

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 независимо 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 приготовиться 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, запрашиваемого 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.