

Модернизация тепловозов

Помимо электропоездов, выполняющих большой объем городских и пригородных пассажирских перевозок в регионе столицы Франции, в парке Автономного управления транспорта Парижа (RATP) имеются тепловозы, используемые на вспомогательных работах (маневровых, вывозных, в путевом хозяйстве и т. п.). В целях улучшения технико-эксплуатационных характеристик этих локомотивов RATP после конкурсного отбора выдало в 2002 г. промышленной группе VFLI заказ на капитальный ремонт и модернизацию десяти тепловозов серии BB 63500 (рис. 1), закупленных 12 лет назад у компании Houillères (провинция Нор — Па-де-Кале).

Исходная ситуация

Основной причиной для осуществления проекта явилась необходимость соблюдения новых требований по безопасности движения и защите окружающей среды, особенно при работе в тоннелях, когда тепловозы используются для доставки грузов и перемещения машин и механизмов в ходе путевых работ на линиях сети региональных экспрессных сообщений (RER).

Другими целями проекта были улучшение характеристик силовых агрегатов с целью увеличения мощности, уменьшения выбросов загрязняющих веществ и обеспечения гарантированной надежности, а также повышение уровня комфорта для машиниста, в том числе за счет установки нового эргономичного пульта управления.

Для достижения этих целей группа VFLI через свои дочерние компании CFDI и SERMA разработала совершенно новую для железнодорожного подвижного состава концепцию, которая, впрочем, довольно широко используется на морских судах. Эта концепция, названная «2 + 1», основана на применении двух основных и одного вспомогательного силовых агрегатов.

Долгое время бытовало мнение, что такое решение нерационально, поскольку для локомотивов, эксплуатируемых в основном в непоездной работе, характерна очень малая доля использования режима полной мощности и, наоборот, преобладают режимы движения с низкой скоростью. Однако, как считают специалисты VFLI, мощность, получаемую от двух силовых агрегатов, работающих в тандеме, можно в процессе эксплуатации распределять оптимальнее (с обеспечением наиболее экономичных режимов работы одного или обоих агрегатов). Кроме того, упрощается процесс регулирования.

Из десяти тепловозов шесть (с номерами от T165 до T170) подлежали капитальному ремонту в полном объеме и модернизации с ремоторизацией, четыре (от T160 до T163) — только модернизации.

Некоторую задержку с отправкой локомотивов в ремонт (вместо сентября 2002 г. она началась в ноябре 2003 г.) VFLI использовала для проведения дополнительных исследований, порученных компании SERMA. Непосредственные ремонтно-восстановительные и реконструктивные работы осуществляла компания CFDI на предприятии в г. Монмирай.

Постановка задачи

В процессе ремонта и модернизации предстояло:

- выполнить полную ревизию тележек с заменой бандажных колес на цельнокатаные и изменением передаточного отношения на стандартное 15:74;
- довести массу локомотивов до 80 т с целью улучшения сцепных свойств;
- установить новые основные силовые агрегаты (ремоторизовать тепловозы) для повышения номинальной мощности;
- адаптировать вспомогательные силовые агрегаты к работе независимо от основных;
- обновить компоновку кабин управления с адаптацией к измененной конфигурации капотов;
- установить лопаточные компрессоры с автоматически регулируемым приводом от электродвигателя, питаемого переменным током напряжением 380 В;
- модернизировать тормозную систему с установкой второго воздухораспределителя СЗW и системы противобоксовочно-противоюзной защиты;
- автоматизировать управление работой дизелей.



Рис. 1. Тепловоз серии BB 63500

Для достижения поставленных целей были приняты технические решения, описания некоторых из них приведены ниже.

Силовые агрегаты

Каждый модуль «дизель + генератор + система охлаждения» жестко смонтирован на отдельной сварной раме, которая крепится к раме тепловоза через упругие прокладки.

Два одинаковых основных силовых агрегата, каждый из которых включает дизель компании Deutz мощностью 345 кВт и бесколлекторный генератор трехфазного переменного тока компании Leroy Somer мощностью 360 кВт, соединенный с выпрямителем, обеспечивают электроэнергией четыре тяговых двигателя типа 453-29 F компании Brissonneau & Lotz мощностью 127 кВт в продолжительном режиме. Кожух генератора специально рассчитан на размещение в нем контактора трехфазной цепи, моста Гретца и его защиты. Генераторная сборка имеет самовентиляцию.

В зависимости от условий эксплуатации возможны три варианта функционирования силовых агрегатов:

- при движении локомотива на выбеге, торможении или во время стоянки: работает только вспомогательный агрегат;
- при движении с малой скоростью или с составами небольшой массы: работают один основной и вспомогательный агрегаты;
- при движении с высокой скоростью или с составами большой массы: работают оба основных и вспомогательный агрегаты.

Машинист может управлять включением дизелей вручную или предоставить это автоматической системе управления.

Запуск дизелей осуществляется при помощи электрического стартера, получающего питание от аккумуляторной батареи. Режим пуска контролируется автоматической системой до достижения частоты вращения коленчатого вала дизеля 450 об/мин. Для запуска при температуре окружающей среды не ниже -15°C предварительный прогрев дизеля не требуется, в иных обстоятельствах система автоматически включает предварительный прогрев. В зависимости от температуры воды в системе охлаждения соответствующее реле подает питание на свечи отопления, установленные во впускном коллекторе и обеспечивающие не только предварительный, но и последующий (после отключения дизеля) подогрев. Свечи продолжают функционировать в течение некоторого времени после запуска (в зависимости от температуры), чтобы исключить выделение белого дыма из выхлопной трубы.

Все параметры режима трогания с места также контролируются автоматически. В случае обнаружения неисправности или недопустимых отклонений от номинальных значений важных параметров трогание с приводом от данного (одного из двух) дизеля отменяется. Если проблемы возникают в режиме тяги или торможения, соответствующий дизель также отключается.

С целью уменьшения утечек система охлаждения каждого силового агрегата выполнена в виде модуля, состоящего из радиатора, теплообменника и вентилятора. Вентиляторы приводятся во вращение посредством гидравлических муфт. Подача и отвод воздуха каждой системы охлаждения осуществляются отдельно: в систему первого (считая с торца капота) основного силового агрегата воздух поступает через жалюзи в торцевой стенке, второго (ближнего к кабине управления) агрегата — через жалюзи в обеих боковых стенках капота.

В случае работы только одного дизеля температура неиспользуемого поддерживается с помощью системы Carlor's Engineering, которая осуществляет подогрев и циркуляцию охлаждающей жидкости по короткозамкнутому контуру. Это устройство обеспечивает быструю готовность дизеля к выходу на полную мощность в течение 10 с.

Тяговый привод

Частота вращения коленчатых валов дизелей в рабочих режимах тепловоза изменяется в диапазоне от 800 до 1800 об/мин. Напряжение постоянного тока, вырабатываемое генераторно-выпрямительным блоком каждого основного силового агрегата, регулируется отдельными схемами, которые функционируют в соответствии с командными сигналами системы автоматического управления, и может плавно изменяться в пределах от 15 до 500 В. Два генераторно-выпрямительных блока работают параллельно и подключены к инверторам, преобразующим постоянный ток в переменный, таким образом, что в случае отказа одного из основных силовых агрегатов его можно обойти.

На рис. 2 и 3 приведена силовая схема тягового привода тепловоза.

Принятое схемное решение позволяет работать на одном или двух основных силовых агрегатах в зависимости от желаемых тяговых характеристик. Задание на выходное напряжение вырабатывается программируемым автоматом согласно потребности в силе тяги и скорости движения локомотива (по положению рукоятки контроллера машиниста). Эта же автоматическая система ограничивает ток на выходе генераторно-выпрямительных блоков в целях защиты тяговых двигателей в функции их нагрева.

В основных чертах (не рассматривая таких известных методов регулирования, как, например, ослабление поля тяговых двигателей) управление тяговым приводом осуществляется следующим образом.

Контроллер машиниста выдает две команды, интерпретируемые системой управления, функционирующей по принципу «все или ничего», как «быстрее» или «медленнее». По этим командам повышается или понижается уровень сигнала, который служит ориентиром для автомата при установлении определенного напряжения. Продолжительность операции по такому повышению или понижению напряжения зависит от времени нахождения рукоятки контроллера в положении «быстрее» или «медленнее». Таким образом обеспечивается пропорциональное регулирование.

Посредством шины BUS CAN управляющий программируемый автомат получает и интерпретирует информацию о процентной доле фактической нагрузки каждого основного силового агрегата по отношению к нагрузке его номинального режима. Точно так же автомат получает и анализирует информацию о величине тока на уровне генераторно-выпрямительных блоков и тяговых двигателей каждой тележки.

В зависимости от результатов анализа выбирается один из трех режимов регулирования, соответствующих режимам работы тепловоза.

В первом режиме напряжение повышается пропорционально уровню сигнала, отражающего потребность в тяговом усилии. Зависимость уточняется с помощью схемы калибровки. При этом учитывается, что максимальная величина тока, равная 2000 А, допускается только при трогании с места. Затем регулирование осуществляется таким образом, чтобы ток при наборе скорости не превышал 1400 А.

Во втором режиме, продолжающемся до достижения частоты вращения коленчатого вала дизеля, равной 1800 об/мин, изменяется только напряжение. При этом коэффициент нагрузки дизеля не превышает 85 %.

Третий режим регулирования функционирует в установившемся режиме работы тепловоза, когда коэффициент нагрузки дизеля превышает 85 %. Динамика регулирования настроена таким образом,

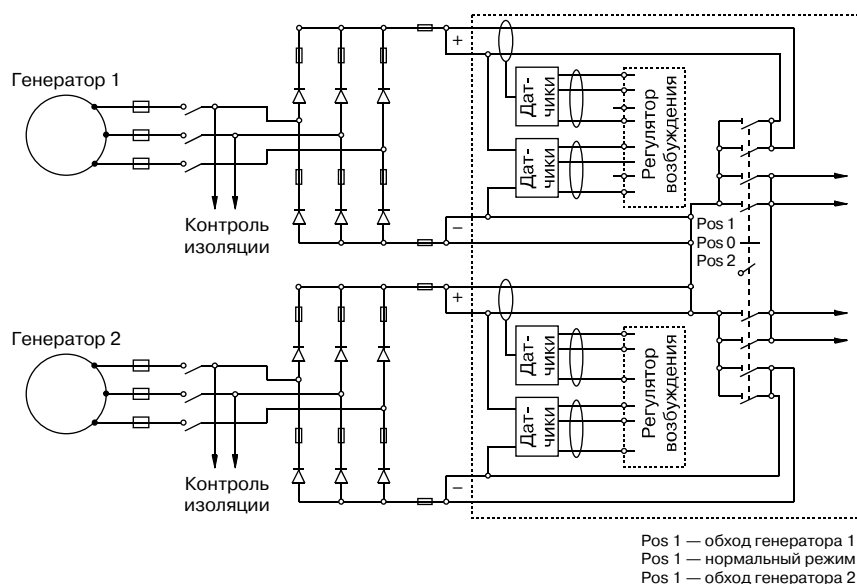


Рис. 2. Силовая схема тягового привода (фрагмент генераторно-выпрямительных блоков)

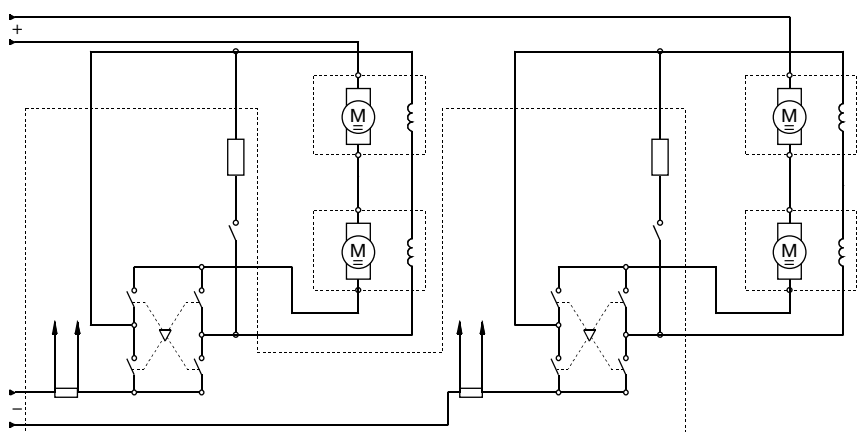


Рис. 3. Силовая схема тягового привода (фрагмент тяговых двигателей)

чтобы обеспечивалась быстрая реакция на все изменения нагрузки, но без допущения перегрузки дизеля. Этот режим обычно используется при движении с высокой скоростью и ослаблении поля тяговых двигателей, когда любые изменения нагрузки немедленно отражаются в виде существенных изменений величины тока.

Тяговые характеристики тепловозов ВВ 63500 до и после модернизации приведены на рис. 4.

Кабина управления

Модернизация кабины управления осуществлялась в тесном сотрудничестве с группой машинистов РАР, которые оценивали ее эргономику.

Полностью переоборудован пульт управления с введением интерфейса «человек — машина» и нового функционального оборудования (регистратора данных ЕРЕ, аппаратуры систем управления движе-

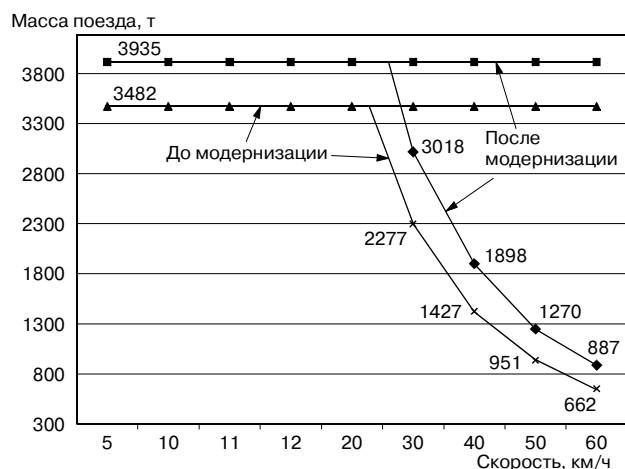


Рис. 4. Тяговые характеристики тепловоза ВВ 63500 (зависимость максимальной массы ведомого поезда от скорости при следовании по горизонтальному пути)

нием поездов СМС, контроля бдительности машиниста VАСМА, автостопа, радиотелефона и т. п.). Центральный дисплей с сенсорным экраном позволяет теперь получать всю информацию, касающуюся состояния и работы дизелей, генераторов, тяговых двигателей, пневматического оборудования, а также некоторых вопросов технического обслуживания. Эргономика дисплея была отработана особенно тщательно для облегчения считывания информации. Кроме того, заменена аппаратура системы повторения сигналов (RPS).

Уровень пола кабины повышен на 7 мм и доведен до 1830 мм над УГР за счет укладки стального фальшпола с антискользким покрытием, отвечающим нормативам сопротивляемости возгоранию и выделения дыма, обеспечивающим должную звукоизоляцию и не выделяющим запаха и вредных испарений. Благодаря этому машинист получил возможность отличного обзора во всех направлениях, что улучшило условия ведения локомотива. Устранение ступеньки высотой 70 мм между порогами входных дверей и полом также способствует улучшению эргономики для машиниста, поскольку высота потолка в средней части кабины составляет теперь 2100 мм.

Кабина оснащена также окнами типа Popular с раздвигающимися в обе стороны стеклами в алюминиевых анодированных и полированных рамах.

Существовавшая система водяного отопления заменена на автономную калориферную с реализацией распределения потоков воздуха следующим образом:

- свежий воздух забирается снаружи на верхнем уровне заднего капота. Подогрев воздуха осуществляется в жидкотопливном нагревателе, что обеспечивает требуемую температуру;
- нагретый воздух поступает в кабину на уровне ступней машиниста через жалюзи с левой стороны от центрального пульта управления и шкафа для одежды, а также на уровне окон спереди и сзади

пульта управления. При этом благодаря применению специальных насадок предотвращается запотевание стекол.

Вентиляция реализуется с помощью двух вентиляторов с приводом от электродвигателей, регулирование частоты вращения которых осуществляется с пульта управления. Четыре позиции регулирования обеспечивают нужную подачу воздуха.

Кабина освещается потолочными плафонами, обеспечивающими освещенность не менее 60 люкс. Для освещения пульта управления слева и справа находятся люминесцентные трубки, закрытые козырьком и обеспечивающие отличную видимость приборов и органов управления. Для освещения пространства под капотом имеются два отдельных светильника.

Техническое обслуживание

Затраты на техническое обслуживание модернизированных тепловозов уменьшены, главным образом, за счет использования генераторов переменного тока вместо генератора постоянного тока, оптимизации режимов работы компрессора, сокращения продолжительности работы основных силовых агрегатов и т. п.

Оптимизации технического обслуживания способствует определенная степень компьютеризации тепловозов. Компьютерные технологии используются для:

- сигнализации о выходе важнейших параметров за пределы допустимого;
- отображения фактического состояния некоторых узлов;
- обнаружения неисправностей дизелей и передачи соответствующих данных на табло;
- регистрации и хранения информации о повреждениях и отказах (объем памяти составляет 300 сообщений, что соответствует среднесуточному числу 20 сообщений в течение 15 сут).

Обращение к хранящейся в памяти информации позволяет персоналу депо узнать причины отказов путем ввода кода отказа, даты и времени. Соответствующая архивная страница «истории отказов» выводится или на бумажном, или на электронном носителе информации.

Послеремонтные испытания тепловозов тоже можно осуществлять в автоматическом режиме по программе, заложенной в системе управления. Результаты испытаний также выводятся оператором на бумажном или на электронном носителе информации.

Экологические аспекты

Охрана окружающей среды, что особенно важно в условиях такого крупного города, как Париж, после модернизации тепловозов обеспечивается в аспектах

как излучения шума и вибрации, так и количества выделяемых с выхлопными газами дыма, вредных составляющих и твердых частиц. Это позволяет использовать тепловозы на подземных участках линий сети RER.

Так, уровень шума, излучаемого тепловозами, отвечает техническим требованиям, сформулированным при составлении заказа на модернизацию и предусматривавшим, например, что при работе на открытом воздухе уровень шума в кабине управления не должен превышать 80 дБ(А) при открытых (для обеспечения машинисту видимости сигналов) окнах, а во время стоянки при неработающих дизелях максимальный уровень шума, производимого системой вентиляции в форсированном режиме, не должен превышать 60 дБ(А) на уровне головы машиниста при закрытых окнах.

Перспективы

По мнению специалистов VFLI, в Европе рынок модернизации тепловозов с ремоторизацией может охватывать до 70 % численности тепловозного пар-

ка, или несколько тысяч поездных и маневровых локомотивов мощностью от 300 до 3000 л. с. Остальные 30 % подлежат замене новыми.

Средний возраст большинства тепловозов, эксплуатируемых в Европе на железных дорогах и подъездных путях промышленных предприятий, приближается к 30 годам, и за счет модернизации и ремоторизации (при условии удовлетворительного состояния механической части) можно продлить срок их службы с одновременным улучшением технико-эксплуатационных характеристик.

Группа VFLI выполняет заказы на модернизацию и ремоторизацию тепловозов разных серий для железных дорог Бельгии, Швейцарии и ряда промышленных компаний Франции. Национальное общество железных дорог Франции следило за ходом модернизации тепловозов серии BB 63500 для RATP, с тем чтобы по ее результатам, возможно, также принять решение о распространении этого опыта на свой тепловозный парк.

T. Escolan. Revue Générale des Chemins de Fer, 2003, № 9, p. 40 – 47.

Механическая часть поезда серии С 1.9 метрополитена Мюнхена

Разработанные компаниями Siemens и Bombardier Transportation поезда метрополитена серии С 1.9 относятся к новому поколению электроподвижного состава. Это касается в основном дизайна, выгодно отличающего их от подвижного состава метрополитена других типов. В техническом плане эти поезда характеризуются высокой плавностью хода, пониженным уровнем шума и надежностью. Десять поездов, поставленные в 2002 – 2004 годах, уже эксплуатируются, следующая партия из восьми поездов находится в стадии изготовления. Компания Siemens отвечает за электрическую часть, Bombardier Transportation — за механическую.

Мюнхен располагает современными линиями метрополитена, по которым в 2002 г. было перевезено 303,8 млн. пассажиров. В эксплуатации с 1971 г. находятся 194 двухвагонных поезда серии А, а с 1981 г. — 63 также двухвагонных серии В.

Для обслуживания расширяющейся сети и частичной замены старого подвижного состава в декабре 1997 г. городское транспортное предприятие Мюнхе-

на заказало десять шестивагонных поездов. Кроме того, также предусматривалась возможность дополнительной поставки еще восьми поездов. Поставщиком является консорциум, в который вошли Siemens Transportation Systems (Siemens TS) в качестве руководителя и бывшие Adtranz и Deutsche Waggonbau, которые сейчас входят в компанию Bombardier Transportation.

Первые десять поездов метрополитена с серийным обозначением С 1.9 (рис. 1), уже находящиеся в эксплуатации, поставлялись с ноября 2002 по июнь 2004 г. Первый поезд дополнительной партии начали изготавливать на заводе компании Bombardier Transportation в Хеннигсдорфе в январе 2004 г.

Техническая концепция

В отличие от существующих двухвагонных поездов серий А и В поезд серии С выполнен шестивагонным со сквозными междвагонными переходами. С перспективой на будущее предусмотрена возможность формирования поездов из трех, четырех и пяти вагонов.