

Укрепление основания пути

Результатом выполнения программы исследований по инновационным конструкциям железнодорожного пути (Innovative Track System, Innotrack), реализуемой в рамках МСЖД, стали рекомендации по улучшению состояния земляного полотна и верхнего строения пути, которые содержат ряд инновационных решений и уже нашли применение на линиях Национального общества железных дорог Франции (SNCF).

Железнодорожные сети многих европейских стран состоят из давно построенных обычных линий, состояние и параметры инфраструктуры которых далеки от современных требований. Отсутствие должного внимания к пути в течение многих лет привело к тому, что в настоящее время эта ситуация требует принятия радикальных неотложных мер. С ростом объемов перевозок и интенсивности движения поездов возникла необходимость иметь точное представление о состоянии путевой структуры и способах оздоровления земляного полотна за счет инновационных и экономически оправданных технических решений. Раздел «Земляное полотно и верхнее строение пути» исследовательской программы Innotrack предлагает именно такие решения.

Выявление проблем

В ходе реализации программы Innotrack в пяти странах Европейского союза на 15 участках железных дорог провели масштабные измерения, целью которых были оценка и отслеживание важнейших параметров, обуславливающих рабочие характеристики основания пути. Выбранные для измерений участки имели зоны в удовлетворительном и неудовлетворительном состоянии, а также отличались специфическими проблемами, в числе которых были:

- в Чехии — повторяющиеся значительные вертикальные неровности, вызванные в основном неудовлетворительным состоянием нижних слоев грунта в земляном полотне;

- во Франции — неудовлетворительный дренаж (при изучении вопроса были применены все известные методы исследований и оценки);

- в Германии — прогрессирующие неровности верхнего строения пути, а также неудовлетворительное состояние насыпей и выемок;

- в Испании — необходимость упрочнения подбалластных слоев земляного полотна и достижения однородности параметров различных по структуре переходных зон;

- в Швеции — на значительных по длине участках пути необходимость упрочнения насыпей, отсыпанных из мягких грунтов, за счет устройства стенок из наклонных цементно-известковых колонн.

Примененные в ходе исследований геофизические методы, являясь неразрушающими и безопасными, позволяют определять различные структуры горизонтов грунта, наличие в них воды, свойства материалов, из которых они состоят, а также возможное наличие трещин в скальных породах.

Жесткость земляного полотна в вертикальном направлении на всем протяжении обследуемых участков измеряли с помощью

двух разработанных соответственно в Швеции и Франции устройств: Rolling Stiffness Measurement Vehicle (RSMV) и Portacemetre.

Такие приборы для испытания грунтов, как динамические пенетрометры типа Panda (легкое малогабаритное устройство, идеальное для труднодоступных мест) или динамические зонды Dynamic Probe Light (DPL), позволяют определять так называемое динамическое конусное сопротивление в конкретных точках в зависимости от глубины залегания грунта. Полученные данные можно использовать для оценки плотности грунта в разных пластах.

Для идентификации грунтов применяли геологические эндоскопы, проникающие зонды или неразрушающие пробоотборники. Преимущество геологических эндоскопов перед зондами заключается в сохранении целостности земляного полотна.

Локальные измерения жесткости в переходных зонах проводились при пропуске поездов. Действовавшие при этом усилия определяли путем измерения деформации сдвига на рельсах между шпалами и с помощью лазерных приборов. В другом случае измерения проводились с помощью приборов, установленных на путевой тележке, при движении не оказывающей поперечных нагрузок на путь. Здесь определяли влияние состояния основания пути на его динамические показатели (избегая зависших шпал).

Результаты измерений жесткости основания пути можно эффективно использовать при разработке технологии его текущего содержания, поскольку они позволяют выявить первопричины проблем на участках с неудовлетворительными показателями. Полученные данные могут быть использованы при реконструкции пути с целью повышения скорости движения и/или осевой нагрузки, а также при оценке качества укладки нового пути.

Автоматизированные средства измерения геометрических параметров наиболее часто используются в технологиях текущего содержания пути, поскольку большая часть дефектов, касающихся, по крайней мере, балластной призмы и земляного полотна, проявляются как отклонения от заданных параметров. Но истинные причины отклонений таким путем не выявляются. В этих случаях первопричину можно определить путем измерения жесткости пути — ею могут быть неоднородность параметров в переходных зонах, ослабление или обводнение земляного полотна.

При планировании реконструкции необходимо рассматривать многие аспекты: несущую способность грунта, сопротивляемость земляного полотна воздействию различных факторов, будущую технологию текущего содержания пути. Однако представление о состоянии основания земляного полотна под верхним строением пути часто бывает неполным в силу его доступности только для визуальных осмотров. В таких случаях измерение вертикальной жесткости позволяет определять участки, на которых требуется упрочнение земляного полотна или проведение более тщательных обследований.

В настоящее время наблюдается недостаток четких рекомендаций по допустимому разбросу величин жесткости пути для новых линий. Метод сплошных измерений дает возможность проверять новый путь по разбросу величин его жесткости.

Данные о жесткости пути, собранные в Шамбери (Франция), стали исходными в эксперименте с использованием метода цифрового анализа случайного поведения пути. Значительный объем измерений позволил накопить статистические данные о геометрических и механических параметрах пути обследованного участка; одновременно использовали бесконтактный вероятностный метод анализа для

описания поведения пути. Количественные результаты исследования подтвердили возможность использования подобной методики для исследований параметров пути с выявлением наиболее существенных параметров, например толщины балластной призмы или механических характеристик земляного полотна.

Впервые примененная методика, предусматривающая одновременный анализ экспериментальных и статистических данных, может обеспечить получение весьма полезной для организации эффективного текущего содержания пути информации.

С помощью анализа надежности можно оценить и сравнить влияние на поведение пути таких мероприятий, как подсыпка балласта или улучшение дренажа основания пути. Эффективность применяемой системы текущего содержания пути оценивается с помощью компьютерного расчета вероятности отказа, характеризующей продление или сокращение периодов безотказной работы.

Методы оздоровления

Вслед за этапом оценки и анализа данных, полученных при измерениях, на экспериментальных участках, выбранных в связи с неудовлетворительным состоянием основания пути, был использован инновационный метод ремонта земляного полотна. Проведенная работа подготовила участок к организации более интенсивного движения поездов при минимальном влиянии на эксплуатационный процесс и текущие расходы.

В Испании, например, был усилен путь в переходной зоне на подходе к мосту, где из-за неудовлетворительного состояния земляного полотна действовало ограничение скорости движения до 10 км/ч и требовалась частая подбивка.

Проведенные измерения выявили порог жесткости, приблизительно

но равный 40 кН, ниже которого нагрузка не передавалась балластной призмой на верхний слой земляного полотна, отражая нелинейное поведение. Кроме того, значения жесткости над железобетонными блоками и насыпью не превышали 20 кН/мм. Для этой зоны было принято решение заменить старый балласт новым, более высокого качества, усилить насыпь и уложить два слоя георешеток с высокой упругостью. Кроме того, для защиты железобетонных блоков использовали геомембраны.

На проведение этих работ потребовалось 6 дней, и после их завершения проблем с текущим содержанием участка уже не было. Реконструкция не только повысила безопасность, но и существенно сократила время следования поездов по перегону, поскольку стало возможным повысить допустимую скорость движения поездов до 160 км/ч. В сравнении с доремонтным периодом увеличились интервалы между подбивками пути, что привело к соответствующему снижению расходов на текущее содержание.

В Швеции проведены крупномасштабные испытания нового метода упрочнения грунта земляного полотна под насыпями действующих железнодорожных линий за счет создания стенок из наклонных цементно-известковых колонн (рисунок), причем без остановки движения поездов. В качестве экспериментального был выбран участок линии, на которой проводилась реконструкция с целью повышения осевой нагрузки, но насыпь не имела нужной устойчивости.

Укрепляющие земляное полотно стенки создавались из устанавливаемых рядом друг с другом наклонных колонн, изготовление которых начиналось с погружения на определенную глубину в грунт медленно вращающегося полого вала со смешивающим устройством (мешалкой) внутри. При вращении инструмента в противоположную сторону



Установка наклонной цементно-известковой колонны для усиления земляного полотна

и его подъеме связующий раствор смешивался с грунтом земляного полотна. В результате создавалась колонна стабилизированного грунта круглого сечения. Процесс стабилизации грунта начинался немедленно, прочность земляного полотна усиливалась с течением времени.

В дополнение к упомянутым измерениям испытательный участок

подвергался контролю перед, в процессе и после устройства стенок из колонн. Проверка упрочнения цементно-известковой смеси осуществлялась после обустройства колонн с выемкой грунта на соответствующую глубину с одновременным контролем их геометрических параметров и монолитности. Отобранные образцы упрочненного грунта

подвергались лабораторным испытаниям для определения достигнутой жесткости.

Измерения, выполняемые во время проведения этих работ, показали, что величины, характеризующие подъем, осадку и перекос пути, находятся в пределах норм, операции по текущему содержанию во время установки цементно-известковых колонн не требовались. Выправку пути провели после полной осадки, более чем через 2 мес после работ по упрочнению.

Использование этой новой технологии упрочнения земляного полотна без остановки движения поездов продемонстрировало высокую экономическую эффективность в сравнении с применяемыми в настоящее время методами, которые предполагают предварительное удаление верхнего строения пути и срезку насыпи с соответствующим прекращением движения на длительный период.

J Chalansonnet. International Railway Journal, 2010, № 8, p. 52 – 53, 56; материалы программы Innotrack (www.innotrack.net/Reports).

НОВОСТИ

Хищение меди на линиях DB

Железные дороги Германии (DB) модернизируют линию Берлин — Коттбус. Сдача ее в эксплуатацию была намечена на 1 мая 2011 г., однако срок сдачи пришлось сдвинуть на 12 июня 2011 г. Причиной задержки стало хищение цветных металлов с перегонов, а также с временных складов ремонтных участков, расположенных на линии. В результате были повреждены уже смонтированные кабельные линии систем СЦБ и даже контактная подвеска, а кабель и провода похищены. Работы по модернизации начались летом 2010 г. Проектом стоимостью 130 млн. евро предусматривалось оборудование современными системами участка линии между станциями Кёнигс-Вустерхаузен и Люббенау протяженностью

60 км, где разрешенная максимальная скорость будет повышена со 120 до 160 км/ч.

Ввод в эксплуатацию спрямляющей линии к югу от Лиссабона

В конце февраля 2011 г. в Португалии открыто движение поездов по новой линии Alcácer длиной 29 км, пересекающей долину р. Саду и сократившей расстояние по железной дороге от Лиссабона до южного региона Алгарви на 6,7 км. Одной из целей строительства линии является улучшение транспортных связей с портом Синиш на побережье Атлантического океана и повышение за счет этого его конкурентоспособности.

Линия рассчитана на движение грузовых поездов с осевыми нагрузками до 25 т и пассажирских со скоростью до 200 км/ч (до 220 км/ч для поездов из вагонов с наклоняемыми кузовами). В настоящее время на линии уложен один путь, но ее земляное полотно и искусственные сооружения позволяют в будущем уложить второй. В ходе строительства линии приняты все меры по уменьшению ее воздействия на окружающую среду, в частности на природный парк в устье Саду.

Реализация проекта, который администрация инфраструктуры железных дорог Португалии REFER рассматривает как один из крупнейших за последние года, обошлась в 159 млн евро, участие в его финансировании принял Фонд сплочения (Cohesion fund) Европейского союза.