, но может быть и постоянный. Ток, проходящий через резистор R100 или R101, способствует подаче переменного напряжения на оба резистора, он также возникает на выходе VAM8. Наличие данного переменного напряжения определяется CIO-панелью, сообщение о котором отправляется бортовому дисплею 3. В случае возникновения замыкания на массу данного типа, ES44AC выполнит защитное действие, исходя из степени серьезности замыкания на массу. Это защитное действие может включать выключение инвертора и ТМ, на которых происходит замыкание на массу. Локализация замыкания производится до его устранения.

Страница 45:

Заключение:

Вы достигли конца модуля!

В этом модуле вы научились:

- Определять компоненты, которые составляют цепь обнаружения замыкания на массу.
 - На ES44AC компьютерная система управления обнаруживает циркулирующие токи заземления в силовых и вспомогательных силовых цепях, определяет тип неисправности заземления (переменный или постоянный ток), измеряет его серьезность, а затем предпринимает соответствующие действия для защиты персонала и повреждения оборудования.
 - Усилия по улучшению защиты от возникновения неисправностей заземления на ES44AC привели к необходимости разработки новой схемы обнаружения неисправностей заземления.
 - Компонентами, которые составляют цепь обнаружения замыкания на массу, являются нейтраль обмотки питания вспомогательных двигателей, нейтраль обмотки питания возбуждения, положительный и отрицательный выводы аккумуляторной батареи и объединенная панель ввода-вывода (CIO).
 - Нейтральная точка обмоток питания вспомогательного двигателя представляет собой нейтральную точку (центральный отвод) на обмотках питания вспомогательного двигателя.

- Нейтральная точка обмотки питания возбуждения - это точка подключения центрального ответвителя обмотки питания возбуждения АА.
 - Плюс и минус на аккумуляторе представляют собой положительную и отрицательную стороны аккумулятора.
 - Панель консолидированного ввода/вывода (CIO) - это микропроцессорная панель на ES44AC, способная считывать аналоговые напряжения на локомотиве (в данном случае вызванные циркулирующими токами при неисправности заземления в чувствительных резисторах GDA) и преобразовывать их в цифровую информацию. CIO преобразует цифровые данные в сигналы ARCNet и отправляет их на интеллектуальный дисплей 3 (DS3). CIO обнаруживает три отдельных напряжения: одно для питания вспомогательного двигателя, другое для питания возбуждения и третье для цепи зарядного устройства.
- Определять функции каждой цепи обнаружения замыкания на массу.
 - В цепи зарядки аккумуляторной батареи цепь обнаружения замыкания на массу регистрирует замыкания в цепях переменного и постоянного токов и указывает на степень серьезности каждого типа.
 - При замыкании на массу в цепи постоянного тока на положительной и отрицательной стороне системы зарядки аккумуляторной батареи, CIO измеряет сдвиги напряжения и посылает данные на DS3.
 - При замыкании на массу источника переменного тока в системе зарядки аккумуляторной батареи, CIO измеряет изменение переменного напряжения и посылает данные на DS3. Если напряжение замыкания на массу в цепи переменного тока равняется или превосходит пороговое значение, то бортовой дисплей запускает процесс локализации источника переменного напряжения путем выключения контроллера зарядки аккумуляторной батареи (BCC).
 - В цепи питания вспомогательного двигателя неисправности заземления представляю собой переменный ток. Атенюатор обнаружения земли (GDA) определяет степень тяжести.
 - При неисправности заземления вспомогательного генератора (АА), двигателя обдува генератора (АВМ), двигателя выхлопной трубы (ЕМ) и/или кабеля от АА к этим устройствам ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 5K Ом . Ток, протекающий через два резистора,

вызывает появление напряжения во всей паре. В частности, напряжение, протекающее через резистор 150 Ом измеряется CIO, который отправляет данные на интеллектуальный дисплей 3 (DS3). При замыкании на массу на главном вентиляторе 1 (RF1), приводном двигателе компрессора (CDM), вентиляторе тяговых двигателей (TMB) и/или кабеле, идущем к этим устройствам, CIO измеряет сдвиги переменного напряжения и посылает эту информацию на DS3.

- При неисправности заземления вентилятора радиатора 1 (RF1), двигателя привода компрессора (CDM), обдува тягового двигателя (TMB) и/или кабелей к этим устройствам ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 5K Ом. Ток, протекающий через два резистора, вызывает напряжение во всей паре. В частности, CIO измеряет напряжение через 150 Ом резистора и отправляет информацию на DS3.
- При неисправности заземления контроллера вентилятора радиатора 1 (RFC1) или контроллера вентилятора тяги (TBC) ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 5K Ом. Ток, протекающий через два резистора, вызывает напряжение во всей паре. В частности, CIO измеряет напряжение на резисторе 150 Ом. Затем, CIO посылает эту информацию по сети ARCNet на бортовой дисплей 3.
- При неисправности заземления вентилятора воздушной вентиляции 1 (AAF1), вентилятора воздушной вентиляции 2 (AAF2) ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 5K Ом. Ток, протекающий через два резистора, вызывает появление напряжения во всей паре. В частности, напряжение, протекающее через резистор 150 Ом измеряется CIO, который отправляет данные на интеллектуальный дисплей 3 (DS3).
- В цепи возбуждения замыкания на массу могут быть по своему характеру замыканиями переменного или постоянного тока, поэтому GDA обнаруживает оба типа и определяет степень их серьезности.
 - При неисправности заземления в кабеле от AA к контроллеру тягового генератора (TAC) и контроллеру вспомогательного генератора (AAC) ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 2K Ом. Обычно это переменный ток. Ток, протекающий через два резистора, вызывает скачок напряжения во всей паре. В частности,

напряжение через 150 Ом измеряется CIO, который отправляет информацию на DS3.

- При возникновении неисправности заземления на выходе ТАС или ААС ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 2К Ом. Обычно это постоянный ток. Ток, протекающий через два резистора, вызывает появление напряжения во всей паре. В частности, CIO измеряет напряжение через резистор 150 Ом.
- При возникновении неисправности заземления в ААС или ТАС ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через резисторы 150 Ом и 2К Ом. Это может быть либо переменный или постоянный ток. Ток, протекающий через два резистора, приводит к появлению напряжения во всей паре. В частности, CIO измеряет напряжение через резистор 150 Ом.
- В контуре двигательной установки, неисправности заземления могут быть как переменного, так и постоянного тока. Схема для обнаружения неисправности заземления в двигательной установке состоит из двух основных частей - двух резисторных сетей и модуля ослабления напряжения 8 (VAM8).
 - При неисправности заземления в тяговом генераторе(ТА) ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через R100 или R101. Это переменный ток. Ток, протекающий через R100 или R101, вызывает переменное напряжение через оба резистора, которое появится и на выходе VAM8. Наличие этого напряжения переменного тока воспринимается CIO и передается на DS3.
 - При неисправности заземления в оборудовании преобразования, кондиционирования и распределения электроэнергии ток утечки будет протекать через RG2 на землю шасси, а затем через R100 или R101. Обычно это постоянный ток, но может быть и переменный ток. Ток, протекающий через один из двух резисторов, вызывает дополнительное падение напряжения на этом резисторе. Добавленное падение напряжения вызовет изменение на выходе VAM8. Изменения напряжения на выходе VAM8 будут восприниматься CIO и передаваться на DS3.
 - При неисправности заземления в цепи динамического торможения ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через R100 или R101. Обычно это постоянный ток, но может быть и переменный.

- При возникновении неисправности заземления в инверторах и цепях тягового двигателя (ТМ) ток утечки будет протекать через резистор утечки на землю шасси, а затем через R100 или R101. Обычно это переменный ток, но может быть и постоянный. Ток, протекающий через R100 или R101, вызывает переменное напряжение через оба резистора, которое появится и на выходе VAM8. Наличие этого напряжения переменного тока воспринимается CIO и передается на DS3.
- Определять реакцию системы управления ES44AC при замыкании на массу в каждой цепи обнаружения замыкания на массу.
 - В цепи зарядки аккумуляторной батареи:
 - При замыканиях на массу в цепи постоянного тока, если замыкание на массу происходит в любом рабочем режиме помимо самодиагностики, DS3 не предпринимает никаких действий. В режиме самодиагностики DS3 регистрирует неограничивающий инцидент.
 - При замыканиях на массу в цепи переменного тока, если амплитуда напряжения меньше 50 В среднеквадратичного значения ($V_{CP. KB.}$) или максимум 71 В ($V_{Макс}$), то бортовой дисплей не предпринимает никаких действий. Если напряжение замыкания на массу в цепи переменного тока равняется или превосходит пороговое значение, то бортовой дисплей выключает ВСС.
 - В цепи питания вспомогательного двигателя:
 - При неисправностях заземления на AA, ABM, EM, RF1, CDM, TMB и/или кабелях к этим устройствам, а также при неисправностях заземления на RFC1 или TBC, ES44AC не предпринимает никаких действий, кроме регистрации этого инцидента как не ограничивающего продолжение работы.
 - При неисправности заземления на AAF1, AAF2 и/или кабелях от AA к этим устройствам DS3 связывает неисправность с работой одного или другого вентилятора "воздух-воздух" с помощью процедуры изоляции. Если в момент возникновения неисправности заземления работает один двигатель, предполагается, что именно он является источником неисправности заземления. Если оба двигателя работают, каждый из них отключается по очереди. Предполагается, что источником неисправности является тот двигатель, который выключен в момент исчезновения неисправности заземления. Работа вентилятора "воздух-воздух", вызвавшего неисправность заземления прерывается, и регистрируется инцидент.

- В цепи возбуждения:
 - При замыкании на массу в кабеле, идущем от ВГ к ТАС и ААС, на выходе ТАС или ААС, и при замыкании на массу в ААС или ТАС, ES44AC регистрирует данное событие как неограничивающий инцидент. Система управления не предпринимает никаких действий, пока в устройстве в этой части цепи не возникнут другие проблемы, влияющие на работу локомотива.
- В цепи тяговой системы:
 - При замыкании на массу в ТА, ES44AC предпринимает защитное действие, которое включает понижение выходного тока ТА или выключение ТА до устранения замыкания.
 - В случае неисправности заземления в оборудовании преобразования, кондиционирования и распределения электроэнергии ES44AC предпринимает защитные действия, контролируя напряжение силовой установки, которое генерируется и подается на главную шину так, чтобы напряжение, измеренное на VAM8, не превышало 875 В, а также отключая силовую установку до устранения неисправности.
 - При неисправности заземления в цепи динамического торможения ES44AC предпринимает защитные действия, отключая конкретную сеть динамического торможения, в которой произошла неисправность заземления, путем ее изоляции. Это делается путем размыкания соответствующих контакторов динамического торможения (DB) до тех пор, пока сеть не будет восстановлена.
 - При замыкании на массу в цепях инверторов и ТМ, ES44AC предпринимает защитное действие, которое заключается в выключении инвертора и ТМ, на котором происходит замыкание до полного устранения неисправности.