

Снижение уровня шума на железнодорожном транспорте Европы

Во всем мире изменилось отношение населения к уровню транспортного шума. Сто лет назад люди были рады слышать гудок паровоза, так как он символизировал движение и прогресс. Сегодня подобные шумы оказывают негативное влияние. В настоящее время около 3 млн человек в Германии страдают от шума на железнодорожном транспорте.

На железных дорогах Германии (DB), по разным оценкам, признаются неблагоприятными по уровню излучаемого шума от 3500 до 5000 км линий. Средний уровень свыше 70 дБ (А) создают ночные грузовые перевозки на сильно за-

груженных участках. При движении грузовых поездов, составленных из локомотивов и вагонов старых серий, уровень шума при движении со скоростью более 100 км/ч превышает 100 дБ (А). Движение пассажирских поездов вызывает зна-

чительно меньше шума по сравнению с грузовыми. Уровень шума повышается с увеличением скорости; при скорости выше 250 км/ч шум от движения поезда усиливается благодаря появлению дополнительной составляющей — аэродинамической. Важными видами шума являются также воздушный и моторный, излучаемые локомотивом.

Шум на железнодорожном транспорте в Германии

Защита от шума на железнодорожном транспорте в Германии регулируется 16-м пунктом федерального закона об уровнях излучаемого шума (16. BImSchV, 1990 г.). При строительстве новых, обновлении и реконструкции, а также значительном изменении существующих линий должны соблюдаться заданные границы шумоизлучения (например в жилых районах 59 дБ (А) днем и 49 дБ (А) ночью). В то же время для обычных эксплуатируемых линий законодательные акты в этом отношении не разработаны: в настоящее время здесь стоит задача снизить уровень шума в жилых районах до 70 дБ (А) днем и до 60 дБ (А) ночью. Шум от движения грузовых поездов особенно негативно действует в ночное время, поэтому главной задачей является всемерное снижение шума от грузовых поездов, при этом ночью он должен быть на 10 дБ (А) меньше, чем днем.

Для железнодорожного подвижного состава не установлено предельных норм излучения шума; их рассчитывают с учетом требований по охране труда на транспорте и с позиций обеспечения комфорта для окружающих.

В табл. 1 и 2 показаны предписываемые и существующие реально уровни шума при прохождении пассажирских высокоскоростных и грузовых поездов. Анализ таблиц показывает, что снижение уровня шума необходимо прежде всего для грузовых вагонов.

Таблица 1

Предписываемые Технической спецификацией совместимости (TSI) предельные и фактические значения уровней шума для нового высокоскоростного подвижного состава

Скорость, км/ч	Предельные значения уровня шума, дБ(А), измеренные на расстоянии 25 м от оси пути на высоте 3,5 м	Фактические уровни шума, дБ(А)
200	88*	–
250	89* (88)	87 – 94
300	92* (91)	91 – 95
320	94* (92)	92 – 96

*Значения TSI HGV 2002; в скобках даны величины, полученные по результатам преобразования норм TSI HGV 2002 в соответствии с проектом Noemie. Приведенные нормы для уровня шума действуют с 2007 г. Они относятся к электропоездам со скоростью движения 250 км/ч, а также к пассажирским поездам с максимальной скоростью 200 км/ч (моторвагонным и на локомотивной тяге).

Таблица 2

Фактические значения уровней шума и предельно допустимые по TSI Noise для новых или модернизированных грузовых вагонов

Удельное число осей, приходящихся на 1 м длины нового или модернизированного грузового вагона	Предельные значения шума, дБ(А), измеренные на расстоянии 7,5 м от оси пути на высоте 1,2 м при скорости движения 80 км/ч	Фактический уровень шума, дБ (А)
До 0,14	82* (84)**	92 – 94
От 0,15 до 0,275	83* (85)**	93 – 96
От 0,275	85* (87)**	94 – 98

*Для нового подвижного состава.

**Для модернизированного подвижного состава.

В ходе проведенных исследований выявлены железнодорожные линии, где уровень шума, излучаемого ночью, выше 60 дБ (А). Суммарная длина таких линий, частично проходящих в городах и других зонах плотной застройки, составляет 12 тыс. км.

Программа мероприятий МСЖД

Европейский союз рекомендует два пути снижения уровня шума. Первый — осуществление рекомендаций ЕС по оценке уровня шума и мерам его снижения (2000/49/EG, EU-Rili) и второй, разработанный специально для железнодорожного транспорта, — введение «Технической спецификации по совместимости систем» (TSI). Государства — члены ЕС на основе инструкции ЕС составляют так называемые карты шума и разрабатывают меры борьбы, которые включают в национальные законодательства по защите окружающей среды. В разработке рекомендуемых мероприятий и составлении карт шума для дорожного, воздушного и железнодорожного транспорта, а также для промышленных предприятий должна активно участвовать общественность.

В области железнодорожного транспорта на 2007 г. (первый этап) было запланировано составление подобных карт для всех главных линий с объемом движения 60 тыс. поездов в год и более. Суммарная длина таких линий в Германии составляет приблизительно 4000 км. На втором этапе (2012 г.) карты шума будут составлены для главных линий с объемом движения 30–60 тыс. поездов в год. В густонаселенных районах необходимо дополнительное составление карт на линиях с объемом движения 15 тыс. поездов в год (примерно два поезда в час). Ответственность за эту работу возложена на Федеральное бюро железных дорог Германии. Через год после составления подоб-

ных карт (2008 и 2013 гг.) местные органы власти должны представить планы мероприятий по снижению уровня шума.

Кроме этого, ЕС рекомендует проведение мероприятий, направленных на снижение шума непосредственно в местах его возникновения — на подвижном составе и в конструкции пути. Естественно, борьба с шумом не должна ограничиваться мерами косвенной защиты, а именно возведением шумозащитных стен и использованием шумозащитных окон в зданиях, расположенных близко к железнодорожной линии. В первую очередь, по мнению ЕС, следует реализовать мероприятия по гашению шума в местах его возникновения.

Раздел TSI, посвященный снижению шума на обычном (TSI Fahrzeuge-Lärm) и высокоскоростном подвижном составе (TSI HGV), указывает предельные значения воздушного шума для нового подвижного состава на обычных и высокоскоростных линиях. Эти значения используются при допуске в эксплуатацию нового подвижного состава, который подразделяется на грузовые и пассажирские вагоны, электровозы и тепловозы, электропоезда и дизель-поезда. Учитываются также уровни шума при различных рабочих режимах — во время стоянки, при трогании, а также уровень шума от проходящего поезда снаружи и уровень шума в кабине машиниста.

Так как шум, излучаемый вагонами, определяется его уровнем, исходящим от колес, причем грузовые вагоны имеют разную конструкцию ходовой части, то здесь следует исходить из удельного числа осей, приходящегося на 1 м длины вагона. Предельные значения уровня шума для грузовых вагонов по TSI вступили в силу 31 января 2007 г. Для прочего подвижного состава нормы TSI действуют с 23 июня 2006 г. Определение уровня шумоизлучения является первым шагом в решении проблемы. Второй шаг предусматривает снижение в течение последую-

щих 10 лет на 5 дБ (А) уровней шума, указанных в табл. 2. Снижение в два этапа уровня шума на 5 дБ (А) для грузовых вагонов или на 2 дБ (А) для дизель- и электропоездов обусловлено достаточно низким потенциалом снижения шума на подвижном составе. Решение проблемы возможно, с одной стороны, с помощью технических средств, с другой — за счет более высоких требований к дальнейшему усовершенствованию нового подвижного состава. Новые грузовые вагоны должны иметь более усовершенствованную тормозную технику и не должны оборудоваться чугунными тормозными колесами.

Европейский консультативный совет по железнодорожному транспорту (ERRAC) в 2002 г. поставил цель — до 2020 г. снизить уровень шума в местах его возникновения на 20 дБ (А) для грузовых вагонов и на 5 дБ (А) для высокоскоростных поездов. По планам ЕС снижение шума в местах его возникновения стоит на первом месте. Это, прежде всего, шум от движения подвижного состава. Для его снижения необходимо:

- замена чугунных тормозных колес композиционными;
- использование специальных рельсошлифовальных технологий;
- внедрение конструкций колес и тележек с пониженным уровнем шума;
- ограничение высокочастотных шумов при движении подвижного состава в кривых и в процессе торможения;
- укладка конструкций пути с низким излучением шума.

Для снижения тяговых шумов требуются:

- малозумные дизели;
- системы вентиляции и охлаждения с низким уровнем шума;
- гидродинамические системы с шумовыми демпферами.

Уменьшение аэродинамических шумов достигается применением конструкций кузова и токоприемников с пониженным аэродинамическим сопротивлением.

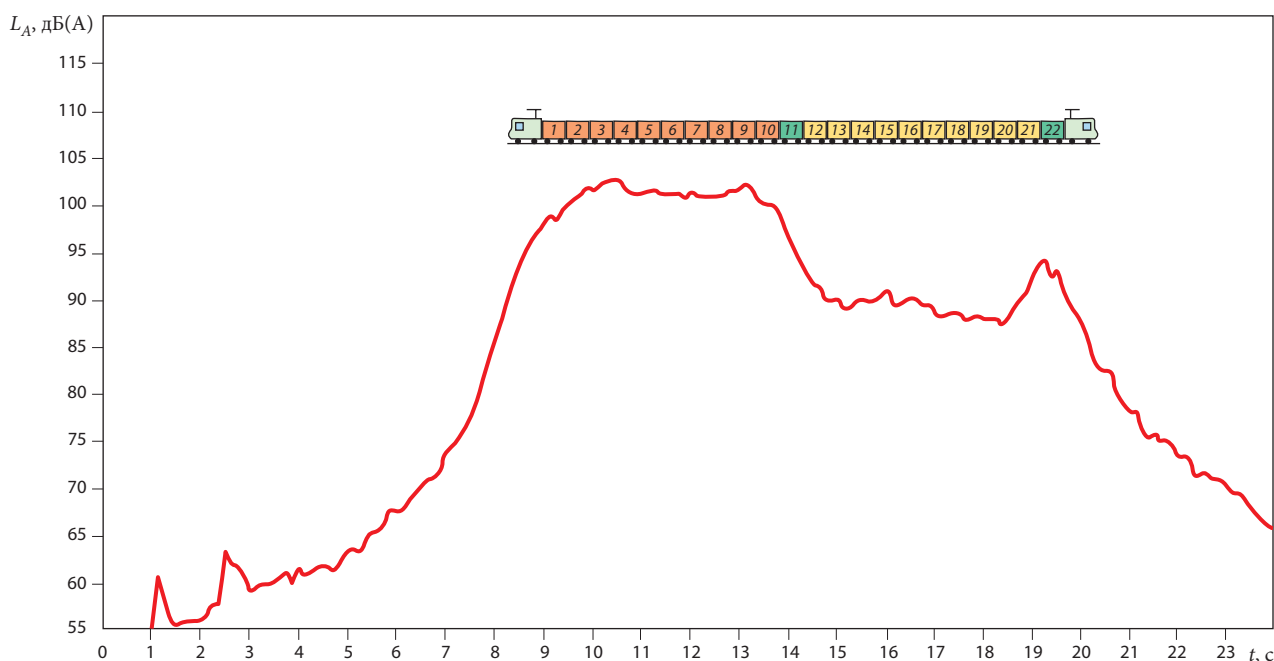


Рис. 1. Уровень шума от проходящего поезда, составленного из вагонов с чугунными и композиционными тормозными колодками: L_A — уровень шума; t — время; 1–10 — вагоны серии Tamnns 895 с чугунными колодками; 11, 22 — вагоны серии Tamnns с чугунными колодками; 12–21 — вагоны серии Tamnns 895 с композиционными колодками

Программа МСЖД предусматривает установку на всех новых грузовых вагонах композиционных тормозных колодок для снижения уровня шума (на существующем подвижном составе требуется замена чугунных колодок на композиционные). Это приведет к снижению шума от проходящего поезда (рис. 1) приблизительно на 10 дБ (А). Гладкая поверхность катания колеса образуется благодаря шлифующему действию тормозной колодки. Коэффициент трения композиционной тормозной колодки выше, чем чугунной, и не увеличивается при низких скоростях. При остановочном торможении толчок почти не ощущается благодаря тому, что коэффициент трения такой колодки практически не зависит от скорости.

Композиционные тормозные колодки имеют большие преимущества по сравнению с чугунными. Но так как существующий подвижной состав оборудован чугунными тормозными колодками, то при замене их на композиционные требуется регулировка всей тормозной системы. Для минимизации рас-

ходов на такую регулировку было принято решение применить так называемые LL-колодки, которые обладают коэффициентом трения чугунных колодок и низким уровнем шума композиционных. Колодки этого типа были подвергнуты исследованиям и эксплуатационным испытаниям. Полученные результаты показали, что по уровню шума некоторые типы колодок LL еще не достигли уровня, характерного для композиционных колодок. С 2005 г. имеют предварительный допуск к эксплуатации колодки LL двух типов, а композиционные колодки допущены МСЖД к эксплуатации еще в 2003 г. Под эгидой этой организации проведены исследования, направленные на определение затрат, необходимых для переоборудования грузовых вагонов с установкой на них тормозных колодок LL.

На европейских железных дорогах уже переоборудовано 600–700 тыс. грузовых вагонов. На рис. 2 дана кривая, которая показывает, что 80% переоборудованных вагонов дали видимое снижение шума на линиях, где курсиру-

ют переоборудованные грузовые поезда. В первую очередь необходимо переоборудовать подвижной состав, обращающийся на международных маршрутах. Так, на Федеральных железных дорогах Швейцарии (SBB) в рамках программы снижения уровня шума уже проводится замена чугунных колодок на композиционные.

Требования к изготовителям подвижного состава и компаниям-перевозчикам

При увеличении объемов международных перевозок и тесном взаимодействии транспортных систем необходимо уделять внимание совершенствованию подвижного состава и инфраструктуры в отношении снижения уровня шума. Предприятия, занимающиеся инфраструктурой, и компании-перевозчики не могут одни выполнить эти требования. Модернизация техники подвижного состава требует проведения обширных исследований компаниями, изготавливающими подвижной состав. Для снижения уровня шума

предприятия-изготовители используют конструкторские возможности, а компании-перевозчики совместно с владельцами инфраструктуры должны реализовать меры по защите окружающей среды в зоне железнодорожных линий.

Известны многие способы снижения шума на подвижном составе. Менее исследовано совместное влияние нескольких способов снижения уровня шума при прохождении поезда или единицы тягового подвижного состава.

При использовании композиционных тормозных колодок уровень шума снижается на 10 дБ (А). Если принять дополнительные меры, то возможно дальнейшее снижение шума на подвижном составе. Уровень шума может быть снижен путем изменения конструкции колеса, тележки, кузова, а также подрессориванием отдельных конструктивных элементов или установкой экранирующих аэродинамических фартуков на ходовой части с целью снижения уровня воздушного шума. Модернизация этих элементов не должна снижать их функциональные качества. Модернизированные элементы должны соответствовать условиям эксплуатации на железных дорогах и не требовать больших затрат на техническое обслуживание. Все вводимые меры, направленные на снижение шума, не должны вести к увеличению затрат жизненного цикла (LCC).

Испытания всех компонентов с целью определения их износостойкости представляют собой сложную задачу, требующую больших затрат. Здесь необходимы как стендовые, так и эксплуатационные испытания. Истинное положение с интенсивностью износа и вызываемым при этом объемом затрат по каждой из деталей выяснится только после длительной эксплуатации, так как на эти показатели оказывает влияние слишком много факторов. Моделирование отдельных мероприятий и определение их влияния на общий уровень шума возможно только при совместной работе предприятий-

изготовителей и поставщиков отдельных компонентов. В настоящее время при создании тягового подвижного состава разработчиками практикуется так называемый акустический менеджмент с целью моделирования всех источников шума и разработки мер по его снижению.

При обсуждении всех вопросов, связанных со снижением шума, должны использоваться опыт и возможности компаний-перевозчиков и владельцев инфраструктуры. Например, на DB проводятся акустические исследования и испытания, связанные с вопросами боксования на высокоскоростных линиях, эксплуатации пути на жестком основании, демпфирования рельсов, снижения шума на мостах, создания малозумного колеса и мощного дискового тормоза, не генерирующего высокочастотных шумов.

Кадастр шумовых нагрузок как инструмент их оценки

DB приняли решение снизить уровень шума в период с 2000 до 2020 г. в 2 раза. Для этого необходимы следующие меры:

- реализация на железных дорогах страны программы федерального правительства по снижению шума;
- замена чугунных тормозных колодок грузовых вагонов на композиционные;

- разработка системно совместимых и экономически выгодных технических решений в области модернизации подвижного состава и пути с целью снижения уровня шума на 5–7 дБ (А).

Государственная программа по минимизации уровня шума на железных дорогах проводится с 1999 г. Ежегодно выделяется 50 тыс. евро для возведения шумозащитных стенок и оснащения зданий шумоизолирующими окнами, для того чтобы в жилых зданиях уровень шума не превышал 70 дБ (А) днем и 60 дБ (А) ночью. С начала 2007 г. выделено 100 млн. евро на обследование 34 тыс. км пути, из которых 3500 км находятся в жилых зонах. Общая сумма реализуемой программы составит около 2 млрд. евро. До 2005 г. было построено 115 км шумозащитных стенок, более чем 26 тыс. квартир оборудованы шумоизолирующими окнами. Этот объем работ выполнен на 360 км пути.

В рамках реализации программы МСЖД по снижению уровня шума DB уделяют особое внимание переоборудованию грузовых вагонов. До конца 2006 г. грузовая компания Railion Deutschland ввела в эксплуатацию более 3000 новых грузовых вагонов с композиционными тормозными колодками. Если бы в Германии 85% парка грузовых вагонов было оборудова-

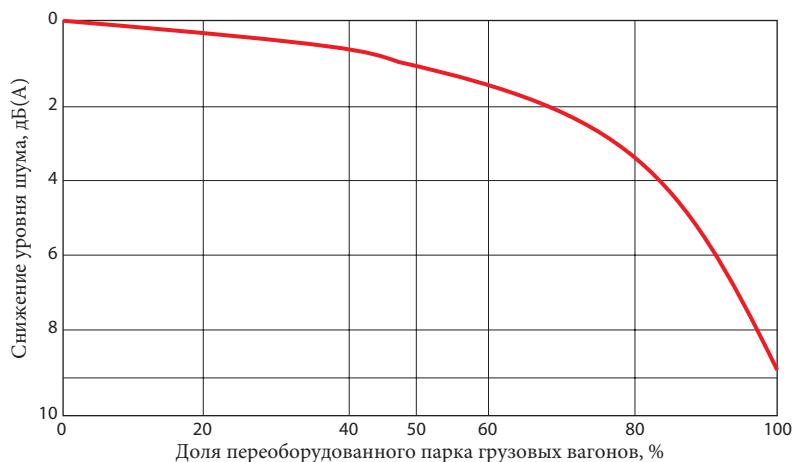


Рис. 2. Снижение уровня шума при замене на грузовых вагонах чугунных тормозных колодок композиционными

но такими колодками, это дало бы снижение уровня шума в среднем на 3–5 дБ (А). Реализация потенциала снижения уровня шума на 10 дБ (А) пока невозможна в связи со смешанным движением. Расчеты показывают, что при условии оснащения грузовых вагонов композиционными колодками уменьшение доли пассажирских поездов и увеличение доли грузовых на линии обеспечивают наибольший потенциал снижения уровня шума.

На железных дорогах Германии обращаются 15% вагонов зарубежного производства, которые играют негативную роль в решении проблемы шума. На этих вагонах не будут ставиться композиционные тормозные колодки, поэтому здесь необходимы другие меры для снижения шума в свете наблюдаемого роста объема перевозок. Это могут быть тележки с пониженным уровнем шума, кузова вагонов новой конструкции, усовершенствованные системы передачи усилия рельс — шпала — балласт и устранение причин высокочастотных шумов в кривых.

Общая концепция программы по снижению уровня шума, оценка вводимых для этого мер и подготовка документации были разработаны Экологическим центром железных дорог на основе кадастра шумовых нагрузок (LBK). Кадастр, в свою очередь, базируется на географической информационной системе, где показаны железнодорожные линии и зоны застройки с их истинным географическим расположением. Изображенные на планах магистральные линии и подъездные пути снабжены информацией о скорости движения на них, объеме движения, типе шпал, радиусах кривых и типе основания пути. Особенно важным здесь является учет уровня шума на железнодорожных переездах и мостах. Информация об интенсивности движения дополнена данными о параметрах, определяющих акустические особенности поездов отдельных типов (скорость, длина, до-

ля дисковых тормозов, тип поезда). Эти данные могут использоваться для расчета уровней излучаемого шума на конкретных участках пути и определения путей его распространения. Результаты могут быть представлены на картах масштаба 1:25 000 или 1:1000.

Для моделирования эффективности мер по снижению уровня шума, воздействующего на жилые кварталы, можно использовать трехмерные расчеты с учетом рельефа местности, наличия конкретных зданий и расположения пути в профиле. На основании этих данных можно принимать решение о целесообразности тех или иных мер, например строительства шумозащитных стенок. На основе кадастра можно проводить исследование по вопросам планирования шумозащитных мероприятий для новых и модернизируемых линий и мер по снижению уровня шума на существующих линиях, представляется также возможность составлять карты по уровню шумов соответственно программе ЕС.

Благодаря кадастру LBK упрощается согласование допустимых норм уровня шума в местных органах общин. Исходя из плана участка железнодорожной линии и уровня излучаемого ею шума, можно рассчитать изофоны (линии одинаковой интенсивности распространения шума) слева и справа от участка, проходящего по территории общины. Этим способом определяются площадь жилой застройки и численность населения, находящегося в зоне изофона. Этот упрощенный двухмерный расчет заменит более дорогостоящий трехмерный метод составления шумовых карт, предложенный программой ЕС. На основе его результатов определяют зоны, критические с точки зрения шума, и принимают решение об оптимизации мер защиты от шума.

DB используют кадастр для выбора стратегии борьбы с шумом и определения эффективности шу-

мозащитных мер, реализованных на подвижном составе, пути и различных железнодорожных устройствах. Общая концепция по реализации программы борьбы с шумом также составлена на основе этого кадастра. Кроме того, на базе LBK ведется документирование мер шумозащиты, принимаются решения о проведении исследований в этой области, а также выполняется анализ отзывов и жалоб населения.

Выводы

ЕС определил и сформулировал в спецификации TSI основные задачи в области снижения уровня шума, которые были поставлены перед МСЖД и железными дорогами Германии, сформулированы на основе европейских стандартов по оценке уровней шума на железнодорожном транспорте и инструкций комиссии ЕС по защите окружающей среды. Они направлены на совершенствование подвижного состава и пути, которое должно проводиться в соответствии с техническими спецификациями о совместимости систем (TSI), касающимися уровней шума на подвижном составе (TSI Fahrzeuge Lärm) и высокоскоростного движения (TSI Hochgeschwindigkeitsverkehr). Самым неотложным мероприятием в связи с этим является скорейшая и полная замена чугунных тормозных колодок грузовых вагонов DB композиционными. Для разработки и реализации мер по борьбе с шумом требуется совместная работа специалистов в области разработки конструкций подвижного состава и путевых устройств, а также сотрудничество с компаниями-перевозчиками и владельцами инфраструктуры. Важным инструментом, созданным для более успешного решения поставленных задач, является кадастр шумовых нагрузок, разработанный DB.

R. Gefßner. Eisenbahningenieur, 2007, № 3, S. 24–28.