



Заключительный технический отчет Резюме

Под редакцией Андерса Экберга и Бьёрна Польссона



Заключительный технический отчет. Резюме

HIGHLIGHTS

1. Оценка состояния земляного полотна
2. Жесткость пути
3. Четыре метода совершенствования нижнего строения пути
4. Две инновационные формы безбалластного железнодорожного пути
5. Ориентиры оптимального выбора качества железнодорожных рельсов
6. Образование дефектов типа "смятие головки рельса" (squats)
7. Волнообразный износ
8. Изолирующие стыки
9. Трещины в рельсах
10. Испытания рельсов
11. Методы проверки и оборудование для обнаружения трещин в рельсах
12. Процедуры шлифования
13. Сварка с узкой зоной термического воздействия
14. Стоимостной контроль
15. Оптимизация стрелочных переводов и пересечений
16. Численный анализ повреждений и оптимизация компонентов стрелочных переводов
17. Общедоступные стандарты электронной централизации и блокировки и полых шпал
18. Ключевые параметры для систем мониторинга стрелочных переводов
19. Методика оценки стоимости жизненного цикла (LCC)
20. Логистические решения

Цели INNOTRACK

Целью проекта INNOTRACK является объединение усилий основных заинтересованных сторон железнодорожного сектора — менеджеров инфраструктуры, предприятий железнодорожной промышленности и исследовательских учреждений с тем, чтобы способствовать дальнейшему развитию экономически эффективной инфраструктуры путем разработки инновационных решений, способствующих значительному снижению вложений и расходов на содержание инфраструктуры.

В рамках проекта INNOTRACK предоставилась уникальная возможность объединить менеджеров инфраструктуры и предприятий железнодорожной промышленности, а также сосредоточиться на исследовании возможных путей снижения стоимости жизненного цикла (LCC = Life cycle cost) железнодорожной инфраструктуры. INNOTRACK получил поддержку из средств 6-й рамочной программы Комиссии Европейского Сообщества, договор № TIP5-CT-2006-031415.

Философия INNOTRACK

В будущем роль железных дорог возрастет с реализацией новых требований. Инструменты для достижения ряда этих требований разработаны в рамках проекта INNOTRACK

В настоящее время перед железнодорожным транспортом ставятся новые задачи. В качестве примера можно привести всё возрастающие скорости движения поездов и увеличение осевых нагрузок (зачастую и то и другое вместе), обеспечение повышенной готовности, а также снижения числа сбоев в перевозках и снижения LCC. В то же время должны быть учтены экологические требования и требования по безопасности движения. На железных дорогах имеются густые сети путей, где возможности безотказных перевозок ограничены. В будущем роль железных дорог возрастет с реализацией новых требований. Результаты проекта INNOTRACK помогают разобраться в решении этих важных вопросов. 50-60% железнодорожных затрат составляют расходы на эксплуатацию и обновление типичной железной дороги. А это в свою очередь означает, что результаты проекта INNOTRACK имеют существенное влияние на общее сокращение расходов на железнодорожном транспорте.

Эти задачи описаны более подробно во второй главе Заключительного технического отчета по проекту. Важно осознавать, что все эти требования и задачи не только пустые слова, но и повседневная реальность железных дорог.

Результат проекта INNOTRACK можно рассматривать как инструментарий, содержащий множество инновационных решений. Некоторые избранные решения (изюминки проекта), как технического, так и общего характера, представлены в настоящем резюме с тем, чтобы дать общее представление о содержании проекта INNOTRACK. Кроме того, в Приложении VI к заключительному техническому отчету по проекту представлен полный перечень готовых к реализации результатов INNOTRACK.

Железные дороги — очень сложная система

Сложность железнодорожной системы объясняется тем, что для ее составляющих характерны различные степени износа и продолжительность работы в системе. Замена элементов системы непрерывный и постоянный процесс. Поэтому в настоящее время железнодорожная инфраструктура напоминает лоскутное одеяло, которое должно быть соткано с учетом всех более высоких требований. Исходя из этого, все изменения системы должны

выполняться последовательно и аккуратно.

Другим важным фактором является то, что знания, касающиеся железных дорог в целом, а также структуры железнодорожного пути в частности, в значительной степени являются эмпирическими. Это означает, что нам известно, что произойдет в случае статичной ситуации. Но при необходимости удовлетворения всё новых и новых требований зачастую возникают радикальные изменения в системе. В связи с этим мы должны не только знать "как", но и "почему", для того, чтобы предсказать последствия изменений в системе. В проекте INNOTRACK много усилий было затрачено на выяснение "почему" те или иные явления имеют место, чтобы в будущем можно было бы предсказывать возможные варианты реакции железнодорожного пути на различные изменения в системе.

Замена (или скорее модернизация) частей системы на новые, более эффективные компоненты означает, что новые компоненты должны вписаться в сложную систему железных дорог. Внедрение новых компонентов в систему крайне необходимо, так как многие устаревшие компоненты нуждаются в замене и/или не удовлетворяют новым требованиям. Однако для того, чтобы избежать процесса проб и ошибок, необходимо реализовать все нововведения в определенном порядке, при котором все технические требования, требования по стоимости жизненного цикла и логистические требования будут учтены. Этот процесс также является важной частью проекта INNOTRACK.

Ситуация осложняется тем, что компоненты железных дорог имеют тенденцию (как правило, положительную) иметь все более международный характер. Кроме того, роль железнодорожной промышленности в разработке новых продуктов изменилась и продолжает меняться, см. главу 7 Заключительного технического отчета INNOTRACK. Это означает, что новые компоненты в меньшей степени должны разрабатываться согласно конкретным

спецификациям разных стран. Кроме того, менеджеры инфраструктуры в меньшей степени могут влиять на развитие производственной продукции, но обязаны включать в соответствующие технические спецификации все необходимые функциональные требования. Это в свою очередь ставит новые задачи перед представителями железнодорожных администраций и промышленности в обеспечении компонентов высокого качества, которые могут функционировать в рамках железнодорожной системы надлежащим образом. В проекте INNOTRACK этот вопрос рассматривался как с технической, так и с точки зрения LCC.

Большинство источников затрат — затраты международного плана

Исследования, проведенные в ходе проекта INNOTRACK, показали, что наиболее ощутимыми источниками затрат являются затраты международного характера. Поэтому ряд предложенных к реализации проектов будет осуществлен эффективнее, если эти проекты будут проводиться в тесном международном сотрудничестве. Если при этом удастся создать активные международные рабочие группы, то процесс внедрения новых решений пройдет быстрее и потребует меньших затрат. В рамках проекта INNOTRACK впервые определены основные источники затрат на железнодорожные пути в Европе по таким разделам как нижнее и верхнее строения пути, стрелочные переводы и пересечения. Кроме того, в ходе проекта INNOTRACK активно оказывались содействие и помочь в координировании усилий по внедрению результатов проекта на европейском уровне.

Научные исследования и разработки — необходимый и эффективный способ развития, особенно в сфере железнодорожного транспорта

Научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы (R&D) в железнодорожном секторе крайне

необходимы для сокращения затрат и повышения производительности. Этому также способствует сотрудничество между предприятиями инфраструктуры и промышленности, которое предоставляет возможность инфраструктурным подразделениям согласовывать свои потребности с промышленными разработками. А это, в свою очередь, повышает вероятность того, что разработанные и усовершенствованные изделия, услуги и процессы впишутся в систему и будут функционировать надлежащим образом.

Важность научных исследований и разработок также подчеркивается тем, что большая часть R&D в настоящие дни проводится в различных условиях. При этом роль промышленных предприятий в этой деятельности постепенно возрастает, и на сегодня по объемам работ они уже обогнали предприятия инфраструктуры.

Внедрение новых знаний — дело не простое, но необходимое

Традиционно внедрение новых знаний и разработок в области железнодорожного транспорта проходит тяжело. Сегодня это, можно сказать, «Ахиллесова пята» научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ R&D. В этом вопросе деятельность инфраструктурных подразделений должна стать более эффективной для того, чтобы новые изделия и разработки внедрялись более упорядоченно (см. выше), а также все необходимые спецификации и информация о конкретном изделии/разработке непосредственно передавались в эксплуатационные организации. Для реализации проекта INNOTRACK значительные средства были выделены МСЖД (Международный союз железных дорог, международная аббревиатура UIC) и ЮНИФЕ (Ассоциация европейской железнодорожной промышленности, UNIFE) с целью содействия практическому внедрению на высоком профессиональном уровне.

Перечень основных результатов INNOTRACK

Оценка состояния земляного полотна

Источники затрат

Изменчивость почвенных условий приводит к изменениям геометрии пути и необходимости дополнительного технического обслуживания.

Решение

В рамках проекта INNOTRACK проведено сравнение нескольких методов оценки состояния земляного полотна, их возможности и точность. Помимо этого создана база данных для хранения, поиска и визуализации данных о состоянии земляного полотна.

Преимущества

Возможность оптимизировать усилия по укреплению земляного полотна, что снижает степень ухудшения геометрии железнодорожного пути и необходимость выправки и подбивки.

Дальнейшие шаги

Оптимизация использования национальных методов оценки состояния железнодорожного пути на международном уровне "с разработкой оценочной методологии". Более широкое использование и пополнение базы данных по состоянию пути. Оценка изменения состояния пути со временем.

Жесткость пути

Источники затрат

Жесткость пути является важным фактором в процессе взаимодействия подвижного состава и железнодорожного пути. Упрощенно можно сказать, что жесткость пути регулирует воздействие пути на подвижной состав. Это особенно важно для высокоскоростных поездов и тяжеловесных грузоперевозок. Здесь стоит отметить, что, как правило, не уровень жесткости, а изменение жесткости имеет принципиальное значение. Жесткость пути также зависит от климатических условий. Слишком большие вариации жесткости пути приводят к высоким динамическим нагрузкам, что требует дополнительных затрат.

Решение

В ходе проекта INNOTRACK намечены реально ощущимые сдвиги в решении этого вопроса. Разработаны методы измерения и оценки жесткости

пути. Благодаря этому углубилось понимание значения жесткости пути, что дало возможность оптимизировать распределение жесткости. Более того, в рамках проекта INNOTRACK впервые проведены сопоставления вариаций жесткости стрелочных переводов в разных странах. Результаты ясно указывают на значительный потенциал по снижению динамических нагрузок. Измерения, проведенные в рамках проекта INNOTRACK, можно использовать в качестве инструмента для мониторинга и поддержки надлежащего уровня жесткости не только в районе стрелочных переводов, но и, например, в переходных зонах.

Разработка и сравнение нескольких методов измерения жесткости пути были проведены в рамках INNOTRACK. Для оценки влияния различных почвенных условий была осуществлена разработка и проведено сравнение еще нескольких расчетных и экспериментальных методов.

Преимущества

Более глубокое понимание вопроса о жесткости пути дает возможность снижения уровня динамических нагрузок и уменьшения деградации пути, а также стрелочных переводов и пересечений.

Дальнейшие шаги

Жесткость пути влияет на нагрузку на железнодорожное полотно и подвижной состав. Жесткость пути остается открытым вопросом в технической спецификации об операционной совместимости (TSI) инфраструктуры. Результаты INNOTRACK могут способствовать усовершенствованию TSI.

Результаты проекта будут в дальнейшем использоваться для оптимизации стрелочных переводов и пересечений.

Четыре метода совершенствования нижнего строения пути

Источники затрат

Укрепление земляного полотна — очень дорогостоящий процесс. Эти расходы связаны не только с человеческими затратами и стоимостью материалов и т.п., а также

покрытием расходов на сбои в перевозках, регулировку скорости движения и т. д.

Решение

В ходе проекта INNOTRACK осуществлена разработка, реализация и сравнительный анализ четырех методов совершенствования нижнего строения пути. К ним относятся оптимизированное использование георешетки и геотекстиля, использование вертикальных почвенно-цементных столбов, а также использование наклонных известково-цементных колонн. Последний метод был применен без необходимости остановки перевозок, что дает значительную экономию средств и вызывает минимальные нарушения графика движения поездов. Все эти методы были проверены численно и/или экспериментально.

Преимущества

Усовершенствованные и оптимизированные методы, как было продемонстрировано, позволяют значительно снизить стоимость жизненного цикла. Помимо этого, данные методы также способствуют дальнейшему сокращению текущих сбоев в работе инфраструктуры.

Дальнейшие шаги

Разработанные предложения должны быть интегрированы в национальные и международные нормы и стандарты.

Две инновационные формы безбалластного железнодорожного пути

Источники затрат

Изменение уровня несущей жесткости пути является одним из ключевых факторов, приводящих к быстрому ухудшению качества и целостности железнодорожного пути. Следовательно, железнодорожный путь требует более частого уплотнения балласта для корректировки линейности и уровня железнодорожного пути, шлифовки рельсов для удаления поверхностных дефектов, таких как трещины, возникающих при усталости металла при качении (при взаимодействии колесо-рельс), и неразрушающего контроля рельсов для предотвращения их излома и обеспечения безопасной

эксплуатации железнодорожного пути. Ситуация усложняется в районах стрелочных переводов и пересечений из-за сложности их геометрии и возникающим там повышенным динамическим нагрузкам.

Таким образом, ключевым фактором для развития новых видов безбалластного железнодорожного пути является сокращение затрат по LCC с помощью инженерных разработок и монтажных установок, которые позволили бы исключить возможность вариации жесткости пути.

Решение

Две новые формы железнодорожного пути были разработаны в рамках INNOTRACK.

Встроенная рельсовая система

Система обладает высокой производительностью укладки с соответствующим высококачественным и быстрым процессом бетонирования, сборки и выравнивания рельса.

Производительность до 1,5 метров в минуту для высокоскоростных линий. При этом отсутствуют расходы на балласт и его уплотнение.

Используется форма железнодорожного рельса, которая позволяет на 25% больше износа поверхности рельса, а также в полной мере использовать более твердые стали. Применяется интерактивная разработка подвижного состава с тем, чтобы уменьшить расходы на изготовление и техническое обслуживание подвижного состава. Постоянно поддерживаемая несложная малокомпонентная система, обеспечивает поддержку полностью автоматизированным бортовым системам по инспектированию, включая видеоконтроль, ультразвуковое тестирование и измерения геометрических параметров пути. Помимо этого, существует также возможность полного волоконно-оптического зондирования бетона для контроля за понижением уровня пути.

Двухслойный стальной путь

Система была специально разработана для участков пути с большим количеством стрелочных переводов и пересечений. Этот вариант был полностью разработан от идеи до прототипа в рамках проекта INNOTRACK. Особенности дизайна включают равномерно распределенную жесткость укладываемого пути, что значительно снижает потребности в техническом обслуживании. Это

модульная конструкция обеспечивает быструю сборку, которая приводит к сокращению сборочного времени и расходов.

Преимущества

Встроенная рельсовая система

Высокая производительность с сокращением времени строительства на 30%, а также снижение стоимости строительства делает систему конкурентоспособной с балластным путем. Низкая стоимость укладочного оборудования, которое может быть заимствовано из парка дорожной техники. Решение также позволяет производить работы в туннелях с ограниченной конструкционной высотой. Эксплуатационные затраты сводятся к минимуму за счет улучшения взаимодействия подвижного состава, отсутствия необходимости ухода за балластным слоем, продления жизненного цикла рельса (за счет снижения усталости и износа) и продления жизненного цикла пути в целом на 60 лет.

Обеспечивается автоматизированный контроль с ультразвуковым диагностированием. Также имеется возможность для полностью автоматизированной видеосъемки/контроля за геометрией пути. Помимо этого, был устранен ряд потенциальных отказов.

Двухслойный стальной путь

Двухслойная конструкция обеспечивает равномерную опору и возможность регулировки. Модульная конструкция на основе конструкционных панелей обеспечивает быструю и экономически эффективную установку и логистику. Данная конструкция пути дает возможность вводить встроить железнодорожные линии со скоростями, приемлемыми для каждого конкретного участка. Угроза разрушения опорной системы значительно сокращается в связи со снижением потребности обслуживания (нет необходимости уплотнения балласта), и большей степенью доступности пути. Кроме того, более равномерно распределенная опорная система и улучшенные условия контакта колесо-рельс способствуют продлению жизненного цикла рельсов. Расходы на установку конструкции сравнимы с расходами на строительство балластного пути со стрелочными переводами и пересечениями с учетом сбоев в графике движения поездов.

Дальнейшие шаги

В настоящее время разработки внедряются в практику.

Ориентиры оптимального выбора качества железнодорожных рельсов

Источники затрат

Недифференцированное использование обычных (без термической обработки) рельсовых сталей в кривых до 5 000 м способствует увеличению затрат на эксплуатацию и/или преждевременные инвестиционные вложения по замене рельсов.

Решение

На основе многочисленных продолжительных измерений в ходе проекта INNOTRACK удалось разработать и откалибровать модели прогнозирования общей деградации рельса с точки зрения износа и контактной усталости. По сравнению с обычной рельсовой сталью, термообработанные рельсы обладают повышенным сопротивлением к износу и высоким усталостным сопротивлением. Так же были разработаны два критерия по выбору сорта стали — "в зависимости от радиуса кривой" и "на основе степени износа". Оба метода согласованно подтверждают технические и экономические преимущества широкого использования термической обработки высококачественных сталей.

Преимущества

Повышение надежности рельсов путем термической обработки высококачественной стали приводит к значительному увеличению срока службы, существенному снижению стоимости жизненного цикла, и в то же время, к увеличению эксплуатационных возможностей железнодорожного пути. Кроме того, дополнительные инвестиции окупаются в очень короткие сроки. Соответствующую экономию затрат можно рассчитать непосредственно на основе LCC-модели, разработанной в INNOTRACK. Примеры таких расчетов рассматривались в рамках проекта.

Дальнейшие шаги

Директивы, разработанные в рамках INNOTRACK, отправлены на рассмотрение экспертной группы

МСЖД и предлагаются в качестве основы для технических рекомендаций МСЖД / ЮНИФЕ (для замены памятки МСЖД 721).

Образование дефектов типа "смятие головки рельса" (squats)

Источники затрат

Дефекты данного типа все чаще и чаще встречаются на железнодорожных путях Европы. Меры по устранению данного дефекта предусматривают шлифовку рельсов, сварочные восстановительные работы или замену короткого участка рельса, содержащего подобные дефекты, и требуют существенных затрат.

Решение

Следует пополнять запас знаний о причинах образования и факторах, влияющих на рост таких дефектов с тем, чтобы можно было предпринимать профилактические меры. Работа в рамках INNOTRACK — важный шаг в этом направлении с использованием натурных измерений и численного моделирования. В частности, был глубоко проработан вопрос о том, что же является первоначальной причиной возникновения такого рода дефектов.

Преимущества

INNOTRACK предоставляет средства оптимизации ремонтно-эксплуатационных работ и способствует переходу на плановое техническое обслуживание. Степень сокращения расходов будет зависеть от характеристик движения. Ожидается, что она будет значительной.

Дальнейшие шаги

Полученные знания должны быть включены в действующие руководства и инструкции по совершению "минимально необходимых действий". Выводы сделаны главным образом по работе сети железных дорог Голландии. Исследования должны быть расширены, чтобы убедиться в том, что их результаты в равной степени применимы и на других европейских железнодорожных сетях. Кроме того, существует острая потребность в новых исследованиях, например, темпов роста появления дефектов данного вида при различных условиях эксплуатации.

Волнообразный износ

Источники затрат

Волнообразный износ приводит к увеличению уровня шума и контактных напряжений в системе колесо-рельс. Стандартной мерой по уменьшению данного вида износа является шлифование, которое является дорогостоящим действием и вызывает перерывы в графике движения поездов. Имеются также свидетельства, что рельсы с волнообразным износом подвержены большему риску появления дефектов типа "squats".

Решение

В рамках INNOTRACK разработан метод определения допустимых величин волнообразного износа рельсов относительно уровня шума и риска образования трещин в колесах и рельсах.

Преимущества

Разработанный математический инструментарий может быть использован для определения интервалов шлифования и т.д.

Дальнейшие шаги

Полученные знания должны быть включены в действующие руководства, инструкции по совершению "минимально необходимых действий" и рекомендации по практической реализации. Для дальнейшей оптимизации ремонтно-эксплуатационных работ необходимо более глубокое изучение роста волнообразного износа и взаимоотношения между эксплуатационными грузовыми условиями и образующимися трещинами.

Изолирующие стыки

Источники затрат

Изолирующие стыки образуют разрыв между стыкуемыми рельсами. В связи с этим они подвергаются высоким эксплуатационным нагрузкам, что может привести к износу стыка (что приводит к еще большей нагрузке) и наката рельсового материала на поверхность стыка (вызывая короткое замыкание в системе сигнализации). Если вовремя не предпринять корректирующие меры на ранней стадии деградации изостыков, то последствием будет их вынужденная замена, что приводит к значительному увеличению расходов на текущее

содержание пути и нарушению графика движения.

Решение

INNOTRACK провел большую кампанию по моделированию механических повреждений изолирующих стыков. Кроме того, были проведены полевые испытания для того, чтобы проверить численные результаты моделирования. В результате достигнуто понимание роли различных параметров эксплуатации и их влияния на соответствующие механизмы разрушения.

Преимущества

Работа в рамках INNOTRACK закладывает основу для предписания геометрии стыков и позволяет определить допуски по различным условиям эксплуатации. Кроме того, более глубокое понимание механизмов износа позволит внести вклад в улучшение конструкции изолирующих стыков.

Дальнейшие шаги

Полученные знания должны быть включены в действующие руководства, инструкции по совершению "минимально необходимых действий" и рекомендации по практической реализации. Необходимо дальнейшее повышение уровня знаний, например, о влиянии эксплуатационных условий, жесткости пути, свойств материалов и др.

Трещины в рельсах

Источники затрат

Трещины в рельсах, в конечном счете, вызывают проблемы безопасности движения. В целях предотвращения развития трещин до излома рельса, они должны быть выявлены и устранины на начальных стадиях развития. Также важно избегать чрезмерных перегрузок пути. Неправильные и недостаточные предупредительные действия, включая установление допустимых нагрузок, приводят к увеличению расходов и/или снижению уровня безопасности.

Решение

Проблемы распространения трещин в рельсах изучались в рамках INNOTRACK с целью количественной оценки влияния параметров эксплуатации, а также необходимости предупредительных проверок и графика обслуживания. Примером использования является определение допустимых нагрузок при наличии ползуна на колесе.

Преимущества

С работой INNOTRACK точность оперативных решений и корректирующих мер возросла. Особое преимущество здесь в том, что существующие "минимальные меры" могут быть рассмотрены и проверены/ пересмотрены с использованием научно доказанных методов.

Дальнейшие шаги

Результаты INNOTRACK уже используются для совершенствования руководств о допустимых эксплуатационных нагрузках. Необходимо согласование на европейском уровне. Кроме того, работа, связанная с периодичностью проверок, должна быть реализована в руководстве о "минимальных действиях" и памятках, а метод распространен и на другие ключевые дефекты, встречающиеся на европейских железных дорогах.

Испытания рельсов**Источники затрат**

Испытание рельсов способствует усовершенствованию рельсовых сталей разных марок и более точному выбору соответствующих стратегий по текущему содержанию рельсов. Это позволяет уменьшить расходы на их обслуживание. Полевые испытания стоят очень дорого, условия их проведения сложно контролировать. Если лабораторные тесты могут заменить эти испытания, то будет получена значительная экономия средств. Действующий европейский стандарт рельсов (prEN 13674: 2009) не содержит каких-либо прямых указаний об оценке различных марок рельсовых сталей относительно двух ключевых механизмов деградации: износа и контактной усталости при качении (RCF). Вместо этого стандарт и железные дороги полагаются на косвенные критерии качества рельса — поверхностную твердость и прочность на разрыв. Более того, результаты текущих испытаний на износ и усталость, осуществляемых различными организациями (менеджерами инфраструктуры, производителями рельсов и академическими институтами), не сопоставимы, и дают оценку только эксплуатационных характеристик различных марок рельсовых сталей. Все эти факторы приводят к менее эффективным и более дорогостоящим, чем это необходимо, испытаниям, что может привести к неоптимальному выбору марок рельсовых сталей.

Решение

В рамках INNOTRACK проведена работа по согласованию лабораторных испытаний рельсовых сталей различных марок (масштабированных и в натуральную величину). Результаты этих испытаний были соотнесены с эксплуатационными условиями с помощью численных экспериментов и лабораторных исследований микроструктурных деформаций/повреждений. Такой систематический подход является уникальным в железнодорожном секторе. Полученные результаты научно подтвердили преимущества рельсовых сталей класса премиум.

Преимущества

Результатом работы INNOTRACK является методология сравнения рельсовых сталей различных классов. Предполагается, что руководящие указания по результатам исследований в будущем будут включены в сборник спецификаций рельсов Euronorm.

Дальнейшие шаги

Работа ведет к формализации и стандартизации отчетности испытаний (в т.ч. и полевых испытаний), а также совершенствованию методов сравнения испытаний и эксплуатационных условий путем численного моделирования и лабораторных исследований микроструктурных деформаций/повреждений. В дальнейшем будет принято решение о внесении результатов данной работы в новый стандарт CEN.

Методы проверки и оборудование для обнаружения трещин в рельсах**Источники затрат**

Невозможность обнаружения трещин в рельсах на ранней стадии развития затрудняет планирование корректирующих мер, таких как шлифование. Это приводит к тому, что трещины могут развиваться продолжительное время до момента их устраниния, что в свою очередь влечет к повышению затрат на шлифование и более значительным нарушениям, а также сокращению жизни рельса. В особо тяжелых случаях это может быть даже вопросом безопасности движения.

Решение

Значительное число методов проведения проверок и установок для обнаружения трещин в рельсах были

протестированы в INNOTRACK. Эти методы были сопоставлены по точности обнаружения различных видов трещин. Установочное оборудование было протестировано как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Преимущества

Для менеджеров инфраструктуры результаты INNOTRACK дают отличную базу для подбора подходящего оборудования для обнаружения трещин в рельсах.

Дальнейшие шаги

В настоящее время продолжается работа в европейских проектах INTERAIL и PM 'n' IDEA.

Процедуры шлифования**Источники затрат**

Шлифование рельсов — необходимый компонент текущего содержания пути, который увеличивает жизнь рельса и уменьшает издергки. Стоимость шлифования сегодня очень высока. Этому есть две причины: плохое планирование логистической деятельности и отсутствие стратегии шлифования.

Решение

В рамках проекта INNOTRACK разработано руководство по оптимизации процесса шлифования. Это руководство включает в себя не только технические характеристики (например, допуски на профили), а также логистические и стратегические положения.

Преимущества

Разработанное руководство дает поддержку при выборе рациональных профилей рельса, а также помогает менеджерам инфраструктуры в оптимизации процесса шлифования с точки зрения логистики и разработки четкой стратегии шлифовки для всей железнодорожной сети.

Дальнейшие шаги

Специально созданная рабочая группа продолжит работу с целью разработки Технических рекомендаций на основе предложенного в INNOTRACK руководства. По сравнению с данным руководством новые Технические рекомендации будут расширены в следующих областях: как будет осуществляться стратегия, аспекты логистики, экономические аспекты, координация с другими видами эксплуатационного обслуживания, а

также гармонизация рациональных профилей.

Сварка с узкой зоной термического воздействия

Источники затрат

Сварочный шов вызывает нарушение естественных свойств железнодорожного пути. Это может привести к увеличению нагрузок, которые способствуют деградации рельса. Помимо этого, при сварке расходуется значительное количество энергии, что соотносимо и со стоимостью жизненного цикла (LCC), и с экологическим аспектом.

Решение

В рамках проекта INNOTRACK разработаны и оценены преимущества сварных швов с узкой зоной термического воздействия.

Преимущества

Сварка с узкой зоной термического воздействия является наиболее эффективной и перспективной с точки зрения сбережения энергоресурсов. Кроме того, в ходе проекта INNOTRACK удалось найти положительные изменения механических свойств рельсовой стали при сварке с узкой зоной термического воздействия.

Дальнейшие шаги

Сварка с узкой зоной термического воздействия должна как можно шире применяться эксплуатационными службами. Результаты проекта INNOTRACK должны быть адаптированы и включены в национальные и международные нормы и стандарты.

Стоимостной контроль

Источники затрат

Отсутствие стандартного способа отслеживания затрат и возможности их соотнесения по отдельным элементам, рабочим процессам и т.д. препятствует идентификации источников затрат и оптимизации LCC железнодорожной сети.

Решение

В рамках проекта INNOTRACK выявлены основные источники затрат на железнодорожной сети Европы и рассмотрен детальный расклад расходов, связанных с железнодорожным путем,

стрелочными переводами и пересечениями. Такой расклад расходов показывает по каким статьям возможно снижение уровня издержек. Кроме того, в проекте INNOTRACK предложена единая структура расходов.

Преимущества

На основании выявленных в INNOTRACK источников затрат, возможно снижение LCC более эффективным образом. Кроме того, использование единой структуры расходов способствует развитию международного сотрудничества и обмену информацией и знаниями.

Дальнейшие шаги

Работа в INNOTRACK — это первый шаг. Для получения всеобщего признания необходимо передать результаты работы в органы по стандартизации.

Оптимизация стрелочных переводов и пересечений

Источники затрат

Стрелочные переводы и пересечения (S&C) являются своего рода неоднородностями в системе железнодорожного пути. Они вызывают высокие динамические нагрузки на железнодорожный путь и подвижной состав, и особо подвержены механическим повреждениям.

Решение

С помощью численного моделирования и дальнейшей калибровке параметров численной модели по данным полевых испытаний в рамках INNOTRACK удалось предложить ряд мер по оптимизации механических характеристик S&C, и тем самым улучшить их свойства. Эти меры включают уширение колеи, оптимизацию жесткости пути и геометрии компонентов.

Преимущества

Иновационные решения способствуют снижению эксплуатационных нагрузок, что уменьшает разрушение S&C, а также разрушительное воздействие на проходящий подвижной состав.

Дальнейшие шаги

Сейчас проводится полномасштабная проверка предлагаемых мер. Результаты до сих пор указывают на значительное улучшение

функционирования оптимизированных стрелочных переводов и пересечений.

Численный анализ повреждений и оптимизация компонентов стрелочных переводов

Источники затрат

Элементы S&C находятся под воздействием повышенных динамических нагрузок в системе железнодорожного пути и, следовательно, подвержены значительным механическим повреждениям, которые требуют дорогостоящего обслуживания (ремонта) и/или замены, часто влекут за собой значительные сбои в графике движения поездов.

Решение

В рамках проекта INNOTRACK впервые разработана методология численного анализа детальных повреждений элементов стрелочных переводов таких как пластических деформаций, износа и контактно-усталостного разрушения. Для этого комбинировались современные пакеты моделирования с использованием релевантных свойств материалов. Проверка результатов численного моделирования в условиях эксплуатации показала высокую точность полученных результатов. Помимо этого, в ходе проекта проводились испытания инновационных материалов для S&C. И здесь были получены очень интересные результаты. Была разработана методика учета механических свойств этих инновационных материалов в численных анализах.

Преимущества

Результаты INNOTRACK могут служить в качестве набора инструментов, которые могут быть использованы для оптимизации элементов стрелочных переводов еще на стадии проектирования. Это позволит значительно сэкономить на расходах на предварительные испытания пути, и приведет к оптимальному выбору как материалов, так и конструкций стрелочных переводов и пересечений. Кроме того, определение необходимых свойств материалов и методик испытаний послужило надежным фундаментом для опытно-конструкторских и

проектных работ в металлургии и разработке новых сталей, используемых для стрелочных переводов и других компонентов железнодорожного пути.

Дальнейшие шаги

В настоящее время продолжается исследования по анализу эффективности усовершенствованных материалов. Дополнительно проведены полевые испытания, в т.ч. и с использованием инновационных материалов с целью дополнительного подтверждения результатов моделирования. Работы по разработке оптимальных решений и оперативного их внедрения в системы стрелочных переводов должны быть продолжены.

Общедоступные стандарты электронной централизации и блокировки и полых шпал

Источники затрат

Отсутствие стандартизированного интерфейса блокировки в настоящее время препятствует достижению полномасштабности производства и приводит к повышению конкуренции в Европе. Такая же ситуация и с полыми шпалами, где стандартизация геометрии также будет способствовать адаптации шпалоподбивочных машин.

Решение

В проекте INNOTRACK был предложен вседоступный стандарт по электронной блокировке. Более того, в INNOTRACK разработаны стандартизованные полые шпалы для размещения приводов выключателей.

Преимущества

Как упоминалось выше, полученные решения будут способствовать получению полномасштабных эффектов и т.д. Кроме того, стандартизация будет способствовать мобилизации ресурсов. По этим причинам стандартизация, предложенная в INNOTRACK, должна привести к значительному сокращению расходов.

Дальнейшие шаги

Предлагаемый стандарт для полых шпал в настоящее время находится на рассмотрении в СЕМ. Стандартизованный интерфейс электронной блокировки нуждается в дальнейшем развитии, а также в

согласовании в органах по стандартизации.

Ключевые параметры для систем мониторинга стрелочных переводов

Источники затрат

Внеплановое обслуживание стрелочных переводов приводит к значительным издержкам и перерывам в движении поездов. Проблема еще более усугубляется недостаточностью информации, которая необходима обслуживающему персоналу в обнаружении отказа.

Решение

Основные параметры для системы мониторинга стрелочных переводов были выявлены в INNOTRACK. Были разработаны алгоритмы диагностики отказов. Для проверки системы мониторинга были проведены лабораторные и полевые испытания.

Преимущества

Работа, проводимая в INNOTRACK, помогает в развитии систем мониторинга стрелочных переводов, которые могут указать на неисправности компонентов и, следовательно, уменьшить время, необходимое для ремонта. Системы мониторинга также могут быть использованы для выявления динамики развития неисправностей, чтобы необходимое обслуживание было произведено вовремя, прежде чем неисправности приобретут критический характер и приведут к сбою в работе стрелочного перевода.

Дальнейшие шаги

Предложения в INNOTRACK необходимо доработать и довести до коммерческого продукта.

Методика оценки стоимости жизненного цикла (LCC)

Источники затрат

Одним из наиболее серьезных осложнений во внедрении инноваций железнодорожного пути является оценка их влияния на LCC. А это, в конечном счете, может привести к неправильным решениям и соответственно увеличению расходов.

Решение

В проекте INNOTRACK была разработана единая и четкая методика оценки LCC на европейском уровне. Методика дает возможность оценить влияние различных сценариев на LCC. Она обеспечивает также возможность четкой формулировки анализов, которые определяют влияние принятых во внимание факторов.

Преимущества

Помимо создания объективного инструмента для принятия решений, модели LCC, разработанные в INNOTRACK, будут использоваться для сравнения различных сценариев. Методику также можно использовать для выяснения роли различных параметров, например, что будет происходить при принятии различных учетных ставок или задержке выполнения мероприятий.

Дальнейшие шаги

В настоящем методика внедрена и используется на практике, к примеру, на DB. Дальнейшее использование методики в Европе станет основой для усовершенствования проводимых анализов. Наглядным примером может служить более основательный анализ влияния разброса статистических данных на прогнозы и разработка усовершенствованных моделей для прогнозирования процессов изнашивания и деградации пути.

Логистические решения

Источники затрат

К логистическим источникам затрат относятся управленические / организационные, стратегические и технические вопросы, такие как:

- полное или частичное отсутствие стратегии содержания железнодорожного пути с четким планированием по использованию оборудования и кадров, а также определения стратегий и процедур по минимизации отклонений и неисправностей;
- недостаточное долгосрочное планирование и финансирование со стороны правительства и государственных органов;
- недостатки в планировании работ и управления проектами.

Кроме того, местные нормы и правила зачастую препятствуют открытию национальных рынков. В INNOTRACK были рассмотрены только технические составляющие расходов.

Решение

В рамках INNOTRACK предложены решения, которые минимизируют период диспозиционирования пути, позволяют осуществлять техническое обслуживание без нарушения графика движения поездов, обеспечивать высокую производительность, свести к минимуму негативное влияние норм и правил путем использования стандартного оборудования.

Примерами таких решений являются в области:

- верхнего и нижнего строения пути: наклонные колонны из бетона, безбалластный железнодорожный путь и двухслойный стальной путь;

- стрелочных переводов: внедрение модульных стрелочных переводов, готовые к непосредственному применению решения типа "plug-and-play", а также безбалластные стрелочные переводы;
- сварки рельсов: использование ультрадлинных (до 120 метров несварных) рельсов, уменьшение сварки, строго по графику прямые поставки к объекту строительства, эффективность работы склада;
- и др.

Преимущества

Предполагаемая экономия стоимости жизненного цикла (LCC) составляет 30%. Она включает в себя качественные оценки, которые однако

базируются на реальных фактах и, следовательно, считаются разумными.

Дальнейшие шаги

Ключевые вопросы логистики нередко связаны с процессами, людьми и культурой. Ключом к успеху здесь является создание более тесных и открытых взаимоотношений между менеджерами инфраструктуры, промышленными предприятиями и подрядчиками. Важным дальнейшим шагом будет работа совместной рабочей группы, созданной в рамках EIM/CCB/EFRTC и других отраслевых организаций.

Оценка эффективности INNOTRACK

Оценка логистических преимуществ

В главе 7 Заключительного технического отчета INNOTRACK представлен обзор происходящих в настоящее время изменений, связанных с международным подходом к железнодорожному транспорту в Европе. Там также описывается картина сложившейся ситуации в качестве основы для выявления возможных путей улучшения, исходя из определения логистических ограничений и путей их преодоления. Проведенные как с подрядчиками, так и с менеджерами инфраструктуры интервью, показывают возможность существенного сокращения расходов исключительно за счет проработки вопросов, связанных с логистикой. Возможные пути улучшения подразумевают более широкое сотрудничество, партнерские подходы, нацеленные на оптимизацию имеющихся диспозиционных возможностей, сокращение расходов и/или более высокую производительность в рамках ограниченного бюджета, и тем самым повышение эффективности железнодорожной инфраструктуры для операторов в целом.

Технико-экономическая оценка

Оценка стоимости жизненного цикла (LCC) сооружений является важным инструментом в процессе принятия решений. В INNOTRACK этот вопрос был выделен в отдельный подпроект. Результаты работы изложены в восьмой главе Заключительного технического отчета.

Важным результатом INNOTRACK является то, что в ходе проекта была создана методика расчета LCC, согласованная на европейском уровне. Этот метод позволяет определить носители затрат, оценить стоимость элементов/модулей железнодорожного пути и произвести сравнение между странами. Оценивая этот метод, установлено, что существенное влияние на LCC оказывает ставка дисконтирования, которая описана и просчитана для различных ситуаций.

Даны уточнения по некоторым проблемным вопросам, возникающим при проведении расчетов стоимости жизненного цикла LCC. Например, соотношение между техническими и экономическими аспектами, и как срок службы зависит от интенсивности отказов различных компонентов, входящих в систему железнодорожного транспорта. Также рассматриваются и другие факторы, такие как готовность к эксплуатации и влияние интенсивности ремонтов.

Поскольку значительная часть LCC фиксируется до окончании стадии монтажа, именно здесь может быть достигнута значительная часть экономии. Это также означает, что очень важно, чтобы в целях снижения LCC менеджеры инфраструктуры давали обратную связь поставщикам.

Расчет и оценка RAMS (надежность, готовность, ремонтопригодность и безопасность) были также рассмотрены в INNOTRACK. Использование RAMS в области железнодорожного пути и искусственных сооружений находится на начальной стадии. Поэтому в рамках проекта были проведены предварительные исследования, в которых учитывались лишь основные факторы, и рассмотрены предложения по их дальнейшему развитию.

Общее сокращение расходов

Цели общего сокращения расходов, которым способствовали результаты проекта INNOTRACK, подробно описаны во второй главе Заключительного технического отчета. Работа в INNOTRACK продемонстрировала, что невозможно представить на международном уровне конкретную цифру по общему сокращению расходов, связанных с решениями, разработанными в ходе проекта INNOTRACK. Причиной этого, главным образом, является то, что каждый менеджер инфраструктуры использует свою стратегию технического

обслуживания и ремонта, и затраты на техническое обслуживание и капитальный ремонт и инвестиции сильно разнятся.

Более интересным, пожалуй, является то, насколько могут быть снижены расходы на конкретной железной дороге. Это важный вопрос, поскольку полное внедрение результатов проекта INNOTRACK может занять несколько лет. Какие

моменты и сферы деятельности здесь являются предпочтительными для конкретной железной дороги? В главе 9 Заключительного технического отчета представлен обзор общих оценок потенциального сокращения LCC, которые могут быть получены путем внедрения ряда инноваций INNOTRACK на четырех железных дорогах.

Результаты этих оценок показали, что потенциальное снижение LCC соответствует намеченному уровню. Этот результат также подкреплен детальным анализом некоторых новаторских решений, на основе которых был разработан стандартизированный процесс расчета LCC в рамках INNOTRACK.

Распространение и внедрение

Многие европейские проекты заканчиваются с официальным окончанием проекта. Причиной этого является то, что у многих участников проекта отсутствуют экономические стимулы по внедрению результатов проекта. По этой причине слишком много проектов ЕС откладываются на полку, и результаты их не внедряются в оперативном порядке. В проекте INNOTRACK основной амбицией с самого начала была ориентация на внедрение. По этой причине МСЖД оказывал ему активное содействие и

представлял дополнительные вложения.

В ходе проекта и после его официального окончания была проведена обширная работа по подготовке и поддержке процесса внедрения результатов INNOTRACK. В эту работу вовлечены многие железные дороги, как в рамках, так и за пределами консорциума INNOTRACK, а также ряд курирующих органов и других организаций. Данная работа более подробно описана в главе 10

Заключительного технического отчета INNOTRACK.

На основе руководящего комитета и координационной группы была сформирована также и группа внедрения. Целью работы этой группы является поощрение и координирование деятельности по внедрению результатов INNOTRACK на общеевропейском уровне. Это делает INNOTRACK уникальным проектом в плане реализации и внедрения достигнутых результатов и разработок.