

Измерение уровня шума с учетом числа колесных пар и длины вагона

В технической спецификации по эксплуатационной совместимости традиционного подвижного состава, в подразделе «Шум» (TSI CR Noise), даны предельно допустимые значения для уровня шума движущихся грузовых вагонов. Эти предельные значения разбиваются на три ступени в зависимости от числа колесных пар, приходящегося на единицу длины подвижного состава. Основой для такого распределения предельных значений по ступеням является поправочный коэффициент *APL* (Axle per Unit Length), используемый и в спецификации TSI CR Noise.

Поправочный коэффициент *APL* отражает физические характеристики поезда и на первый взгляд кажется вполне применимым для оценки уровней шума. Однако в результате применения этого коэффициента компании-перевозчики и изготовители подвижного состава лишаются мотивации к снижению уровня шума и уменьшению до необходимого минимума числа колесных пар.

Подвижной состав с меньшим числом колесных пар может излучать больше шума из расчета на одну колесную пару, чем подвижной состав с большим числом осей, и тем не менее оказывать на население прилегающих районов меньшие шумовые нагрузки. В связи с этим использование поправочного коэффициента может привести к тому, что поезда с более высоким общим уровнем шума могут быть допущены к эксплуатации, а с более низким не допущены. В связи с этим поправочный коэффициент рекомендуется применять только для тяжелых грузовых поездов.

Поправочный коэффициент и спецификация TSI

Техническая спецификация TSI CR Noise предписывает прибавлять к предельно допустимой величине

уровня шума L_{pAeq, T_p} , представляющей собой оцениваемый по методу А уровень звукового давления при прохождении подвижного состава в течение времени T_p , величину поправочного коэффициента *APL* для учета числа колесных пар на единицу длины подвижного состава. Оценка по методике А представляет собой определение частот, доступных для восприятия человеческим ухом. В области железнодорожного транспорта она предписывается практически для всех измерений проектом стандарта prEN 3095:2001, на который также ссылается Техническая спецификация TSI CR Noise.

В качестве образцового вагона, у которого коэффициент *APL* равен 0, был взят стандартный пассажирский вагон длиной 26,4 м с двумя двухосными тележками.

Поправочный коэффициент *APL* в соответствии со спецификацией TSI CR Noise используется с учетом трех ступеней шума. Для новых грузовых вагонов с числом колесных пар, приходящимся на один метр его длины, равным 0,15, предельно допустимый уровень шума составляет:

- 82 дБ (А) при прохождении подвижного состава со скоростью

80 км/ч и выполнении замера в стандартных точках (на расстоянии 7,5 м от оси пути и на высоте 1,2 м над УГР);

- 83 дБ (А) для новых грузовых вагонов с числом колесных пар на 1 метр длины от 0,15 до 0,275 ;

- 85 дБ (А) для новых грузовых вагонов с числом колесных пар на 1 метр длины более 0,275.

Осенью 2003 г. компания Prose по поручению Федерального ведомства по защите окружающей среды Швейцарии провела многочисленные исследования уровня шума, излучаемого грузовыми вагонами. Результаты этих исследований служили в первую очередь в качестве базы для определения предельно допустимого значения уровня шума на грузовых вагонах, модернизированных для этих целей. При этом Prose должна была также проверить необходимость в применении поправочного коэффициента *APL*.

Все рассуждения о величине звукового давления L_{pAeq, T_p} в равной степени относятся и к величине *TEL* (кратковременному уровню шума, измеренному в течение времени T и нормированному относительно времени прохождения подвижного состава T_p). Величина T при этом должна быть достаточной для регистрации всего процесса шумообразования (от момента начала увеличения уровня перед въездом поезда в зону регистрации микрофона до начала снижения после выхода из этой зоны). В соответствии со спецификацией TSI величина *TEL* в наибольшей степени применима при высокоскоростном движении.

Обоснование и обсуждение поправочного коэффициента

Если одна отдельно взятая колесная пара при нормальных условиях (на расстоянии 7,5 м от оси пути, на высоте 1,2 м над УГР, при скорости 80 км/ч) дает уровень шума 82 дБ(А), то две такие колесные пары в результате сложения двух источников шума дадут уровень шума, равный 85 дБ(А). С отдельными колесными парами мы имеем дело на двухосном подвижном составе, с парой колесных пар — на тележечном.

Если одно и то же предельно допустимое значение уровня шума будет применяться как для двухосного, так и для тележечного подвижного состава, то это будет означать, что для двухосного вагона допустимый уровень шума от отдельной колесной пары будет на 3 дБ(А) выше, чем для тележечного.

С помощью поправочного коэффициента APL предельные значения уровня шума корректируются таким образом, чтобы допустимые уровни шума от одной колесной пары были одинаковыми для двухосных и тележечных вагонов. С этой точки зрения поправочный коэффициент хорошо отражает фи-

зические характеристики и на первый взгляд кажется рациональным с точки зрения его применения.

Полное использование допустимой осевой нагрузки в грузовых перевозках. Если, например, требуется перевезти груз в виде рулонов листовой стали массой брутто 540 т из пункта А в пункт В и если принять, что максимально допустимая нагрузка на ось составляет 22,5 т, то для этого можно использовать либо шесть четырехосных тележечных вагонов, либо четыре шестиосных тележечных вагона (см. таблицу).

Предполагается, что все колесные пары находятся в одинаковом состоянии и при нормальных (стандартных) условиях дают один и тот же уровень шума, равный 74 дБ(А).

Чтобы можно было сделать вывод о шумности поезда с учетом его длины, вводится сравнительная величина SEL (Sound Exposure Level — определяется проектом стандарта prEN 3095:2001 как нормированный по T_0 средний уровень, измеренный в течение времени T). Будучи нормированной по T_0 величиной $L_{pAeq, Tp}$, она при одинаковой скорости поезда зависит от его длины. Интервал времени T_0 выбирается таким образом, чтобы величи-

ны $L_{pAeq, Tp}$ и SEL подвижного состава были равны (T_0 представляет собой частное от деления длины вагона на скорость движения поезда).

Значение SEL для всего поезда получается одинаковым при обоих вариантах. Для того чтобы все колесные пары подвижного состава и той и другой конфигурации были одинаковыми по уровню шума, нужно величину предельно допустимого уровня шума для вагонов тележечного типа с двумя колесными парами в тележке уменьшить на 1,8 дБ(А) на вагон. Эта разница в 1,8 дБ(А) соответствует разности между обоими поправочными коэффициентами APL.

В этом случае при полном использовании грузоподъемности подвижного состава обеих конфигураций шумовые нагрузки на жителей прилегающих районов будут одинаковыми. Один из поездов будет несколько более шумным, но более коротким, другой — менее шумным, но более длинным.

Частичное использование допустимой осевой нагрузки в грузовых перевозках. Совершенно иная ситуация складывается при прохождении порожних или частично загруженных составов. При этом следует отметить, что когда речь идет о частичной загруженности, то это относится к массе полезной нагрузки. Иными словами, вагон считается частично загруженным даже в том случае, если в нем находится легкий груз, который полностью занимает погрузочный объем, но по массе не соответствует максимальной грузоподъемности.

Предположим, что двухосными вагонами или такими же по длине тележечными четырехосными вагонами перевозятся блоки пенополистирола. При одинаковом состоянии колесных пар уровень шума тележечных вагонов будет на 3 дБ(А) выше, чем двухосных (при близко расположенных колесных парах в тележке происходит суммирование двух одинаковых по величине уровней, что

Пример расчета при полной загрузке вагонов

Параметр	Вариант поезда	
	Из шести тележечных четырехосных вагонов, полностью загруженных (например, вагоны типа Shimmns для перевозки рулонной стали)	Из четырех вагонов на двух трехосных тележках, полностью загруженных (условный вагон, подобный Sahimmms, но с длиной четырехосного)
Вагон:		
число колесных пар	4	6
длина, м	12,04	12,04
коэффициент APL, осей/м	0,332	0,498
Поезд:		
число колесных пар	24	24
грузоподъемность, т	540	540
длина, м	72,24	48,16
SEL _{колесная пара} (задано), дБ(А)	74	74
SEL _{поезд} (получено), дБ(А)	87,8	87,8
Поправочный коэффициент APL, дБ(А)	3,4	5,2

дает в результате суммарный уровень, увеличенный на 3дБ(А)). Длина поезда в обоих случаях одинакова.

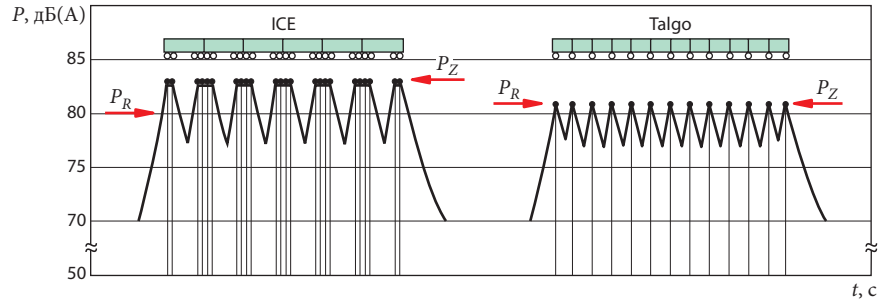
В данном случае шумовые нагрузки от двухосных вагонов, воздействующие на жителей прилегающих зон, будут примерно на 3дБ(А) ниже, чем от тележечных вагонов.

Применение поправочного коэффициента при расчете уровня шума приводит к тому, что компании-перевозчики отдают предпочтение тележечным вагонам и отказываются от двухосных, которые дают возможность эффективно снижать уровень шума. Если бы поправочный коэффициент не использовался и компании-перевозчики предпочли двухосные вагоны тележечным, то, кроме снижения уровня шума, они сэкономили бы на эксплуатационных расходах, которые значительно ниже для двухосных вагонов.

Пассажирские перевозки

В пассажирском железнодорожном сообщении влияние поправочного коэффициента APL можно наглядно проследить на примере сравнения поезда с обычными вагонами, например ICE железных дорог Германии (DB), с поездом из вагонов типа Talgo, например AVE S102 железных дорог Испании (RENFE). Для этого сравнения брали только промежуточные вагоны. Поезда должны обладать примерно одинаковой вместимостью и быть длиной по 150 м. Этому условию отвечают составы из шести вагонов поезда ICE и из 12 вагонов поезда типа Talgo. Из-за особенностей конструкции вагонов поезду Talgo требуется 13 колесных пар, а поезду ICE — 24 колесные пары (рисунок).

Предположим, что все колесные пары имеют одинаковый уровень шума. Тогда уровень шума поезда типа Talgo будет примерно на 3 дБ(А) ниже, чем поезда типа ICE, из-за эффекта суммирования шума от колесных пар в тележке.



Изменение расчетного уровня шума, излучаемого поездом из обычных тележечных четырехосных вагонов, и поездом с уменьшенным числом осей:

P — расчетный уровень шума; P_R — уровень шума, излучаемый одной колесной парой; P_Z — уровень шума, излучаемый поездом; t — время

Нередко подвижной состав с меньшим числом колесных пар может иметь более высокий удельный уровень шума в расчете на одну колесную пару, чем подвижной состав с большим числом осей. С введением поправочного коэффициента APL может получиться так, что поезд с обычными пассажирскими вагонами будет соответствовать предельно допустимым нормам по уровню шума, а поезд с меньшим числом колесных пар этим нормам соответствовать не будет. В результате такой поезд могут не допустить к эксплуатации, так как уровень шума одной колесной пары будет несколько выше. Тем не менее поезд с меньшим числом колесных пар в целом производит меньше шума (см. рисунок).

Для жителей прилегающей зоны замена поездов с большим числом колесных пар поездами с меньшим их числом означает реальное уменьшение шума даже в том случае, если уровень шума от одной колесной пары поезда с меньшим числом осей несколько выше, чем у поездов с большим числом осей.

Теоретически поезд с большим числом колесных пар в одном вагоне должен иметь преимущество по грузоподъемности, однако в рассмотренном примере пассажирских перевозок этот показатель не является определяющим, поскольку оба поезда имеют одинаковую пассажироместность.

Выводы и рекомендации

Корректировка предельно допустимых норм по уровням шума с помощью поправочного коэффициента APL отражает положение дел с физической точки зрения. Применение такого коэффициента оправдано лишь в случаях полного использования осевой нагрузки, которые встречаются в грузовом движении, но очень редко в пассажирском. Если расчетная осевая нагрузка используется не полностью, применение коэффициента может привести к тому, что предпочтение отдается более шумному поезду, и породить тенденцию к внедрению подвижного состава с избыточным числом колесных пар.

Поэтому рекомендуется применять коэффициент только в случае перевозки тяжеловесных грузов при числе колесных пар на один метр длины подвижного состава, превышающем 0,275. Применять коэффициент в этом случае следует без учета ступеней, упоминавшихся ранее. Это означает, что в случае применения вагонов с числом колесных пар на один метр длины большим, чем 0,275, предельно допустимая норма по уровню шума должна рассчитываться и применяться непосредственно для конкретного типа вагонов.

S. Bühler et al. Eisenbahn-Revue, 2008, № 3, S. 141 – 143.