

Р. фон ПРОНДЗИНСКИ (компания Schaltbau)

Эффективная минимизация времени простоя

Задача железнодорожного подвижного состава заключается в бесперебойном оказании транспортных услуг при долгосрочном использовании. Все периоды простоя, связанные с техническим обслуживанием, ухудшают экономическую эффективность. При увеличении срока службы подвижного состава, например, посредством применения «правильных вспомогательных средств» и оптимальной стратегии технического обслуживания можно значительно сократить численность резерва. Это напрямую улучшает экономические показатели железнодорожной компании. Базирующаяся в Мюнхене компания Schaltbau разработала инновационную технологию, которая позволяет сократить время простоя при техническом обслуживании. Она может использоваться также для моторвагонных поездов без снижения эксплуатационной готовности системы в целом.

Рыночная экономика характеризуется тем, что участники рынка подвержены непрерывному конкурентному давлению. Это вынуждает компании обеспечивать конкурентные преимущества для укрепления своих позиций. Часто потенциалом для улучшения является оптимальное использование времени, т.е. выполнение поставленной задачи происходит быстрее, чем раньше (повышение эффективности). Соответственно, этим целям служит также применение других технологий рационализации.

Как и для многих других предприятий, ориентированных на рынок, для компаний, эксплуатирующих моторвагонный подвижной состав, важной экономической проблемой является обеспечение оптимального соотношения времени эксплуатации и нахождения на техническом обслуживании. Увеличение времени эксплуатации

способствует росту доходов при одновременном сокращении численности парка подвижного состава, так как в этом случае обеспечивается равная транспортная эффективность при использовании парка подвижного состава меньшей численности. Удлинение сроков технического обслуживания дает диаметрально противоположный результат. Следовательно, необходимо принимать все возможные меры для значительного сокращения затрат времени на техническое обслуживание.

Влияние сроков технического обслуживания на численность парка подвижного состава

Экономическая эффективность использования подвижного состава определяется инвестиционными и эксплуатационными затратами. Расходы на приобретение представ-

ляют собой однократные инвестиции. Поскольку для этого требуются крупные суммы, предполагается длительный процесс выявления и оценки всех аспектов: расхода энергии, надежности и связанной с этим эксплуатационной готовности, расходов на техническое обслуживание и обеспечение приемлемого для пассажиров уровня комфорта и многих других. В частности, учитываются расходы на персонал, который в будущем потребуется для эксплуатации и технического обслуживания подвижного состава. Компания, достигшая наилучшего экономического компромисса, остается в выигрыше.

Существенный расходный фактор представляет подвижной состав, который необходимо закупать дополнительно для временной замены единиц, проходящих техническое обслуживание. Этот подвижной состав увеличивает численность парка сверх запланированной для эксплуатации.

Важным, но не единственным критерием оценки являются коэффициенты эксплуатационной готовности, гарантируемые изготовителем. Они определяют степень вероятности эксплуатационных отказов и устанавливают число резервных единиц подвижного состава, необходимое для бесперебойной работы парка. На практике для нового подвижного состава обычной является эксплуатационная готовность, равная 97%. Это означает, что, согласно средним статистическим данным, 3% численности парка может иметь эксплуатационные отказы, при которых дальнейшее следование поезда невозможно. Таким образом, необходимо иметь минимум 3% резервных единиц подвижного состава.

Однако для полноценного обеспечения реальной эксплуатации этого еще недостаточно. Кроме вероятности отказа, заявленной изготовителем, следует также учитывать тот факт, что каждая единица

подвижного состава должна проходить ежедневное техническое обслуживание, продолжительность которого зависит от ее типа и суточного пробега.

Несмотря на то что в каждую смену, например ночью, имеется некоторый период ослабления интенсивности движения, в течение которого не может быть использован весь парк подвижного состава, его техническое обслуживание в полном объеме в эти периоды едва ли возможно, при этом оно было бы крайне неэкономичным. Во-первых, длительность одной рабочей смены обычно не совпадает с продолжительностью одного периода ослабления движения. Соответственно, персонал не был бы равномерно загружен работой. Во-вторых, при ночной смене потребовалась бы доплата, что также ставит под вопрос экономичность такой меры.

В силу этих причин техническое обслуживание проводится, как правило, в три смены по 24-часовой системе. Это значит, что каждая единица парка проходит техническое обслуживание в течение одних суток, причем в периоды суточных пиков обслуживаемый подвижной состав не используется для работы на линии. Отсюда следует вывод: для сокращения простоев при техническом обслуживании необходимо закупать дополнительный подвижной состав. Его численность можно рассчитать следующим образом:

$$[(N_S + N_R) h_m] / 24 = N_m,$$

где N_S — число единиц подвижного состава для нормальной эксплуатации в графике; N_R — число резервных единиц, требующихся в случае сбоев в движении поездов; h_m — число часов, ежедневно затрачиваемое на техническое обслуживание единицы подвижного состава; N_m — число резервных единиц подвижного состава, необходимое для замены отправляемых на техническое обслуживание.

Приведенная зависимость говорит о том, что в интересах изготовителя, а еще в большей степени в интересах компаний-перевозчиков добиваться максимального сокращения времени простоя при проведении работ по техническому обслуживанию подвижного состава.

Результаты системного сравнения

Каким образом и с помощью чего можно сократить периоды простоя при техническом обслуживании? При системном сравнении пассажирских поездов с локомотивной тягой и электропоездов обнаруживаются существенные потенциалы, которые до сих пор полностью не реализованы.

При использовании принципиально одинаковой технологии технического обслуживания, включая тяговые единицы, на электропоезда затрачивается около 16–19% времени суток, а на поезда с локомотивной тягой — всего 12,5–14,5%. Соответственно, моторвагонный поезд эксплуатируется в среднем на 3,5–4,5% меньше, чем поезд с локомотивной тягой. Таким образом, согласно расчетам по приведенной ранее формуле при увеличении на 20–25% длительности ежедневного технического обслуживания требуется на 20–25% больше резервных единиц подвижного состава, которые должны компенсировать потери времени эксплуатации.

На основе приведенных данных можно сделать следующий вывод: из общего объема закупаемого подвижного состава на резервный должно приходиться:

- около 17–19,5% в случае использования моторвагонных поездов;
- около 13–15% — при эксплуатации поездов с локомотивной тягой.

Указанный резерв должен использоваться исключительно для замены подвижного состава, выведенного из эксплуатации для проведения работ по техническому обслуживанию.

денного из эксплуатации для проведения работ по техническому обслуживанию.

Снижение расходов на закупку подвижного состава за счет сокращения длительности технического обслуживания

Пассажирские поезда с локомотивной тягой должны обеспечивать возможность свободного объединения составов и прицепки любого локомотива. При этом электроснабжение поезда осуществляется от локомотива через стандартизированные разъёмные соединения. Для выполнения работ по техническому обслуживанию высоковольтного оборудования электровоза необходимо опустить токоприемник, отключить и заземлить главный выключатель, а также отключить от локомотива линию поездного электроснабжения. В ходе проведения работ на локомотиве питание вагонов осуществляется от постороннего источника. Отцепленный состав имеет собственные устройства отключения и заземления. Это позволяет отсоединить установки высокого напряжения каждого вагона от центрального источника электроснабжения и поездной шины, а также заземлить эти установки для проведения работ по техническому обслуживанию.

Моторвагонные поезда могут быть сцеплены с поездами этого же типа. Возможность свободного сцепления с любыми другими видами подвижного состава здесь не предусматривается. Единственной стандартной возможностью электроснабжения поезда здесь является доступ к воздушной контактной сети через токоприемники. Энергораспределение в поезде не подпадает какой-либо стандартизации. Для работ по техническому обслуживанию высоковольтных установок в любой части поезда, будь то тяговые преобразователи, питаю-

щие тяговые двигатели или так называемые преобразователи собственных нужд (для цепей освещения, агрегатов зарядки аккумуляторных батарей, схемы управления, розеток для подключения портативных компьютеров и т. п.), токоприемники должны быть опущены, главные выключатели отключены и заземлены.

Здесь проявляется второе существенное отличие от пассажирских поездов с локомотивной тягой: если последний имеет в составе только один локомотив, то моторвагонный поезд располагает несколькими тяговыми агрегатами, распределенными по длине состава.

Поскольку в моторвагонных поездах отсутствует возможность отключения цепей электроснабжения вагонов, то при опущенном токоприемнике в поезд невозможно подать напряжение от постороннего источника. По этой причине до сих пор не рассматривалась возможность отключения от общей сети и заземления высоковольтных установок в вагонах для проведения на них работ по техническому обслуживанию.

Возникает вопрос: каким образом следует проводить оценку этих различий, обусловленных типами конструкций, и можно ли на основании результатов этой оценки привести достаточную аргументацию различий в продолжительности работ по техническому обслуживанию?

Наличие нескольких тяговых агрегатов, распределенных по всему моторвагонному поезду и располагающих тяговыми двигателями меньшей мощности, чем на электровозах, подразумевает дополнительные затраты на техническое обслуживание. Однако это еще не означает увеличения затрат времени на техническое обслуживание. Поскольку на каждом тяговом агрегате может работать отдельная бригада, то при соответствующих обстоятельствах

могут увеличиться затраты на персонал, но продолжительность работ не увеличится.

Представляют интерес также другие технологические отличия и их влияние на затраты времени при техническом обслуживании. С одной стороны, моторвагонные поезда имеют доступное по цене исполнение. Они не стандартизированы в части подсоединения к постороннему источнику и поэтому не обеспечивают такой возможности. С другой стороны, поезда с локомотивной тягой оборудованы стандартными устройствами отключения и заземления компонентов электрических схем.

При техническом обслуживании моторвагонных поездов, как уже было отмечено, проведению работ предшествуют опускание токоприемников, отключение и заземление главных выключателей. После этого выполняются работы на высоковольтных установках, не требующие подачи напряжения в вагоны. По их завершении возобновляется подача высокого напряжения от контактной сети, после чего становится возможным проведение работ, требующих наличия напряжения. Таким образом, здесь реализуется *последовательное* проведение работ.

Иная ситуация для поездов с локомотивной тягой. Техническое об-



Устройство защиты на базе высоковольтного выключателя

служивание локомотива и установок высокого напряжения, расположенных в вагонах, может проводиться *параллельно* с другими работами, ведущимися в поезде. Благодаря наличию устройств отключения и заземления отдельных агрегатов можно на любом из них проводить работы с подачей напряжения от постороннего источника.

Решение проблем, связанных с расходами на техническое обслуживание

В результате проведенного системного сравнения выяснилось следующее: параллельный процесс технического обслуживания при прямом сравнении с последовательным дает определяющее преимущество во времени. Однако в дополнение к существующим устройствам отключения и заземления здесь нужен второй достаточно дорогой высоковольтный выключатель. Для его установки требуется соответствующее монтажное пространство, а для приобретения необходим предварительный анализ ситуации с дополнительными затратами.

Оба эти аспекта стали предметом интенсивных дискуссий в компании Schaltbau (Мюнхен). Результатом дискуссий и дальнейших разработок явилась презентация на выставке InnoTrans 2006 нового концепта. Преимущества конструктивного исполнения разработанной системы (рисунок) позволяют практически полностью устранить причины, осложнявшие проведение работ по техническому обслуживанию, что может быть рассмотрено как особое экономическое достижение для проведения работ в вагонах пассажирских поездов с локомотивной тягой.

Еще более важным моментом является возможность использования разработанной системы на моторвагонных поездах. Инновационное решение было названо «Вы-

ключатель обеспечения безопасности», поскольку здесь функция коммутационного аппарата уникальным образом скомбинирована с функциями разъединителя и заземлителя. Для этого выключатель, относящийся к успешному семейству коммутационного оборудования, разработанного компанией Schaltbau, был скомбинирован с дополнительным механизмом, что позволило расширить спектр его функций. Различаются две модификации: с принудительным отключением и без него.

Существенным новшеством рассматриваемой технической разработки является наличие всего одного коммутирующего элемента, а именно высоковольтного выключателя. Все остальные функции выполняются упоминавшимся ранее дополняющим устройством, за счет которого удалось также отказаться от дугогасительной камеры для высоковольтного выключателя.

Защищенное патентом дополняющее устройство обеспечивает еще одно преимущество. Поскольку высоковольтные выключатели компании Schaltbau, оснащаемые дополняющим устройством, уже прошли типовые испытания для применения в условиях железнодорожной эксплуатации, возможна также быстрая и экономичная адаптация разработанного устройства к другим, ранее не использовавшимся для этой цели выключателям известного семейства, которые не требуют обязательного проведения повторных типовых испытаний.

На сегодняшний день разработанное защитное устройство используется на европейских пассажирских поездах с локомотивной

Сравнение состояний двух модификаций защитного выключателя	
Выключатель с принудительным отключением	Выключатель без принудительного отключения
В состоянии нормальной работы обычные коммутационные функции с защитой от отказов	
При переключении в положение технического обслуживания	
Выключатель отключен, при отказе контакты разъединяются принудительно с помощью пружинного накопителя энергии	Выключатель отключен, оператор может отключить разъединители и включить заземлитель. При отказе выключателя механизмы разъединителей и заземлителя блокируются
Отключаются разъединители, установка заземляется	Оператор выполняет действия по выключению разъединителей и включению заземлителя
Если имеется видимый разрыв высоковольтной цепи, выключатель блокируют в состоянии технического обслуживания с помощью висячего замка	
В перспективе будет возможно переключение в режим технического обслуживания при открывании дверцы ячейки выключателя. В этом случае следует сначала заблокировать механизм открывания до того момента, когда выключатель полностью отключится	—

тягой. В этом устройстве применен высоковольтный выключатель с принудительным отключением при всех напряжениях, стандартизированных МСЖД (1 кВ, 16,7 Гц; 1,5 кВ постоянного тока; 1,5 кВ, 50 Гц и 3 кВ постоянного тока). Для выполнения работ по техническому обслуживанию тяговых преобразователей планировалось использование защитных устройств с высоковольтными выключателями постоянного и переменного тока серии СХ.

Выводы и перспективы

Для моторвагонных поездов существует еще не использованный потенциал экономии. Так, за счет сокращения затрат времени на техническое обслуживание можно, как

уже упоминалось, уменьшить численность парка подвижного состава без снижения общей эксплуатационной готовности.

Разработанная компанией Schaltbau инновационная технология технического обслуживания, основанная на использовании разработанного ею устройства обеспечения безопасности ремонтного персонала, позволяет заменить для моторвагонных поездов высокочастотный по времени последовательный процесс технического обслуживания на более быстрый параллельный. При этой технологии и стратегии затраты времени на техническое обслуживание в расчете на одни сутки уменьшаются, благодаря чему объем инвестиций при покупке подвижного состава может быть снижен на 4%.