

Ремоторизация тепловозов Gm 4/4

В рамках модернизации и переоборудования двух маневровых тепловозов серии Gm 4/4 с электрической передачей железнодорожной компанией был разработан новый комплекс систем управления и регулирования. К устройствам, входящим в комплекс, следует отнести системы управления и регулирования дизеля и генератора, схему управления контакторами, блок регулирования режимов тяги и торможения, а также вспомогательного гидравлического привода. Все эти задачи были решены компанией Railtec Systems (Швейцария) в сотрудничестве со специалистами депо компании-владельца Montreux-Oberland bernois (MOB) в г. Шернекс.

Отделение Golden Pass Services компании MOB эксплуатирует два тепловоза серии Gm 4/4 с электрической передачей. Эти локомотивы выпуска 1976 и 1982 гг. были оборудованы дизелем V12-Pouaud мощностью 485 кВт, который приводил во вращение трехфазный синхронный генератор компании Leroy-Somer. Через два выпрямителя питание подавалось на тяговые двигатели постоянного тока.

С помощью прямого воздействия на топливный насос регулировалась подача топлива. Тем самым изменялась частота вращения дизеля. Релейная схема, переключающая группы резисторов, регулировала работу генератора в зависимости от частоты вращения дизеля и скорости движения локомотива.

Новая компоновка тяговых цепей

Дизели

Опыт использования тепловозов показал, что они эксплуатируются преимущественно в режимах низкой скорости движения. По этой причине было решено реализовать схему питания тяговых двигателей с помощью двух менее мощных дизель-генераторных агрегатов,

каждый из которых соединен с выпрямителем. Благодаря этому при низкой скорости движения локомотив может эксплуатироваться лишь с одним дизель-генераторным агрегатом. В цепях тяговых двигателей, включенных последовательно, схема обеспечивает величину тока, необходимую для создания заданной силы тяги. Только в диапазоне более высоких значений скорости движения или при максимальной силе тяги должны работать оба дизель-генераторных агрегата.

На тепловозах установлены по два рядных шестицилиндровых дизеля компании Scania мощностью 316 кВт каждый, оборудованных системой электронного регулирования впрыска через насос-форсунку (Pumpe-Düse-Einspritzung или PD-впрыск). Каждый дизель приводит во вращение один синхронный генератор компании Leroy-Somer. Для гидростатического привода вентиляторов, охлаждающих радиаторные блоки дизеля и тяговые двигатели, а также насоса вакуумного усилителя тормоза (вакуум-насос) к каждому из дизелей крепятся на фланцах по два гидравлических насоса. Один из них используется для привода вентиляторных агрегатов дизелей, второй — для вакуум-насоса и вентиляторов тяговых двигателей.

Механическое оборудование

При модернизации механического оборудования тепловозов было решено использовать существующие монтажные пространства без каких-либо ощутимых изменений. При этом специалисты стремились к тому, чтобы не ухудшились теплотехнические характеристики и снизился уровень излучаемого шума. Для выполнения данных условий оба дизель-генераторных агрегата разместили друг против друга. Ограниченное монтажное пространство не помешало разработчикам компоновочной схемы обеспечить удобный доступ к агрегатам и узлам для выполнения работ по техническому обслуживанию.

В результате замены механического привода вентиляторов и вакуум-насоса на гидростатический, позволившей более свободно разместить компоненты оборудования, удалось несколько удлинить кабину машиниста.

Вся конструкция системы тягового привода осталась без изменений при увеличившейся мощности.

Устройства управления и регулирования

Система управления и регулирования локомотива состоит из компонентов серии Selectron-MAS-T. В качестве блока управления (FLG) использован центральный процессор CPU 854. Для регистрации частоты вращения и ее регулирования имеется модуль с входами для сигналов, поступающих от датчиков числа оборотов. В качестве устройства сопряжения с дизелем служит дополнительный процессор CPU 723 с двумя интерфейсами для информационной шины CAN. С помощью заменяемого модуля ввода/вывода с присоединенными дополнительными модулями расширения достигается необходимое число каналов приема и выдачи информации.

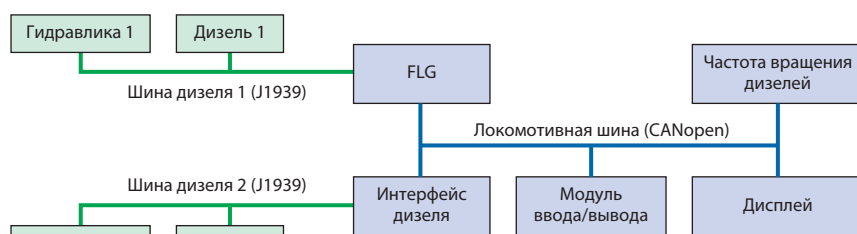


Рис. 1. Разделение информационной шины

Для управления гидравликой используются два блока компании Bosch-Rexroth, которые поставляются в комплекте с гидравлическими насосами и двигателями и имеют конфигурируемые серийные программные средства для управления вентиляторами.

Вместо панелей управления, которыми компания-изготовитель комплектует поставляемые дизели, было решено использовать дисплей. На него выводится информация о работе дизелей. Для установки панелей управления потребовалось бы, с одной стороны, значительное монтажное пространство, с другой стороны, стали бы невозможными управление и контроль работы каждого из дизелей через информационную шину CAN. Управление пришлось бы осуществлять с помощью цифровых и аналоговых сигналов.

Вариант с использованием дисплея является более выгодным с точки зрения стоимости и значительно более гибким и универсальным в отношении отображения информации и управления. Кроме того, на дисплее могут отображаться и другие данные, не относящиеся к двигателю, для которых (при отсутствии дисплея) потребовались бы соответствующие дополнительные устройства индикации или контрольные лампы. Затраты на модернизацию снижаются также за счет более простой кабельной разводки и устройства одного интерфейса для дисплея.

Информационная шина CAN

Информационная шина CAN разделена на три участка (рис. 1): шины дизелей 1 и 2 (обе по стандарту J1939), а также шина локомотива

(по протоколу CANopen). Такое разделение стало необходимым потому, что в используемых дизелях невозможно переключение адресов абонентов шины CAN и вследствие этого невозможна параллельная работа двух устройств управления двигателями на одной шине.

Интерфейс дизеля служит лишь для передачи данных дизеля 2 от локомотивной шины на шину двигателя 2 и обратно. Кроме того, используется возможность присоединения модулей расширения непосредственно к интерфейсу дизеля для регистрации цифровых сигналов ввода/вывода. Шина двигателя 1 подсоединена непосредственно ко второму интерфейсу шины CAN системы FLG. Используемый для шин двигателей 1 и 2 протокол является типовым для последовательных линий связи в цепях тягового подвижного состава (стандарт SAE J1939).

Устройства управления гидравликой также связаны с шинами дизелей. К локомотивной шине подсоединены система FLG, вычислительное устройство для регистрации и регулирования частоты вращения дизелей, интерфейс дизелей, дополнительные модули ввода/вывода и дисплей.

Процесс управления

В случае отказа одного из дизель-генераторных агрегатов и одного тягового двигателя машинист принимает решение о включении в работу второго агрегата. В автоматическом режиме обычно работает один дизель-генераторный агрегат, питающий два тяговых двигателя, включенных последовательно. Выбор дизеля происходит автоматически через систему FLG. Если дизели находятся в холодном состоянии, запускается двигатель с меньшим числом часов эксплуатации. Если же один из дизелей уже прогрет, то всегда запускается именно он, что позволяет избежать холодного



Рис. 2. Тепловоз серии Gm 4/4 компании MOB

запуска, вредного для самого двигателя и окружающей среды.

В режиме работы на двух дизелях оба агрегата находятся в рабочем состоянии, при этом выпрямители и тяговые двигатели включены последовательно. Такой режим работы необходим для достижения максимальной скорости.

Во всех рабочих режимах управляющее устройство тепловоза в зависимости от положения рукоятки регулирования подачи топлива вычисляет необходимые параметры возбуждения генератора и заданную частоту вращения дизеля. Напряжение, необходимое для возбуждения синхронных генераторов (0–40 В постоянного тока), генерируется возбудителем компании Syko Power. Возбудитель питается из бортовой сети локомотива напряжением 24 В. Задаваемое значение формируется в виде аналогового сигнала напряжением 0–5 В.

Частота вращения дизельных двигателей регулируется на оптимальный расход топлива.

Система управления FLG контролирует и в случае необходимости ограничивает напряжение и ток двигателей, а также температуру генераторов, выпрямителей, тяговых двигателей и охлаждающей жидкости дизеля. При превышении определенных значений происходит автоматическое согласование частоты вращения и напряжения возбуждения генераторов или же отключается соответствующая ветвь тягового привода. Система FLG также берет на себя функции защиты от юза и боксования (только при электрическом торможении).

Управление всеми контакторами (тяги/торможения, реверсора, параллельного/последовательного соединения тяговых двигателей, шунтирования) осуществляет система FLG. Все контакторы оборудованы вспомогательными блок-контактами, с помощью которых контролируется положение

главных контактов. Если обратный (квитирующий) сигнал не соответствует посланной команде, то в зависимости от ситуации отключается возбуждение генератора либо только выводится на дисплей сообщение об ошибке.

Система FLG выполняет также функции устройства бдительности, управляет песочницами, контролирует зарядку аккумуляторной батареи и др.

Программное обеспечение обоих устройств управления гидравликой представляет собой адаптированный вариант предлагаемой компанией Bosch-Rexroth системы автоматического управления вентилаторами AFC20.

Система «Аварийное питание» (использование одного дизель-генераторного агрегата для обеспечения нетяговых потребителей трехфазным напряжением 3×400 В/50 Гц, например, на участках проведения путевых работ) в силу определенных обстоятельств не была установлена на локомотиве, но в случае необходимости может быть реализована без особых затруднений.

Система диагностики

Система диагностики регистрирует все переключения силовых контакторов и сравнивает результаты с отправленными командами. При сбое на дисплей выводится сообщение об ошибке и следует соответствующая реакция системы.

Неисправности дизелей обнаруживаются и запоминаются их устройствами управления. Для считывания данных из запоминающего устройства (ЗУ) часть диагностического протокола UDS шины CAN была дополнена в соответствии со стандартом ISO 15765. Этот протокол все в большей степени заменяет широко распространенный в автомобильной технике диагностический протокол KWP 2000. С его помощью в момент возникновения

неисправности могут фиксироваться и сопутствующие данные. Используя его, можно удалять из памяти ставшую ненужной информацию или полностью очищать накопитель. Благодаря этому отпадает необходимость в приобретении дорогостоящего специального устройства контроля и диагностики.

В системе используется дисплей, базирующийся на персональном компьютере компании Pixi (Швейцария, кантон Аргау). В качестве операционной используется система Linux. Все тексты и надписи выполнены на немецком и французском языках. Индикация осуществляется с помощью традиционных стрелочных указателей. Отображаемые таким образом параметры, как правило, быстрее и легче интерпретируются, чем в цифровом виде. Кроме того, поверхность дисплея обеспечивает лучший обзор.

Дисплей также служит в качестве индикатора неисправностей всего локомотива и дизелей. Информация о неисправности вместе с дополнительными данными сохраняется в памяти даже при отключении питания и позволяет локализовать и ликвидировать сбои в работе.

Заключение и перспективы

В ходе модернизации два наиболее часто используемых тепловоза серии Gm 4/4 компании MOB (рис. 2) были оборудованы современной техникой.

При этом большое внимание было уделено экологическим аспектам, а именно снижению расхода топлива, уменьшению вредных выбросов и снижению уровня излучаемого шума. Оба тепловоза серии Gm 4/4 с электрической передачей переоборудованы в расчете на эксплуатацию еще в течение 20 лет.

По материалам компаний MOB/Golden Pass Services (www.goldenpass.ch) и Railtec Systems (www.railtec-systems.ch).