

Мероприятия на подвижном составе по снижению уровня шума

В рамках программы Innovative Programma Geluid на поезде Dolomit-Shuttle грузовой железнодорожной компании Нидерландов Railion Nederland были проведены мероприятия по снижению уровня излучаемого шума. Для данного длительного испытания были установлены тормозные колодки из композиционного материала и смонтированы шумопоглощающие устройства (абсорберы) на колесах. Цель проекта — снижение уровня шума на 7–10 дБ (А) и анализ полученных результатов с точки зрения оценки затрат жизненного цикла (LCC).

Одним из отрицательных побочных эффектов грузовых железнодорожных перевозок является сильный шум, излучаемый подвижным составом. Повсеместно, в том числе и в Нидерландах, особенно остро эта проблема встает в густонаселенных районах жилой застройки. Это послужило основанием для запуска в 2002 г. инновационной программы по снижению уровня шума (Innovative Programma Geluid). Министерство экологии и транспорта финансировало данную программу, включающую как железнодорожные, так и автомобильные перевозки. Главной целью программы стало применение новейших технологий для ограничения распространения шума от железнодорожного и автомобильного транспорта. При этом основное внимание уделяется, с одной стороны, получению практического опыта на основе применения новейших технологий и, с другой стороны, демонстрации работы новейших устройств. Кроме того, железнодорожную систему рассматривают в целом и исследуют мероприятия по снижению уровня шума

как на подвижном составе, так и в инфраструктуре.

В 2002 г. стартовал пилотный проект Dolomit-Shuttle: данный грузовой поезд грузовой железнодорожной компании Нидерландов Railion Nederland оснастили шумопоглощающими устройствами, чтобы исследовать их эффективность и получить информацию о влиянии данных мероприятий на затраты жизненного цикла. Данный проект реализуется компанией Lloyd's Register Rail Europe (бывшей NedTrain Consulting BV) в тесном сотрудничестве с министерством транспорта Нидерландов и компаниями Infraprovider ProRail и Transporteur Railion Nederland. Стартовав в 2002 г., проект данного направления остается пока еще единственным в своем роде в Европе.

Исследование выявило, что на практике срок службы колеса и тормозной колодки меньше, чем ожидалось. Причиной этого является неравномерный износ колодок и более короткий пробег колеса. Устранение неравномерности износа и использование колодок из ком-

позиционных материалов позволят достичь значительных улучшений в этой сфере.

В рамках той же исследовательской программы было запущено пять проектов, в которых испытанию были подвергнуты LL-колодки, обладающие коэффициентом трения чугунных и низким уровнем шума композиционных колодок. Все эти проекты должны предоставить информацию о возможности использования колодок этого типа. На основе результатов будет дана оценка шумоизлучения и предложены пути решения проблемы шума, излучаемого грузовыми поездами.

Цель проекта и его планирование

В центре внимания проекта Dolomit-Shuttle находится эксплуатируемый компанией Railion Nederland поезд для перевозки доломитового камня, курсирующий между станциями Хермалле (Бельгия) и Вендам (Нидерланды) и состоящий из 29 вагонов типа Tapps. Он выполняет перевозки на данном маршруте три раза в неделю. Пробег вагонов, составляющий 90 000 км в год, является оптимальным для исследования показателей LCC. Цель проекта — снижение уровня шума, излучаемого поездом Dolomit-Shuttle, на 7–10 дБ (А) и анализ полученных результатов с точки зрения оценки затрат жизненного цикла (LCC). Кроме того, значимость данного проекта состоит в возможности получения и распространения знаний о мероприятиях, обеспечивающих снижение уровня шума.

Для выполнения поставленной задачи в 2002 г. был составлен каталог предполагаемых мероприятий. Их нужно было реализовать на находящихся в коммерческой эксплуатации грузовых вагонах. В 2003 г. провели испытания опытного образца с реализацией на нем различных мероприятий, чтобы

можно было сравнить их эффективность. В итоге в середине 2003 г. были утверждены определенные мероприятия. В конце 2003 — начале 2004 г. все 29 вагонов были переоборудованы и вновь введены в регулярную эксплуатацию по графику.

С момента переоснащения и до окончания проекта (в декабре 2007 г.) все оборудование вагонов и уровни излучаемого шума находились под постоянным контролем. Выполнялось измерение уровней шума и устанавливалась степень износа различных компонентов. В конце 2007 г. планировалось представить заключительный отчет о проделанных мероприятиях и сделать выводы об ожидаемых затратах в случае их практической реализации компаниями-перевозчиками, владеющими вагонами, или фирмами, специализирующимися на лининге подвижного состава.

Технические мероприятия

В ходе первого этапа проекта было затрачено немало усилий, направленных на выбор мероприятий по снижению шума, которые могли бы обеспечить уменьшение его уровня на 10 дБ (А). Рассматривались различные варианты решения проблемы. В первую очередь было решено оснастить вагоны тормозными колодками из композиционных материалов. Разработка таких колодок уже велась во многих странах. Временное разрешение МСЖД позволяет юридически довольно легко внедрять эти колодки в эксплуатацию в рамках действующего законодательства. Кроме того, существует мнение, что колодки из композиционных материалов можно будет эксплуатировать без дополнительных затрат (без учета издержек на переоборудование тормозной системы уже имеющихся вагонов). Потенциал сокращения уровня шума был также многообещающим. Несмотря на это, спе-

циалисты, опиравшиеся на международный опыт, сомневались в том, что желаемого снижения уровня шума на 10 дБ (А) можно будет достичь только благодаря применению таких колодок. Проведенные предварительные измерения показали, что реальным было бы снижение шума в среднем на 7 дБ (А). В связи с этим было решено исследовать также возможность установки шумопоглощающих абсорберов на колеса или применения колес, оптимизированных по шумоизлучению (с низким уровнем излучения шума).

Разным европейским компаниям — изготовителям колес было предложено выпустить опытные образцы колесных пар с шумопоглощающими устройствами. Компании BVV, Lucchini, Valdunes и Rafil изготовили по одной колесной паре с шумопоглощающими абсорберами на колесах. Компания GHN разработала конструкцию колеса, оптимизированную по уровню излучаемого шума. После этого начались испытания, с помощью которых был установлен потенциал снижения шума за счет использования этих колесных пар.

В рамках испытаний было также установлено, что колесные абсорберы обеспечивают снижение шума на величину до 2 дБ (А). Измерения были выполнены с использованием колес, имевших относительно гладкую поверхность катания. У оптимизированных колес не было обнаружено ощутимого снижения шума. На основе полученных данных о снижении уровня шума, ожидаемых затратах LCC и с учетом получения допуска к эксплуатации для проекта Dolomit-Shuttle была выбрана колесная пара VMS компании Valdunes, оснащенная колесными абсорберами компании Schrey & Veit.

С целью подбора колодок из композиционных материалов были проведены испытания на отцепленном вагоне с тормозной системой,

переоборудованной под эти колодки. Такое испытание было нужно, чтобы установить тормозную мощность разных колодок из композиционных материалов. Опытные образцы тормозной системы вагонов отвечали техническим требованиям при использовании колодок как типа Cosid 810, так и Jurid 816. Поскольку колодки Cosid 810 в полной мере отвечали требованиям в рамках допуска МСЖД, то их и выбрали для использования на 29-вагонном поезде Dolomit-Shuttle.

Существующая ситуация

Шум

Для определения эффективности установленных колодок из композиционных материалов и колесных абсорберов в отношении снижения уровня шума был выполнен ряд измерений. Они были проведены до переоборудования поезда и после переоснащения его тормозной системы и ходовой части. До начала измерений пробег колес был не менее 30 тыс. км. Измерения проводились как с порожним, так и с груженым поездом.

Кроме определения уровня шума, измерялись также колебания в рельсах, шероховатость поверхностей катания рельсов и колес. Это позволило сделать перерасчет измеренного уровня шума применительно к условиям шумообразования, типичным для Нидерландов с их рельсами, имеющими средний уровень шероховатости. До начала переоборудования вагонов был определен уровень излучаемого шума $L_{Aeq} = 93$ дБ (А), измеренный на расстоянии 7,5 м от оси пути при скорости движения проходящего поезда 100 км/ч. После переналадки вагонов и их обкатки был измерен средний уровень шума, равный 84 дБ (А). Благодаря использованию композиционных колодок и колесных абсорберов уровень шума снизился на 9 дБ (А).

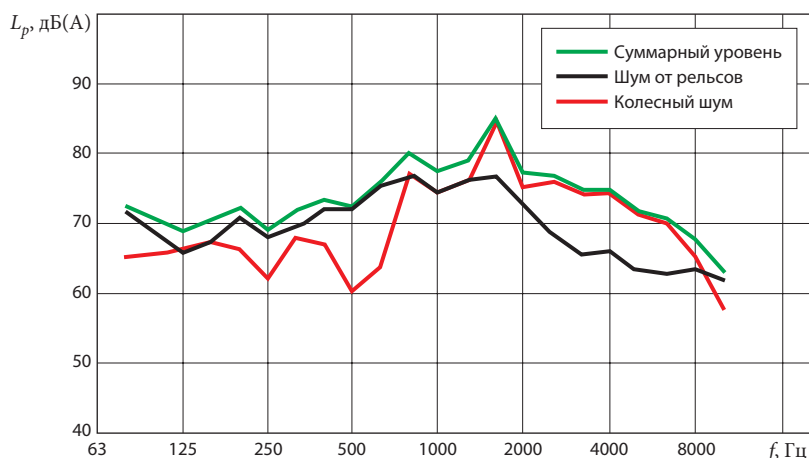


Рис. 1. Результаты VTN-анализа для вагонов с колесами без абсорберов:
 L_p — уровень шума; f — частота

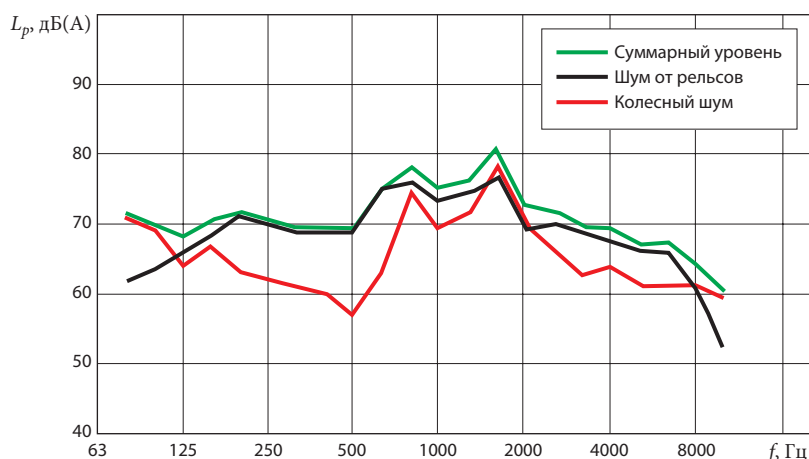


Рис. 2. Кривые уровней шума для вагонов с колесами, оборудованными абсорберами:
 обозначение позиций, как на рис. 1

Такое снижение было достигнуто преимущественно за счет композиционных колодок. Было установлено, что шероховатость колес значительно уменьшилась. Для того чтобы установить уменьшающее шум воздействие композиционных колодок за более продолжительный период времени, повторно выполнялись измерения шероховатости. Так, при пробеге 250 тыс. км после обточки шероховатость увеличилась совсем незначительно.

С целью определения вклада колесных абсорберов в общее снижение шума выполнены различные исследования вагона с данными устройствами и без них. Оказалось, что вагон без шумопо-

глощающих абсорберов излучает шум на 2,5 дБ (А) больше, чем вагон, оборудованный ими. С помощью так называемого VTN-анализа (анализ виброакустического шума железнодорожного пути) был установлен парциальный вклад колеса и рельса в общий спектр шума. На рис. 1 показан итоговый спектр шума вагона с колесами без абсорберов, а на рис. 2 — с абсорберами. На рис. 3 приведено сравнение обеих характеристик, из которого видно, что в частотном диапазоне, где колесо как источник шума доминирует над рельсами (2–10 кГц), колесные абсорберы дают значительное снижение уровня шума.

Затраты LCC тормозных колодок

Одной из главных целей проекта было определение влияния различных мер по подавлению шума на расходы LCC вагонов. Для этого в течение трех месяцев проводились измерения толщины тормозных колодок и профиля колес поезда Dolomit-Shuttle. Параметры износа были затем пересчитаны на предполагаемый срок службы колес и колодок. Путем сравнения определенного срока службы колодок и колес для вагонов, оборудованных композиционными и чугунными колодками, была установлена разница в величине LCC.

Было установлено, что износ колодок типа Cosid 810 составил 17 мм на 100 тыс. км пробега. Данный измеренный показатель износа соответствует требованиям МСЖД. По сравнению с износом чугунных колодок (52 мм на 100 тыс. км пробега) износ композиционных в 3 раза меньше. К сожалению, срок их службы не был в 3 раза больше.

Практика показала, что на колодках по истечении половины их теоретического срока службы образуются сколы. На рис. 4 показаны кривые изменения износа на практике и в теории. Согласно теории толщина износа колодок может составить в среднем 20 мм, но в связи с асимметричностью износа, возникающего при таком типе эксплуатации, колодки приходится заменять уже тогда, когда срок службы достигнет лишь половины их теоретического срока. Вместо теоретически рассчитанного срока службы, равного 230 тыс. км пробега, практический срок достигает лишь 130 тыс. км.

Затраты LCC колес

Применение композиционных тормозных колодок приводит к повышенному износу поверхности катания колеса. У вагона рассматриваемого типа с чугунными колод-

ками уменьшение диаметра вследствие износа составляет 1 мм на 100 тыс. км пробега. При использовании композиционных колодок степень износа возросла в 3 раза и составила 3,2 мм на 100 тыс. км.

Износ профиля колеса, изображенного в системе координат $x - y$, показан на рис. 5. Как видно, в результате износа поверхности катания увеличилась толщина гребня бандажа. Чтобы предупредить преждевременную отбраковку колес по износу, был применен профиль с уменьшенной толщиной гребня бандажа.

Большое значение для срока службы колес имеет не только износ поверхности катания, но и неизбежное при обточке колес уменьшение диаметра круга катания. При использовании для рассматриваемого вагона чугунных колодок средний пробег колесных пар до первой обточки составляет 350 тыс. км, причем диаметр уменьшается на 13 мм.

Для колес с композиционными тормозными колодками сокращается величина пробега между обточками. К концу 2006 г. большинство колесных пар имело пробег от 220 тыс. км, и многие из них уже были подвергнуты обточке. Во всех колесных парах наблюдалось уширение обода колеса под действием нагрузки. Статистический анализ показал, что средний пробег между обточками колес составляет 230 тыс. км. Если интервалы между обточками колес с чугунными колодками очень большие, то вполне вероятно, что для колес с композиционными колодками они значительно меньше. При обточке диаметр нужно уменьшать в среднем на 9 мм, чтобы профиль колеса снова принял нужную форму. Если суммировать уменьшение диаметра в результате износа и обточки, то можно сделать вывод, что среднее уменьшение диаметра колеса увеличилось с 3,7 мм/100 тыс. км (для чугунных колодок) до 7,1 мм/100 тыс. км (для композиционных).

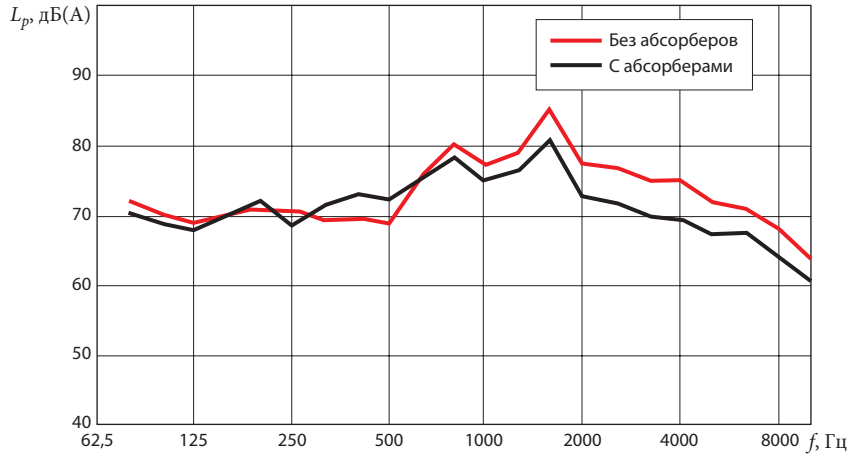


Рис. 3. Сравнение результирующих кривых: обозначение позиций, как на рис. 1

В таблице указаны основные причины, по которым выполняли обточку колесных пар поезда Dolomit-Shuttle с тормозными чугунными и композиционными колодками. Результаты исследований показали, что основания для обточки колес могут существенно измениться. В связи с более частыми обточками, обусловленными уширением обода, больше не требовалась обточка по причине проката. Повидимому, и возможность возникновения усталостных дефектов поверхности катания из-за более высокого ее износа исключается.

Следует упомянуть, что для вагонов с тормозными чугунными колодками 28% случаев обточки связаны с образованием ползунов, в то время как колесные пары с компо-

зиционными колодками их не имеют. Это в большой степени положительный момент, так как требование на выполнение обточки колес составляется заранее, что упрощает планирование технического обслуживания и ремонта вагонов. Гораздо большее значение придается

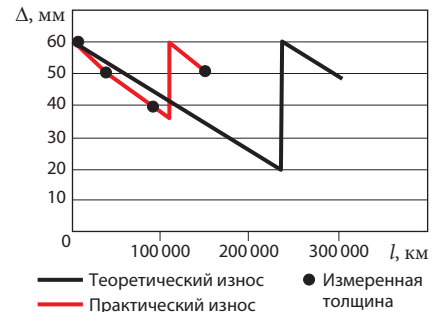


Рис. 4. Кривые износа тормозных колодок: Δ – толщина колодок; l – пробег колеса

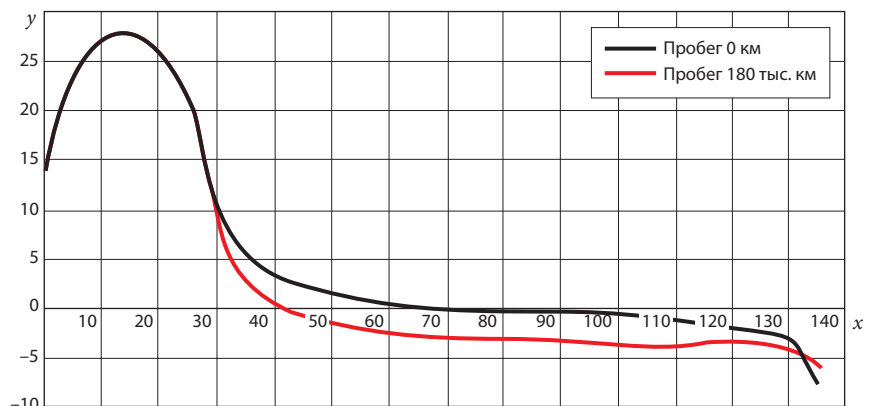


Рис. 5. Износ поверхности катания колеса после пробега 180 тыс. км

Основания для обточка бандажей в поезде Dolomit-Shuttle

Основания для обточка	Тип тормозных колодок	
	Чугунные	Композиционные
Ползуны	28%	0%
Усталостные трещины на поверхности катания	16%	
Прокат	32%	
Уширение обода	23%	100%

тому, что ползуны, если бы они появлялись, могли бы свести на нет потенциальное уменьшение шума композиционными колодками. Но, очевидно, для этих опасений нет оснований.

Сокращение пробега между обточками не влияет отрицательно на ЛСС. Ремонт колес можно спрогнозировать, что также приводит к снижению затрат. Кроме того, выяснилось, что срок службы профиля колеса между обточками приравнивается к сроку службы колодок. Если станет возможным решение проблемы асимметричного износа колодок, то можно было бы выполнять обточку колес и заменять колодки в течение одного и того же цикла технического обслуживания, а именно после пробега примерно 230 тыс. км.

Измеренное уменьшение диаметра колеса в данном проекте весьма значительно. Оно вызвано, главным образом, более коротким промежутком времени между об-

точками колес из-за сильного износа поверхности катания и относительно большим съемом металла при обточке. Поскольку в данном случае обточка колес была связана исключительно с уширением обода, то такой большой съем металла в принципе не требовался. Отсюда следует, что затраты ЛСС колес можно было бы оптимизировать за счет внедрения методов экономной обточка. Такой метод обточка был испытан в данном проекте. Следует заметить, что использование вместо чугунных композиционных колодок может привести к тому, что потребуется совсем другая стратегия технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов.

Перспективы

После завершения обработки результатов проекта станет ясно, какие мероприятия окажутся предпочтительнее для снижения уровня

шума, излучаемого подвижным составом. На основе этого заключения будет определена политика на перспективу. Несомненно, она будет основываться на том, что при разработке подвижного состава наибольшего внимания должны заслуживать технические решения, которые обеспечивают наибольшее снижение уровня излучаемого шума.

Вопросом большой важности является внедрение LL-колодок. Три типа колодок этого вида получили от МСЖД предварительный допуск к эксплуатации и проходят эксплуатационные испытания. На основе этого было принято решение в рамках программы Innovative Programma Geluid провести испытания LL-колодок всех трех типов. По договоренности с Министерством транспорта Нидерландов, компаниями Infraprovider ProRail и Railion Nederland компания Lloyd's Register Rail Europe работает над реализацией пяти проектов с LL-колодками. В этих проектах используется 125 грузовых вагонов. В работе также принимают участие различные грузовые компании-перевозчики из Нидерландов и международные компании, владеющие грузовыми вагонами.

P. Pos, J. Peen. Eisenbahningenieur, 2007, № 2, S. 30–34.

НОВЫЕ КНИГИ

Поплавский А. А. Создание эффективной управляющей системы для оперативного руководства перевозочным процессом на железнодорожном транспорте. — М.: Интекст, 2007. — 184 с.

На сети Российских железных дорог протяженностью 85,5 тыс. км необходимо организовать единое управление перевозочным процессом, поскольку сбой в одном месте может оказывать негативное влияние на работу целых направлений и полигонов сети.

В последние годы создаются центры управления перевозками, где концентрируется диспетчерский аппарат, выполняющий функции оперативного управления перевозочным процессом. При этом существенно возрастает роль информационно-вычислительных комплексов. Необходимо связать воедино многие тысячи АРМ, информационные базы данных, центры управления и вычислительные центры, сети связи. Требуется организовать единое и эффективное функционирование этой сложной

управляющей структуры, чтобы наилучшим образом использовать дорогостоящие технические средства железных дорог.

В исследовании на основе использования новых возможностей информационных технологий решена крупная народнохозяйственная и научно-практическая проблема обоснования методологических принципов построения и проектирования, а также разработки и внедрения конкретных решений по основному вопросу работы автоматизированных диспетчерских центров ОАО «РЖД», являющихся главным звеном управляющей части системы оперативной организации перевозочного процесса на сетевом и дорожном горизонтах управления.

За дополнительной информацией обращайтесь по телефону (499) 317-55-65. Приобрести книгу можно в издательстве «ТрансИнфо» (www.transinfo.ru, тел.: (495) 262-86-24; 262-71-28).