

Новые технологии содержания и ремонта пути

Компания — оператор инфраструктуры железных дорог Германии продолжает внедрение прогрессивных технологий и методов организации работ по текущему содержанию и ремонту пути, разработанных компаниями — поставщиками путевой техники.

Обновление безбалластного пути на магистрали Ганновер — Берлин

На высокоскоростной магистрали Ганновер — Берлин железных дорог Германии (DB) проводится обновление безбалластного пути с целью обеспечения его удовлетворительного состояния в течение оставшейся части расчетного срока службы, составляющего 50 лет.

Летом 2011 г. были начаты ремонтные работы на расположенном в западной части линии участке Ганновер — Эбисфельде. На данном участке магистрали, соединяющей индустриальный район Рур с Берлином, в 1998 г. уже проводился ремонт, но без замены элементов пути.

Интенсивное движение грузовых поездов способствовало износу пути, в связи с чем компания — оператор инфраструктуры DB Netz была вынуждена заменить 130 тыс. шпал и 186 км рельсов. Выполнение этой работы вызвало увеличение продолжительности следования поездов как в связи с изменением их маршрутов, так и вследствие установления ограничений скорости на реконструируемом участке.

Разнообразие конструкций. На участке Эбисфельде — Берлин-Штаакен в 1990-х годах в соответствии с программой улучшения транспортного обслуживания Берлина были уложены участки рассчитанного на высокоскоростное движение безбалластного пути на плитном основании. Здесь также

были начаты ремонтные работы, но они были разнесены по времени с работами на западном участке во избежание существенного влияния на расписание движения поездов.

Работы на 90-километровом участке, уложенном на плитном основании, начались еще в середине 2010 г. и возобновились в сентябре 2011 г. после паузы, связанной с ожиданием завершения обновления участка, уложенного на балласте. Участок Эбисфельде — Берлин-Штаакен интересен тем, что на нем использованы семь различных конструкций безбалластного пути, в том числе четыре незначительно отличающиеся друг от друга модификации конструкции типа Rheda общей протяженностью около 58 км, безбалластный путь с асфальтовым покрытием типа ATD (около 5 км), путь на плитном железобетонном основании типа BTD-V2 (около 16 км) и безбалластный путь конструкции компании Züblin (около 11 км). Некоторые из перечисленных конструкций уже не используются в новом строительстве, однако опыт наблюдения за ними может быть весьма полезен при разработке конструкций, требующих меньше внимания в эксплуатации.

DB Netz отмечала, что текущее содержание необходимо на пути любой конструкции. Выполнение таких работ после 12 лет интенсивной эксплуатации безбалластного пути призвано гарантировать его нормальную эксплуатацию в течение всего расчетного срока службы,

т. е. примерно до середины нынешнего века.

Защита от грунтовых вод. Одной из важнейших целей проводимых работ является предупреждение проникновения грунтовых вод в конструкцию верхнего строения пути, а также обеспечение надлежащего дренажа. Это необходимо, в частности, в связи с тем, что некоторые содержащиеся в грунтовых водах химические соединения вступают в реакцию с материалами облицовки дренажных отверстий, которые с течением времени блокируются возникающими отложениями. Для обеспечения свободного прохождения воды требуется расчистить засорившиеся дренажные каналы, а также, возможно, высверлить новые.

Для заделки зазоров между плитами используются пластичные материалы, структура которых со временем становится пористой, из-за чего вода начинает просачиваться в путевую структуру. В связи с этим предусмотрена замена устаревшего материала.

Как повторное высверливание дренажных каналов, так и замена уплотняющего материала между плитами требуют применения специального оборудования и значительного объема ручного труда. Необходимо, в частности, тщательная очистка сопрягаемых поверхностей плит. Такие операции могут быть выполнены только при предоставлении достаточно продолжительных окон.

Одновременно проводится замена уложенных поверх плит шумопоглощающих покрытий. Первоначально для уменьшения шума были использованы бетонные плиты с древесно-волокнистыми включениями,

однако они оказались подвержены вредному воздействию влаги, в связи с чем было решено заменить их на бетонные плиты с включениями синтетических волокон.

Очистка балласта для повторного использования

Принимая во внимание значительные затраты, которых требует замена изношенного балласта на новый, железные дороги, операторы инфраструктуры и компании-подрядчики все чаще обращают внимание на возможность повторной укладки бывшего в употреблении балластного материала либо его использования для других целей.

С учетом этой тенденции компанией Plasser & Theurer (Германия) была создана высокопроизводительная балластоочистительная машина типа RM 900 VB (рис. 1). При ее разработке высший приоритет отдавали возможности повторно использовать значительную часть балластного материала, бывшего в употреблении, а также эксплуатационной гибкости и скорости работы. Машина была изготовлена по заказу компании Strabag Rail, специализирующейся на строительстве и ремонте инфраструктуры рельсового транспорта, и получила у заказчика название Europe Express.

За последние несколько лет компания Plasser & Theurer поставила некоторым заказчикам ряд машин для очистки балласта со специальными агрегатами двойного просеивания, обеспечивающими высокую производительность, что позволяет максимально эффективно использовать предоставляемые для проведения работ непродолжительные окна и обеспечить качественную очистку балласта.

Машина RM 900 VB может работать в трех режимах: восстановление характеристик балластного материала для его повторного

использования, очистка или полная замена балластного слоя. Предусмотрена также возможность добавления в восстановленный балластный материал нового в необходимом количестве.

Машина имеет 22 оси, оснащена гидравлическим приводом. В ее состав входят вагон для просеивания щебня, агрегат предварительной сортировки, дробильная установка, агрегат для выемки балласта, оснащенный собственной силовой установкой, двухсекционный агрегат с регулируемыми щетками для очистки поверхностей шпал и рельсов от рассыпавшегося балласта, а также вагон с цистерной, путеизмерительным и стабилизирующим оборудованием. Последний снабжен двумя устройствами для динамической стабилизации пути после подбивки шпал, что позволяет обеспечить оптимизацию его геометрических параметров и возобновить движение поездов без ограничения скорости непосредственно после завершения работ.

На новой машине применены устройства предварительной сортировки и высокопроизводительный эксцентриковый грохот, обеспечивающий использование возможно большей части балласта,

бывшего в употреблении, перед его поступлением в камнедробилку. Последняя придает граням изношенного балласта, обрабатываемого для повторного использования, остроконечную форму. Просеивающий грохот оснащен водными пылеуловителями.

При производстве работ к балластоочистительной машине с обеих сторон прицепляют вагоны с конвейерами и хопперы. Новый балластный материал поступает с одного конца поезда по конвейеру и укладывается в путь в заданной пропорции с восстановленным. Непригодные для дальнейшего использования фракции балласта подаются по другому конвейеру в порожние хопперы, расположенные со стороны, противоположной хопперам с новым балластным материалом.

Компания Strabag Rail располагает парком из 20 вагонов с конвейерами типа MFS-100, использование которых совместно с машиной RM 900 VB позволяет выполнять все операции по замене балласта, занимая только один путь, и не прекращать движение поездов по смежным путям.

Все конвейеры имеют цепную конструкцию и снабжены системой



Рис. 1. Балластоочистительная машина RM 900 VB (фото: Plasser & Theurer)

автоматического управления, непрерывно контролирующей их функционирование. Оператор также имеет возможность постоянно наблюдать за работой двух грохотов с помощью видеокамер. Благодаря наличию системы двусторонней внутренней связи, головной телефонной гарнитуры и дополнительных наушников обеспечена надежная передача информации между персоналом, находящимся на разных рабочих местах и в кабинах управления отдельными агрегатами.

Для обеспечения соответствия установленным на железных дорогах Германии требованиям входящих в состав машины вагон-путеизмеритель оснащен электронными измерительными и регистрирующими устройствами для контроля качества выполненных работ. С их помощью фиксируются глубина извлечения балласта, поперечный уклон земляного полотна, возвышение наружного рельса в кривых, наличие перекосов, просадка и другие геометрические параметры восстановленного участка пути.

Устранение дефектов рельсов с использованием термитной сварки

Термитная сварка обеспечивает эффективное устранение локальных плоскостных дефектов на рабочих поверхностях рельсов и позволяет отказаться от применения коротких вставок для замены поврежденных рельсов.

Дефекты рельсов достаточно разнообразны по своему происхождению и размерам. Они могут возникать на всем протяжении жизненного цикла рельсов и быть как локальными, так и распространяющимися на значительную длину. Устранение последних требует проведения трудоемких работ или даже полной замены рельсов, тогда как мелкие дефекты допускают местное устранение.

Для исправления мелких дефектов обычно или используется дуговая электронаплавка, или заменяется дефектный отрезок рельса. В последнем случае неизбежно появляются два новых нежелательных стыка, поэтому железные дороги изыскивают возможности внедрения более дешевых и простых методов ремонта.

Использование на железных дорогах термитной сварки для устранения локальных дефектов рельсов не является новшеством. Примерно 50 лет назад компания Elektro-Thermit (Германия) разработала методику наплавки на основе технологии термитной сварки для соединения рельсов. В то время технология устранения локальных дефектов не была основательно проработана, однако теперь после определенного совершенствования она может получить широкое применение.

Метод восстановления головок рельсов с применением термитной сварки разработан для устранения таких относительно неглубоких дефектов на рабочих поверхностях рельсов, как обжатие, выкрашивание, растрескивание, а также

повреждения, возникающие вследствие боксования и юза. Эта технология легко адаптируется для восстановления изношенных рельсов или рельсов с различной высотой головки.

Технология. В случае необходимости локального ремонта рельсов на первом этапе определяются размеры и местоположение дефектов, например, с помощью ручного ультразвукового дефектоскопа. Затем отдельные дефекты устраняются путем шлифования, фрезерования или удаления дефектной части с использованием кислородной газовой резки. Удаление дефектной части осуществляется по дуге окружности с максимальной глубиной в центре 25 мм и максимальной длиной вдоль рабочей поверхности 75 мм при расположении дефекта поперек головки. После вырезки образовавшаяся выемка в большинстве случаев заполняется наплавлением с помощью термитной сварки с последующим выравниванием и шлифованием.

Основной особенностью предложенной технологии является отсутствие зазора между соединяемыми отрезками рельсов. Кроме того, при восстановлении поверхности рельса обычным методом необходимо создать некоторое возвышение наплавленного металла, чтобы избежать его дальнейшей термической усадки ниже рабочей поверхности головки. Данная технология позволяет при необходимости прогревать подошву рельса непосредственно в процессе наплавки, снижая таким образом эффект термической усадки и обеспечивая вертикальное выравнивание обрабатываемых поверхностей.

После заключительного шлифования поверхность рельса с нанесенной с помощью описываемой технологии наплавкой практически не отличается по внешнему виду от нормальной бездефектной рабочей поверхности (рис. 2). При этом под головкой рельса не возникает

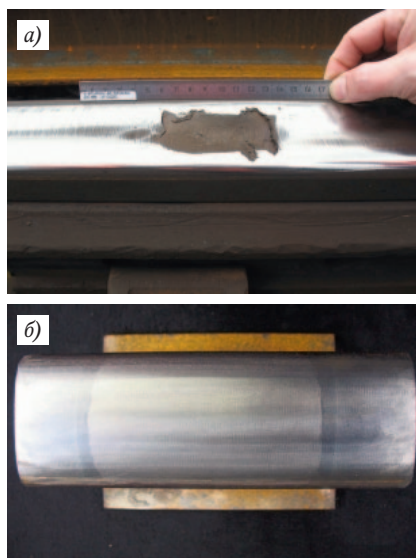


Рис. 2. Пример устранения дефектов рельсов с помощью предложенной технологии термитной сварки: а — дефектный рельс; б — рельс после устранения дефекта

сварочных наплавов, шейки и подошва рельса не подвергаются какому-либо воздействию. На практике с помощью этой технологии возможно размещение двух расположенных рядом наплавов или наплавов, находящихся вблизи шва от термитной сварки.

Характеристики наплавки. Твердость и химический состав наплавляемого металла определяют маркой электрода, которая подбирается с учетом совместимости с маркой стали ремонтируемых рельсов. На рис. 3 представлена типичная зависимость твердости наплавленного металла от расстояния до центра сварочного шва. Незначительные отклонения твердости, имеющие место при использовании предложенной технологии, весьма близки к получаемым при обычной термитной сварке, однако при обеспечении соответствия химического состава наплавленного металла и рельса эти отклонения не являются существенными.

Хотя стандарт на термитную сварку в части, касающейся испытаний на статический изгиб, не может быть применен к вставкам, выполненным с применением описываемой технологии, поскольку при ее использовании изменений структуры металла шейки и подошвы рельса не происходит, прочность ремонтируемого рельса практически не изменяется. Таким образом, при проведении упомянутых испытаний фактически определяется статический изгиб стали рельса, а не вставки.

Во время проведения испытаний на статический изгиб рельса типа UIC 60E1 из стали марки R260 с наплавкой, выполненной по предложенной технологии, при максимальной нагрузке 1700 кН изгиб достигал 40 мм. На этой стадии испытания были прекращены, причем каких-либо дефектов в наплавленном месте обнаружено не было. Следовательно, наличие на рельсе наплавки по данной технологии не оказывает влияния на величину разрушающей

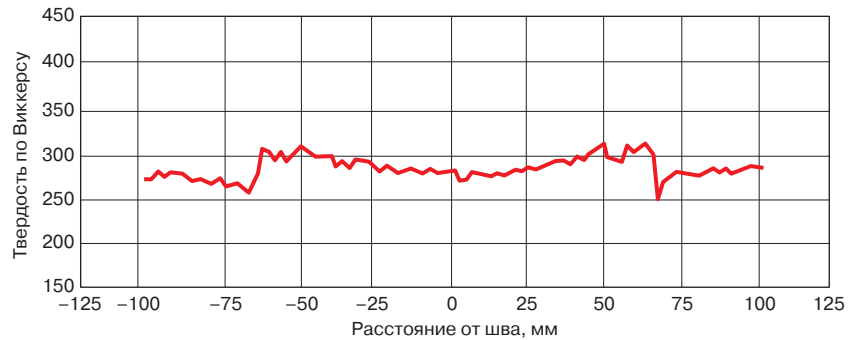


Рис. 3. Зависимость твердости наплавленного металла от расстояния до центра шва при использовании предложенной технологии устранения дефектов рельсов с применением термитной сварки (рельс из стали марки R260)

нагрузки и максимального прогиба. Достигнутые значительные величины прогиба свидетельствуют об эффективности устранения дефектов рельсов с использованием рассматриваемой технологии.

Усталостная прочность. Аналогичная ситуация наблюдалась при усталостных испытаниях рельсов с выполненными по данной технологии наплавками, проводившихся для оценки качества термитной сварки в лабораторных условиях, хотя при этом воспроизвести условия реальной эксплуатации было достаточно трудно. Напряжения растяжения, возникающие в подошве рельса в процессе испытаний, являются в общем случае причиной возникновения усталостных трещин, однако такие трещины не имеют отношения к оценке результатов устранения поверхностных дефектов с помощью сварки.

Более важными характеристиками состояния металла рельса являются его микроструктура и показатели связности наплавляемого металла с основным при использовании технологии термитной сварки. Исследование продольного разреза головки рельса с зоной сплавления металла рельса и наплавки с учетом изначальных размеров дефекта показало, что между металлами рельса и наплавки получена эффективная связность. Более того, вблизи рабочей поверхности рельса возникла лишь узкая зона, подвергшаяся тепловому воздействию.

Использование разработанной технологии в значительной степени способствует повышению безопасности движения, поскольку обеспечивает удаление по крайней мере большей части дефектного металла даже в тех случаях, когда не удастся ликвидировать дефект полностью.

Простота применения. Применение разработанной технологии позволяет устранять дефекты рабочих поверхностей головки рельса с показателями, не худшими достигаемых при обычной термитной сварке. Осуществляющий обслуживание пути квалифицированный персонал имеет достаточный опыт использования термитной сварки для соединения рельсов и в состоянии легко освоить новую технологию.

В связи с тем что данная технология локального устранения дефектов не наносит ущерба целостности рельса, в нем не возникают дополнительные продольные усилия. Поэтому в отличие от технологии, предполагающей удаление дефектной части рельса, при использовании новой технологии нет необходимости в снятии напряжений, возникающих в рельсе в процессе производства работ.

Railway Gazette International, 2011, № 8, р. 36–38, 40–43; материалы компаний *DB Netz* (www.dbnetze.com), *Plasser & Theurer* (www.plassertheurer.com), *Elektro-Thermit* (www.elektro-thermit.de).