

Механизация замены ОДИНОЧНЫХ ШПАЛ

На железных дорогах Великобритании принимаются меры по резкому уменьшению числа дефектных шпал на второстепенных и малодейственных линиях. Это достигается благодаря разработке и применению метода оценки состояния верхнего строения пути и внедрению новой, экономически эффективной технологии механизированной замены отдельных шпал, альтернативной традиционной, предусматривающей выполнение этой операции вручную.

По результатам предварительной оценки технологий, применяемых в Национальном обществе железных дорог Франции (SNCF), на североамериканской железной дороге Burlington Northern Santa Fe (BNSF) и на железных дорогах Великобритании, а также по ряду иных факторов, включая гибкость использования, разработчики новой технологии — специалисты Network Rail (компания инфраструктуры железных дорог Великобритании), компаний Geismar и Mowlem Railways — отдали предпочтение опыту SNCF.

Решающими причинами выбора именно этой концепции были оптимальные организация работы комплекса для одиночной замены шпал и набор входящих в него машин и оборудования, хорошо зарекомендовавшие себя во Франции в условиях, сходных с имеющимися в Великобритании. Вместе с тем Network Rail поручила компании ZetaTech проектирование и поставку программного и аппаратного обеспечения системы обследования шпал и планирования их замены, аналогичной используемой на BNSF.

К работе были привлечены также компании Owen Williams по вопросу обследования шпал и Amey Rail как технический консультант и подрядчик для адаптации механизированной технологии, применяемой во Франции.

Кроме того, компания Geismar комплектовала парк путевых машин и иного оборудования, а также выступала в качестве одного из основных их поставщиков.

На основе проведенных в 2002 – 2003 гг. испытаний Network Rail заключила с Mowlem Railways контракт на эксплуатацию и техническое обслуживание высокопроизводительного машинного комплекса для механизированной одиночной замены шпал.

Технология

Механизированный комплекс, состоящий из нескольких согласованно работающих машин на комбинированном (автомобильно-рельсовом) ходу (рис. 1), является первым такого рода, используемым в текущем содержании и ремонте пути на железных дорогах Великобритании.

В принятой технологии процесс одиночной замены шпал состоит из следующих этапов:

- обследование шпал с регистрацией данных в электронном виде;
- выявление подлежащих замене шпал с помощью специально разработанного программного обеспечения;
- маркировка шпал согласно данным, загруженным в портативный компьютер (рис. 2);
- собственно замена отдельных шпал.

Для обследования шпал используется комплексная система, позволяющая собирать и регистрировать данные о состоянии шпал наряду с другой значимой информацией. Полученные данные дают специалистам Network Rail детальное представление о состоянии путевой структуры, а также необходимы для планирования процесса механизированной замены шпал.

Программное обеспечение позволяет анализировать и отображать собранные данные о шпалах, выявлять шпалы, подлежащие замене в соответствии с логическими закономерностями, которые были разработаны согласно требованиям Network Rail к теку-



Рис. 1. Машинный комплекс для одиночной смены шпал в работе



Рис. 2. Портативный компьютер с рукояткой-манипулятором

щему содержанию пути и обеспечению безопасности движения поездов.

Маркировка выполняется следующим образом. Оператор с портативным компьютером идет вдоль пути, нажимая кнопку на рукоятке-манипуляторе типа джойстика при отражении на экране дисплея подлежащей замене шпалы, выявленной визуально. Графическое отображение пяти шпал по обе стороны данной шпалы (перед ней и после нее) позволяет оператору определить при необходимости точное положение шпалы в пути.

Традиционный визуальный осмотр шпал и их маркировка обычными методами требуют больших затрат времени на этот процесс как таковой, затрудняют оптимальное планирование выделения окон и их эффективное использование.

Типовой процесс механизированной замены шпал состоит из 11 основных операций. Многие второстепенные и малодейственные участки железных дорог Великобритании, где предусматривается использование рассматриваемой системы, не имеют удобных автомобильных подъездов. Это обстоятельство послужило одной из причин разработки дан-



Рис. 3. Машина MRT 2S для удаления старых и укладки новых шпал

ного машинного комплекса, отличающегося повышенной проходимостью. Однако применение таких машин не избавляет от необходимости логистического планирования доставки техники и материалов для эффективного использования выделяемых окон.

Оптимальным временем для использования механизированного комплекса являются дневные часы будних дней. В настоящее время это условие в общем случае не всегда выполнимо, поэтому машины оснащены соответствующим осветительным оборудованием для безопасной работы в темное время суток.

Операции технологического процесса

1. Предварительные работы включают:

- идентификацию и маркировку подлежащих замене шпал, а также выявление участков, где использование данной технологии невозможно;
- определение удобных подъездов к участкам, местоположения площадок для размещения путевых машин, складирования новых и снимаемых с пути элементов верхнего строения пути в соответствии с логистическими требованиями;
- отработку планов, оценку рисков и методологических положений;
- контроль геометрических параметров пути (ширина колеи, возвышение наружного рельса в кривых, перекося рельсов и т. п.) в его фактическом состоянии с помощью портативной измерительной тележки типа SGMT 5D и регистрацию результатов измерений на бумажном носителе информации и в цифровой форме на электронном носителе для последующего анализа и проверки;

- компьютерное сканирование для обнаружения и идентификации местоположения подземных объектов инфраструктуры.

Для повышения эффективной работы важны расположение рабочих площадок и точная маркировка шпал, подлежащих замене. Цикл замены усложняется в случае обнаружения куста негодных шпал. Например, для замены четырех дефектных шпал требуется четыре прохода соответствующей машины, поскольку одновременно можно заменить только одну шпалу из четырех, чтобы не повлиять неблагоприятно на целостность существующего пути.

2. *Распределение новых шпал.* Для раскладки новых шпал как можно ближе к намеченным для замены использу-

ется оснащенная подъемным краном машина типа Komatsu 150 RRV с двумя прицепными железнодорожными платформами, на каждую из которых можно загрузить до 128 новых деревянных шпал.

В зависимости от местоположения рабочей базы эти платформы можно использовать также для безопасной доставки персонала к месту работ. Это позволило перейти к выполнению работ на расстоянии до 9,6 км между точками въезда техники на путь и местами фактической работы.

3. Снятие креплений. Верхнее строение пути на деревянных шпалах может быть следующих конструкций:

- с плоскоподошвенными рельсами типа BR1, BR2 или BR3 и с упругими костыльными креплениями;
- с плоскоподошвенными рельсами и болтовыми или костыльными креплениями типа Pandrol;
- с плоскоподошвенными рельсами и клеммно-болтовыми креплениями типа Mills;
- с двухголовыми рельсами и упругими пластинчатыми или клеммно-болтовыми креплениями типа Panlok;
- с двухголовыми рельсами и упругими пластинчатыми креплениями или креплениями типа Panlok на анкерных болтах или шурупах.

Демонтажные работы на участках со старым верхним строением пути во многих случаях затруднены. Состояние шпал и креплений может быть разным, но, как правило, если требует замены шпала, необходимо заменить и крепления, поскольку, например, прогнившую шпалу нелегко отделить от крепления. Гнилая шпала может вообще разрушиться при извлечении захватным устройством. Шурупы и болты могут заржаветь, крепления с подкладками, закрепленными завершенными костылями, не всегда удается разъединить. «Замороженные» клеммы типа Mills, заклиненные гайки и т. п. тормозят процесс и снижают общую производительность.

В зависимости от типа креплений при снятии старых шпал используются технические средства разных видов, например шуруповерты типа ТВ2 для шурупов с квадратной головкой, гайковерты, костыльвыдергиватели типа АС1, устройства для механического или огневого срезания головок болтов, приспособления для прочистки отверстий в нижней постели шпалы для сквозных завершенных болтов. Следует отметить, что шпалы извлекаются без вывешивания рельсов.

Производительность снижается также при наличии разнотипных креплений в пределах обрабатываемого участка, поскольку в таком случае необходима работа двух бригад с соответствующим техническим оснащением. Типичным является наличие креплений с костылями с квадратной головкой и пружинными костылями при плоскоподошвенных рельсах или с шурупами с квадратной головкой и

сквозными анкерными болтами при двухголовых рельсах. Последний случай встречается достаточно часто.

Разнообразие креплений препятствует разработке экономически эффективных машин. Решить эту проблему можно только за счет тщательного планирования ремонтных работ и управления ими.

4. Очистка шпальных ящиков. Для выполнения этой операции машину типа RRV Case 988 оснастили съемной усовершенствованной балластоочистительной траверсой для удаления балласта у торцов шпал на глубину до их нижней постели. Это позволяет впоследствии выталкивать подлежащие замене шпалы в поперечном направлении в зону, очищенную траверсой, для последующего их удаления со сведением к минимуму нарушений положения остальных элементов верхнего строения пути. Важно извлечь балласт на нужную глубину, чтобы заменять шпалы без расстройств пути.

Максимальная производительность машины с балластоочистительной траверсой в эксплуатационных условиях железных дорог Великобритании составила 50 шпальных ящиков в час.

5. Удаление старых шпал. В комплекс входят две машины типа MRT 2S (рис. 3). Они, как указано выше, выталкивают подлежащие замене шпалы из-под рельсов и укладывают их на обочину. Там, где недостаточно места для перемещения шпал поперек пути, блок захвата машины имеет специальное приспособление, которое позволяет наклонять шпалы и поворачивать на 180 град для укладки вдоль пути. Обе машины удаляют до 40 шпал в час.

Машины MRT 2S для удаления шпал эксплуатируются на железных дорогах Великобритании начиная с 1984 г., и до недавнего времени масштабы их использования были невелики. Машины новейшей модификации имеют массу около 5 т, оснащены мощным дизелем и современной кабиной управления, а также поворотной платформой для разворота на 180 град на пути.

Эти машины имеют колеса с пневматическими шинами для въезда на рельсовый путь и съезда с него, а также для перемещения шпал в другое место. Однако такая конструкция недостаточно эффективна в условиях, требующих частой смены местоположения на пути и вне его. В типичном случае для съезда нескольких машин с пути, переезда на расстояние до 1 км и въезда на путь, чтобы приступить к работе на другом участке, требуется около 45 мин. С этой точки зрения более удобны четырехколесные специализированные машины LFT (рис. 4).

6. Укладка новых шпал. Для укладки новых шпал на место снятых используются те же машины MRT 2S. При этом на данное место заранее доставляются новые элементы рельсовых креплений.



Рис. 4. Машина LFT для позиционирования новых шпал и крепления рельсов

Эта операция является наиболее ответственной, поскольку именно мастерство операторов, выполняющих ее, определяет скорость передвижения и общую производительность комплекса. Новую шпалу необходимо «вставить» в оставшееся от удаленной шпалы пространство с минимальным нарушением целостности балластной призмы, чтобы уменьшить трудоемкость последующей регулировки пути, а также сохранить его прежние характеристики.

7. Крепление рельсов к новым шпалам. Для выполнения этой операции посчитали более предпочтительным использовать машины типа LFT. Машина перемещает шпалу в нужное место и подводит под подошвы рельсов, обеспечивая при этом ее перпендикулярность относительно оси пути. После этого выполняются сверление отверстий и зашивка креплений. При необходимости во время этой операции корректируется положение шпалы в поперечном направлении.

Если в рельсовых креплениях используются шурупы с квадратной головкой, они вручную раскладываются по местам и после сверления отверстий фиксируются с помощью ударных гайковертов, имеющих в комплекте вспомогательного инструмента машины LFT. В процессе выполнения этой операции ширина колеи пути может быть приведена в соответствие с эксплуатационными нормативами Network Rail.

Производительность машины составляет 25 – 30 шпал в час.

Технические характеристики машины LFT позволяют реализовать новую для железных дорог Великобритании концепцию, обеспечивающую существенное повышение качества выполняемых работ, особенно в отношении перпендикулярности укладки шпал относительно оси пути. Задачей на перспективу является отказ от креплений устарев-

ших конструкций, чтобы повысить эффективность работы машинного комплекса.

8. Уборка старых шпал. Своевременная уборка снятых с пути шпал исключает риск проявлений вандализма и обеспечивает безопасный проход путей рабочих по сторонам балластной призмы. Для выполнения этой операции можно использовать те же прицепные платформы, которые применялись для раскладки новых шпал. При работе на двухпутных участках можно использовать для вывоза шпал второй путь, что существенно ускоряет данную работу.

9. Формирование балластной призмы. В этой операции используется та же машина RRV Case 988, с помощью кото-

рой очищаются шпальные ящики. Для выполнения данной операции машину оснащают стругом и ковшом, что позволяет как сдвигать на старое место ранее удаленный из шпальных ящиков балласт, так и подсыпать новый балластный материал в случае необходимости, а также равномерно распределять его вокруг вновь уложенных шпал. В принципе, это рутинная операция, но она важна, когда балластная призма ослаблена и следует ее усилить для обеспечения устойчивости пути, особенно когда работы ведутся при экстремальных температурах.

10. Уплотнение балласта. Малогабаритная балластоуплотнительная машина типа BRAD (рис. 5) подбивает вновь уложенные шпалы с помощью восьми бойков эллиптической формы, вибрирующих с частотой 46 Гц. Машина массой 6 т, как и другие машины, входящие в комплекс, оснащена четырьмя колесами с пневматическими шинами и легко въезжает на рельсовый путь в нужном месте и съезжает с него. Она имеет высокую производительность, гибка в эксплуатации и идеальна для выполнения подбивочных работ в условиях, когда балластная призма вокруг новых шпал уже сформирована и требует только уплотнения.

11. Контроль геометрии пути. Для оценки степени соответствия геометрических параметров пути нормативным требованиям применяется та же легкая путеизмерительная тележка SGMТ 5D, что и на подготовительном этапе работ. Результаты измерений, полученные при пропуске тележки по обработанному участку, хранят на электронном носителе информации и используют для отчетности, в ходе последующего анализа или пересылают по электронной почте заинтересованным подразделениям.

12. Отделка балластной призмы (в случае необходимости). По завершении операций по одиночной замене шпал и проверки геометрии пути одну из ма-

шин на комбинированном ходу, оснащенную для такого случая балластными щетками, можно пропустить по участку для окончательной отделки ранее сформированной балластной призмы.

Результаты

Как во Франции, так и в Великобритании отмечено, что при одиночной замене шпал можно обеспечить удовлетворительную геометрию пути при наличии балласта надлежащего качества. Основное требование к участку, предусматриваемому в качестве места производства работ с использованием рассмотренного машинного комплекса, заключается в обязательном применении малогабаритной балластоуплотнительной машины с возможностью пополнения балластного материала для заполнения шпальных ящиков и формирования плеч балластной призмы в полный профиль. При недостатке балластного материала необходимо предусмотреть его доставку до начала работ или немедленно по их завершении как часть последующих работ по текущему содержанию пути.

На SNCF достигнута производительность механизированной одиночной замены шпал до 300 шт. в 8-часовую смену. В Великобритании шпалы в пути лежат глубже, так что требуются три цикла выборки балласта из каждого шпального ящика, тогда как во Франции при более мелких шпальных ящиках достаточно двух циклов. Вследствие этого в Великобритании указанная сменная производительность достижима только при продолжительности окон от 10 до 12 ч. Однако даже производительность 250 шпал в обычную смену, которую можно обеспечить при тщательно спланированной доставке материалов и оптимальной расстановке машин и путевых рабочих, дает в среднем 50 %-ную экономию на расходах труда, времени и средств по сравнению с ручной одиночной заменой шпал.

Визуальный контроль геометрических параметров пути по завершении работ по замене шпал, выполняемый до прохода по пути первого поезда, т. е. в отсутствие нагрузки, может не полностью отражать фактическое состояние пути, особенно в случае слабого балласта. В таком случае обеспечение целостности и связности всех элементов верхнего строения пути в целом должно иметь более высокий приоритет, чем абсолютная точность геометрии.

Одиночная замена решает конкретные проблемы по удалению из пути негодных шпал. В то же время износ и дефекты рельсов, проседание стыков и другие подобные отрицательные явления также требуют принятия соответствующих мер, если ставится задача улучшить состояние пути в целом. В этой связи следует отметить, что в ходе одиночной замены шпал можно выполнить некоторые сопутствующие операции, не связанные непосредственно с данной конкретной задачей, например добавить балластный материал, осуществить подбивку и даже очистку балласта.

Некоторые уроки

До внедрения рассмотренного механизированного метода использование машин MRT 2S осложнялось вследствие высокой сопротивляемости шпал к их извлечению из-под рельсов, что обуславливало проблему недостаточной устойчивости машин (довольно часты были случаи их схода с рельсов). Эту проблему удалось решить за счет применения траверсы усовершенствованной конструкции для очистки шпальных ящиков. Благодаря новой траверсе удаление шпал упростилось, отпала необходимость в местной подъемке пути. Испытания этой траверсы прошли успешно, но выявились некоторые ограничения ее применения в связи с невозможностью работы в стесненных условиях, например у платформ и в зонах стрелочных переводов, а также с износом упоров-ограничителей вертикального перемещения.

Положительным оказался опыт применения машины LFT для механизации операций сверления и



Рис. 5. Балластоуплотнительная машина BRAD

установки скреплений. Машина обеспечила адекватную альтернативу ручному инструменту и малой технике, повысив качество работ за счет обеспечения перпендикулярности шпал к оси пути, устранения косоугольного положения болтов и шурупов, устанавливаемых с надлежащей затяжкой, и исключения тем самым повреждаемости элементов скреплений. Внедрение этих машин сопровождалось непрерывным повышением их эффективности, гибкости и эргономичности.

Кроме того, нуждаются в совершенствовании организация материально-технического снабжения и технология использования съемного оборудования с учетом требований Network Rail к характеристикам железнодорожной инфраструктуры.

На участках с сильным загрязнением балласта шлаком возникла потребность в оценке рисков одиночной замены шпал с точки зрения опасности возникновения вертикальных неровностей пути в средней или отдаленной перспективе.

В случае принятия решения о выполнении работ такого рода на этих участках необходимо разработать порядок временного ограничения скорости движения поездов и пересмотреть систему текущего содержания и ремонта пути. В частности, необходимо предусмотреть использование метода нагнетания балластного материала сжатым воздухом с использованием машин типа Stoneblower с последующей подбивкой шпал для поддержания и улучшения состояния пути.

Рассмотренный метод прошел путь от предварительных испытаний до внедрения на сети железных дорог, обеспечивая замену более 3000 шпал в месяц на одной линии. С момента начала испытаний заменено более 35 тыс. шпал, что эквивалентно обновлению 96 км пути.

Полагают, что дальнейшее распространение метода обеспечит менеджмент сети железных дорог Великобритании более достоверной управленческой информацией, будет способствовать улучшению состояния пути и увеличению срока службы его элементов.

Рассмотренный метод также послужит альтернативой общепринятой технологии путевых работ, которая, особенно на второстепенных и специализированных грузовых линиях, неудовлетворительна в финансовом плане.

Основное достоинство метода механизированной одиночной замены шпал состоит в возможности значительного улучшения состояния протяженных участков пути с более высокой отдачей затраченных средств по сравнению с инвестициями, необходимыми для их дорогостоящей реконструкции. Он хорошо согласуется с перспективной стратегией ремонтных работ на сети железных дорог. Уже заказаны еще два машинных комплекса в дополнение к эксплуатируемому.

F. Jarvis et al. The Permanent Way Institution, 2004, № 4, p. 197 – 202.

ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ТЕХНИКА УПРАВЛЕНИЯ

Общие вопросы. Транспортная политика. Экономика. Социальные вопросы

Бриджиншоу Д. Научные исследования и разработки на железнодорожном транспорте — залог успешного развития. — *International Railway Journal*, США, 2005, № 7, р. 1, англ.

В связи с проведением в Бразилии конгресса Международной ассоциации тяжеловесного движения (ИННА) рассмотрены актуальные направления научных исследований и разработок, способствующих повышению эффективности и конкурентоспособности железных дорог, в частности, в области вагоностроения. Комментируются разработки по созданию универсальных вагонов для перевозки различных грузов по технологии smart-car, совершенствованию ходовой части и систем безопасности. Указаны объемы инвестиций в научные исследования. Прогнозируется эффективность разрабатываемых проектов. Ил. 1.

О стандартизации на европейских железных дорогах. — *La Vie du Rail*, Франция, 2005, № 3022, р. 13, фр.

Приведена краткая информация о подписанном 18 октября 2005 г. соглашении между МСЖД и Европейским комитетом по стандартизации (CEN) о сотрудничестве в разработке документов МСЖД, касающихся технических нормативов на железнодорожном транспорте. Кратко оговорены условия соглашения. В частности, указано, что комитет CEN возглавит работы, связанные со стандартизацией инфраструктуры, подвижного состава, систем телематики, а также нормированием уровня излучаемого шума.

О лицензировании машинистов и правах пассажиров в Европе. — *La Vie du Rail*, Франция, 2005, № 3021, р. 17, фр.

Европейский парламент одобрил в первом чтении две главы третьего пакета документов по железнодорожному транспорту, касающихся лицензирования машинистов и регулирования прав пассажиров. Кратко комментируются условия предоставления лицензий. В отношении прав пассажиров предлагается введение системы компенсаций за несоблюдение графика движения поез-