

Кобыляцкий Ю.В.

Сарьев С.Д.

Ляхов В.В.

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей
сообщения» г. Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: lyahovvv@nevz.com

**ПУТИ СНИЖЕНИЯ ШУМА В
КАБИНАХ ЛОКОМОТИВОВ НА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ
ТРАНСПОРТЕ**

УДК 621.891 + 06

Шум в кабинах локомотивов возникает от работы силовых и вспомогательных агрегатов, взаимодействия колес с рельсами при движении, аэродинамического шума от воздушных потоков возле кабины. В момент открывания окон в кабине локомотива имеет место резкое повышение скоростного давления, вызванное характером движения воздушного потока. При закрывании окон в кабине транспортного средства имеет место процесс резкого снижения скоростного давления и гашения энергии воздушной волны.

Ключевые слова: шум в кабинах, эквивалентный уровень звука, аэродинамический шум, воздушный поток, сигнал свистка, тифон шума, воздушная волна.

В кабинах электровозов возникает шум, от работы силовых и вспомогательных агрегатов, взаимосвязи колес с рельсами при движении, аэродинамического шума от воздушных потоков возле кабины и др.

Локомотивный парк Восточно-Сибирской железной дороги (ВСЖД) представлен локомотивами (электровозами) марок ВЛ-60, ВЛ-65, ВЛ-80, ВЛ-85, ЭП-1 и ЗЭС5К. Эквивалентный уровень шума в кабинах большинства упомянутых локомотивов при скоростях движения более 70 км/ч превышает установленные санитарные нормы (80 дБА) на величину от 1,6 до 5 дБА (см. табл. 1). Электровозы марки ЭП-1 и ЗЭС5К, являются исключением, выпуск данных машин налажен промышленностью в последнее время. У электровозов такого типа шум меньше нормативного на 2...6 дБА.

Таблица 1

Фактический эквивалентный уровень звука (дБА) в кабинах локомотивов СЖД

Тип электровоза	Локомотивное депо			
	Вихоревка	Улан-Удэ	Нижеудинск	Зима
ВЛ-60, ВЛ-60К	–	–	–	81,6
ВЛ-85	–	84...85	82	81,7
ВЛ-80Т, ВЛ-80С	–	81...84,7	82,4	82...83,2
ЗЭС5К	74	–	–	–
ЭП-1	–	–	–	78

Исследования показали, что существующая на электровозах шумоизоляция кабин обеспечивает снижение шума на рабочих местах на уровне требований охраны труда до определенной скорости его движения. Например, у электровоза ЭП-1 она не превышает 82 км/ч, электровоза ВЛ-65 – 62...64 км/ч, а у электровозов ВЛ-85 и ЗЭС5К – 75 и 70 км/ч.

При закрытых окнах шум, равномерно распределен по кабине. Например, в электровозе ЭП-1 (рис. 1, а) разброс уровней звука составляет от 73,9 до 80,1 дБА при разнице между максимальным и минимальным значениями 6,2 дБА.

Шум в кабинах при подаче сигналов свистками и тифонами при его оценке по эквивалентному уровню кардинальным образом не меняется, даже при открытых окнах, обычно не превышает допустимые величины. Например, во время стоянки электровоза ЗЭС5К в кабине с открытыми окнами эквивалентный уровень звука достигает 70 дБА и не превы-

шает допустимую величину. Все сигналы, подаваемые свистками и тифонами, кратковременны и являются импульсными, а их максимальные уровни звука периодически превышают установленные допустимые величины.

В кабинах электровозов при открывании окон шум существенно увеличивается. Например, при скорости 60 км/ч и закрытых окнах эквивалентный уровень звука на рабочем месте помощника машиниста электровоза ЭП-1 составлял 73,9 дБА, а при той же скорости и открытых окнах – 90,9 дБА (см. рис. 1, а и б). Повышение уровня шума при открытых окнах составило 17 дБА, т.е. 23%.

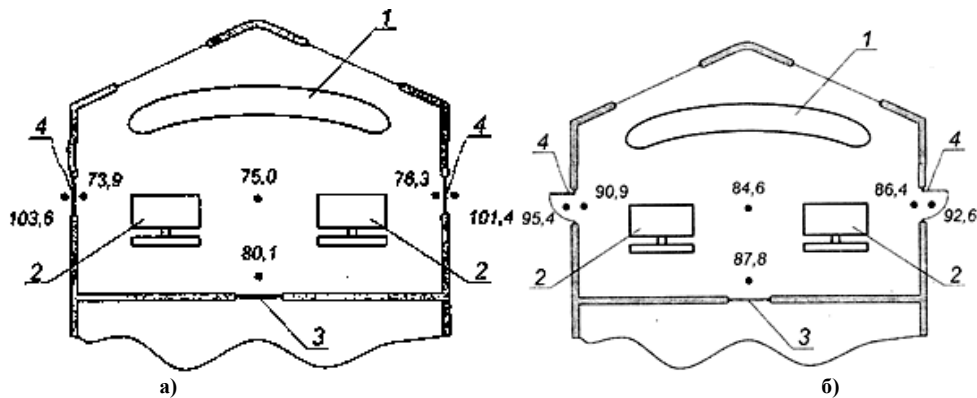


Рис. 1. Уровни эквивалентного шума (дБА) в кабине электровоза ЭП-1 при скорости движения 60 км/ч:
а – при закрытых окнах; б – при открытых окнах;
1 – панель управления; 2 – кресло; 3 – дверь в машинное отделение; 4 – окна

Увеличение шума в кабинах локомотивов с открытыми окнами напрямую зависит от скорости их движения: чем больше скорость, тем выше уровень шум. Так при шуме 73 дБА во время стоянки локомотива ВЛ-85 прирост эквивалентного уровня звука в его кабине при скорости 40 км/ч составил 11 дБА, скорости 60 км/ч – 15 дБА, а при скорости 80 км/ч – 17 дБА, что составляет 15, 19 и 21% соответственно. Для электровоза ЗЭС5К при аналогичных скоростях движения превышения эквивалентного шума составляют соответственно 5; 7,5 и 11%.

При открытых окнах шум в кабинах локомотивов превышает установленные нормы при меньших скоростях движения. Как показали исследования, при закрытых окнах в кабине электровоза ВЛ-85 превышения шума фиксируются при скорости 63 км/ч, а при открытых окнах – при скорости 28 км/ч. Идентичная ситуация наблюдается и для электровоза ЗЭС5К: при закрытых окнах кабины превышения шума выявляются при скорости 70 км/ч, а при открытых – при скорости 52 км/ч. Поскольку превышения шума над нормами происходит при меньших скоростях, то можно с уверенностью сказать, что повышенный шум действует на членов локомотивных бригад большую часть времени работы.

В момент открытия окон в кабине электровоза имеет место резкое повышение скоростного давления, вызванное определенным характером движения воздушного потока (рис. 2): при скорости 60 км/ч оно составляет 15 мм рт. ст., а при 80 км/ч – 27 мм рт. ст. (рис. 3). Соответственно имеет место образование воздушной волны. Проникая вглубь кабины, волна в виде аэродинамического импульса, ударным образом воздействует на барабанные перепонки органов слуха членов локомотивных бригад.

Во время закрывания окон в кабине транспортного средства имеет место процесс резкого снижения скоростного давления и гашения энергии воздушной волны. Описанный эффект приводит к повторному аэродинамическому воздействию потока воздуха на органы слуха машинистов электропоездов.

Обратим Ваше внимание на то, что окна зачастую открываются при осмотре вагонов и оценке обстановки на дороге. На опасных участках маршрута за один час движения локомотива количество осмотров может достигать 15 раз, а количество аэродинамического воздействия воздушных потоков на машиниста электропоезда. – до 30 раз.

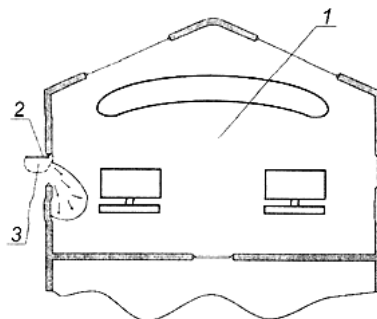


Рис. 2. Схема движения воздушного потока при открытом окне:
1 – кабина; 2 – поворотное окно; 3 – зона завихрения

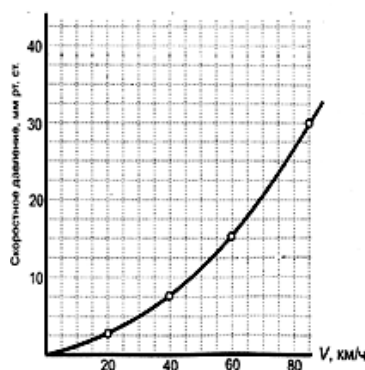


Рис. 3. Зависимость скоростного давления возле кабины от скорости движения при атмосферном давлении 730 мм рт. ст.

На основании вышеизложенного следует:

1. Периодическое открывание окон в кабинах локомотивов приводит к усилению шума на рабочих местах членов локомотивных бригад. Эквивалентный уровень звукового давления в кабинах при скорости движения до 80 км/ч повышается в среднем на 5...21%.

2. Превышение шума при открытых окнах кабин над существующими нормами фиксируются при малых скоростях движения локомотивов по сравнению с движением с закрытыми окнами. Соответственно при этом увеличивается время пребывания членов локомотивных бригад в условиях повышенного уровня шума.

3. При периодическом открывании и закрывании окон, возникают дополнительные нагрузки на органы слуха от воздействия воздушной волны аэродинамического происхождения.

4. Для выполнения условий охраны труда членам локомотивных бригад не рекомендуется производить осмотр состава и визуальную оценку дорожного движения при открытых окнах кабины.

Необходимость в защите от шума производится на железнодорожном транспорте в случаях, когда появляются звуки, нарушающие восприятие полезных звуков (сигналов) или нарушающие тишину, а также звуки, оказывающие вредные и раздражающие действия на организм человека. Основными источниками шума, являются различные двигатели и механизмы. Например, в кабинах электровозов шум возникает при работе электродвигателей, генераторов, агрегатов, вентиляторов, а также при движении колёс локомотива по рельсам. В пассажирских вагонах источником шума при движении поезда могут быть:

1 Система вентиляции и кондиционирования воздуха и взаимодействие колёс локомотива с рельсами и др.

2 Повышенный шум и вибрация машин и механизмов часто свидетельствует о наличии в них неисправностей или о нерациональности конструкций. Точность изготовления деталей, их подгонка и динамическое уравнивание всех входящих и движущихся деталей. Механический шум электродвигателей связан с работой подшипников и механической передачи. Источником шума и вибраций служат подвижные и неподвижные детали подшипников. Это объясняется тем, что вследствие коррозии, сколов, износа деталей подшипника, деформации и неточности изготовления его комплектующих, со временем усиливаются. Следовательно, энергия ударов между элементами подшипника увеличивается. Снижения шума можно добиться путем внесения изменений в конструкцию электродвигателя. Существенный эффект дает, применение демпфирующих элементов в электродвигателях между подшипниковым щитом и корпусом.

3 Укладка бесстыкового пути способствует ослаблению шума и, соответственно, уменьшению износа деталей, увеличению срока службы и точности работы. По происхождению шумы делятся на механические, аэродинамические, гидродинамические и электромагнитные.

Источником механического шума, является механическая вибрация. Аэродинамический шум может возникать при нестационарных явлениях истечения газов и жидкостей. Избежать данного явления удаётся оптимальным выбором параметров процесса (1-снижением скорости движения воздуха в воздухонагревателях вентиляционными установки; 2-уменьшением давления, развиваемого вентилятором). Гидродинамический шум обычно происходит при кавитации, когда возникает звуковой импульс сокращающихся пузырьков газа или пара, находящихся в рабочих жидкостях гидродинамических установок. Источниками электромагнитного шума, являются механические колебания устройств и механизмов, возбуждаемых переменными электромагнитными полями. Для защиты от этого шума применяют ферро магнитные материалы с малой магнитострикцией, тем самым уменьшают магнитную индукцию в электрических машинах и механизмах, для этого производят более точный выбор их параметров, обеспечивают необходимую затяжку всех элементов и деталей (шихтованных сердечников трансформаторов, якорей электродвигателей и т.д.). Вредное воздействие шума на организм человека проявляется специфическим поражением органов слуха и неспецифических изменений других органов и систем. При этом имеет очевидное значение характер, уровень, частотный состав, продолжительность воздействия шума, а также индивидуальная чувствительность каждого человека к нему. В зависимости от уровня громкости звука различают пять ступеней действия шума на машинистов электровозов. При уровне громкости звука ниже порога слышимости, что соответствует полной тишине (первая ступень), у человека проявляется психологический дискомфорт. Обычно человека окружает привычный для него шумовой фон (вторая ступень) с уровнем громкости звука 15—35 дБ. При повышении уровня звукового давления до 40—70 дБ (третья ступень) шум оказывает раздражающее действие, не производя изменений функций органов слуха и не мешая восприятию полезных сигналов, но в этом случае снижается производительность умственного труда, ухудшается самочувствие человека. Уровни громкости шума 75—120 дБ (четвёртая ступень), характерные для механических производств, и транспортных шумов, оказывают неблагоприятное физиологическое воздействие на центральную нервную и сердечнососудистую системы. Поступающий шум с уровнями громкости более 120 дБ, а также импульсный шум с уровнями, превышающими 150 дБ при длительности воздействия 100 мс. и 160 дБ при длительности воздействия 5 мс. приводят к акустической травме, значительно понижая слух (пятая ступень). Для предотвращения вредного воздействия шумов на организм человека, организации принимают, технические и медицинские меры:

1 устраняют причины, порождающие шум на месте или ослабляют источник его образования;

2 предотвращают распространение шума от источников к рабочим местам, для чего устанавливают звукоизолирующие преграды (стены, перекрытия, кожуха, кабины наблюдения и т. д.), звукопоглощающие облицовки и конструкции, экраны, глушители, виброизоляторы; шум глушащие устройства;

3 используют средства индивидуальной защиты от шума (наушники, вкладыши в шлемы, противозумные шлемы и костюмы);

4 для работающих в условиях шума предусматривается чередование труда и отдыха, ограничение длительности воздействия шума, систематическое наблюдение за состоянием их здоровья.

Литература

1. Звукоизолирующий экран на шейке рельса // Железные дороги мира. – 2011. №3. – С. 26-28.

2. Измерение уровня шума с учетом числа колесных пар и длины вагона // Железные дороги мира. – 2009. №3. – С. 55-57.

3. Снижение уровня шума на железнодорожном транспорте Европы // Железные дороги мира. – 2009. №3. – С. 62-66.

4. Динамические свойства резиновых рельсовых подкладок // Железные дороги мира. – 2005. №8. – С. 23-28.

5. Шлифование рельсов как мероприятие по предотвращению и устранению шума // Железные дороги мира. – 2005. №12. – С. 11-13.

6. Прель Ж. Малошумный поезд / Ж. Прель // Железные дороги мира. – 2004. №5. – С. 41-44.

7. Шумоизолированные стальные мосты // Железные дороги мира. – 2004. №11. – С. 77-79.

8. Сравнение уровня шума в вагонах современных высокоскоростных поездов // Железные дороги мира. – 2003. №5. – С. 55-59.

9. Методы акустической оптимизации подвижного состава // Железные дороги мира. – 2003. №11. – С. 10-12.

10. Шум качения и методы борьбы с ним // Железные дороги мира. – 2003. №12. – С. 47-52.

11. Ограничение шума от дизель-поездов региональных сообщений // Железные дороги мира. – 2002. №8. – С. 59-63.

12. Ляхов В.В., Улучшение показателей работоспособности вентильно-индукторных двигателей. Труды Ростовского Государственного Университета Путей Сообщения, Научно-технический журнал № 3 (32), 2015г.

13. Малошумный путь // Железные дороги мира. – 2002. №9. – С. 64-68.

Kobylyatsky Y., Sariyev S., Lyahov V. Ways noise reduction in locomotive cab rail ways

Noise in the locomotive cab arises from the work force and the auxiliary units, the interaction of the wheels with the rails when driving, aerodynamic noise from the air flow near the cockpit. At the time of opening the window in the cab of the locomotive is a sharp increase of the speed of pressure caused by the nature of the airflow. When closing the windows in the cabin of the vehicle is a process of a sharp decline in the speed and pressure of the air wave energy dissipation.

Keywords: cabin noise equivalent sound level, aerodynamic noise, air flow, signal whistle, Typhon noise, air wave.

Reference

1. Acoustic screen on the neck rail // Railroads world. - 2011. №3. - S. 26-28.
2. Noise measurement according to the number of wheel sets, and the length of the car // Railroads world. - 2009. №3. - S. 55-57.
3. Noise reduction in rail transport in Europe // Railroads world. - 2009. №3. - S. 62-66.
4. The dynamic properties of the rubber track pads // Railroads world. - 2005. №8. - S. 23-28.
5. Grinding rails as a measure to prevent and eliminate noise // Railroads world. - 2005. №12. - S. 11-13. Pröll J.
6. Quiet Train / J. Pröll // Railroads world. - 2004. №5. - S. 41-44.
7. Soundinsulated steel bridges // Railroads world. - 2004. №11. - S. 77-79.
8. Comparison of the noise level in the carriages of modern high-speed trains // Railroads world. - 2003. №5. - S. 55-59.
9. The method of acoustic optimization of rolling stock Railways // world. - 2003. №11. - S. 10-12.
10. Noise rolling and methods of dealing with it // Railroads world. - 2003. №12. - S. 47-52.
11. Limitation of noise from diesel trains regional communications // Railroads world. - 2002. №8. - S. 59-63.
12. Viktor Lyakhov, The improvement in the performance of valve-inductor motors. Proceedings of the Rostov State University of Communications, Science and Technology Journal number 3 (32), 2015.
13. Quiet path // Railroads world. - 2002. №9. - S. 64-68.