

УДК 504.75

В.А. Юрченко, А.В. Артеменко, К.С. Пономарев

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков

ПОВЫШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И КОМФОРТА ПАССАЖИРОВ В ВАГОНАХ МЕТРОПОЛИТЕНА ПРИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В работе представлены основные результаты ремонтно-восстановительной модернизации вагонов метрополитена, направленной на повышение экологической безопасности пассажиров по уровню акустической нагрузки и освещенности салонов. В результате испытаний и измерений установлено, что проведенная модернизация позволила снизить уровень акустической нагрузки ~ на 12 % и повысить освещенность более чем в 2 раза при существенном энергосбережении.

Ключевые слова: вагон метрополитена, модернизация, экологическая безопасность, комфорт, шум, освещенность, измерения.

Постановка проблемы

Важнейшим элементом безопасности пассажиров в помещениях метрополитена, в том числе в вагонах является уровень параметрических и химических воздействий. Пассажиры проводят на станциях и в вагонах метрополитена в среднем 40 минут в день. И в течение этого времени на них воздействует большое количество экологически опасных факторов, прежде всего физической природы: шум, вибрация, высокая температура, влажность и подвижность воздуха, электромагнитное излучение [1 - 3].

Анализ последних достижений и публикаций

По данным [1], в пассажирских помещениях метрополитена самые большие нарушения уровня экологической безопасности отмечены для такого параметрического загрязнения как шум – 80,9 - 83,24 % от общей суммы превышений гигиенических нормативов (табл. 1).

Вторым параметрическим фактором по уровню нарушения экологической безопасности пассажиров в помещениях метрополитена является освещение. По сравнению с нарушениями гигиенических нормативов шумовым загрязнением нарушений по освещенности значительно меньше - 15,92 - 17,14 %. Однако, в динамике проведенных исследований эти нарушения также имеют тенденцию к возрастанию [1, 2].

Продолжающееся старение подвижных транспортных средств метрополитена не позволяет в полной мере приблизить гигиенические параметры пребывания пассажиров в этих средствах к нормируемому уровню санитарно-

эпидемиологической безопасности [3]. Но капитальный ремонт пассажирских вагонов со сроком эксплуатации более 20 лет позволяет внедрить технические решения, которые способствуют снижению экологической опасности, создаваемой в вагонах метрополитена параметрической нагрузкой, а также устаревшими конструктивными материалами и оборудованием [4 - 8].

Таблица 1. Физические факторы в помещениях метрополитена, не отвечающие гигиеническим нормам [1]

Фактор	Не отвечают гигиеническим нормативам, %			
	2009 г.		2010 г.	
	Раб. места	Пассажирские помещения	Раб. места	Пассажирские помещения
Шум	10,79	80,9	11,72	83,24
Вибрация	1,57	3,67	1,83	0,82
ЭМИ	7,15	0,11	7,04	0,32
Освещение	10,75	15,92	11,51	17,14
Микроклимат	14,22	7,19	28,23	19,43

Цель данной работы – оценка влияния технологических мероприятий, выполненных ООО «ВАГО-РЕВ» при капитально-восстановительном ремонте вагонов метро серии 81-717/714 и Еж-3 (Ем-508Т), на показатели экологической

безопасности пребывания пассажиров по уровню акустической нагрузки и освещенности салонов.

Результаты

Среди эксплуатируемых пассажирских составов на Харьковском метрополитене 91 % составляют пассажирские вагоны со сроком эксплуатации более 20 лет, которые подлежат капитальному ремонту в ближайшие годы [9].

Большое внимание при капитально-восстановительном ремонте вагонов метрополитена уделяли мероприятиям, снижающим уровень акустической нагрузки в салонах. Снизить уровень шума можно с помощью звукопоглощающих материалов, которые уменьшают интенсивность звуковых волн, отраженных от стен, потолка и других поверхностей помещения [3]. Звук может передаваться не только по воздуху, но и по конструкциям. В них акустическая энергия распространяется в виде упругих колебаний (вибраций). В большинстве случаев возникновение шума происходит из-за преобразования энергии вибраций в звуковую энергию. Звук исходит от колеблющихся поверхностей механизмов. Очень хорошие источники звука - тонкостенные металлические поверхности, которые эффективно излучают звуковую энергию в окружающую среду в широком диапазоне частот [1, 3]. Наиболее эффективно вибрация подавляется в источнике, т.е. в системе вагон – вагонная тележка – колесо – рельс – путевой бетон (или другие конструкции, включая обделку) [3].

В целях улучшения комфортности проезда пассажиров и снижения акустической нагрузки в салоне вагонов, при производстве капитально-восстановительного ремонта вагонов серии 81 - 717/714 специалисты ООО «ВАГО-РЕВ» выполнили следующие мероприятия (согласованные с заводом изготовителем) [10]:

- модернизацию блока питания собственных нужд (БПЧН) с целью снижения акустического гудения в салоне вагона;
- нанесение тепло- и шумоизоляционной мастики на внутреннюю часть крыши салона вагона;
- установку звукоизоляционных стеклопакетов на боковые и торцевые окна (рис. 1);
- установку дополнительных уплотнителей на раздвижные двери вагона;
- замену штатных дверных цилиндров на бесшумные, производства фирмы «CAMOZZI»;
- установку пневматической системы подвешивания вагона.

Оценку эффективности проведенных мероприятий – измерения параметрической нагрузки на пассажиров, создаваемой в вагонах метрополитена до и после ремонта, проводили на

испытательном полигоне вагоноремонтного электродепо «Салтовское» ТЧ-2 Харьковского метрополитена, на участке, на котором акустическая окружающая среда не влияет на уровень внутреннего шума.

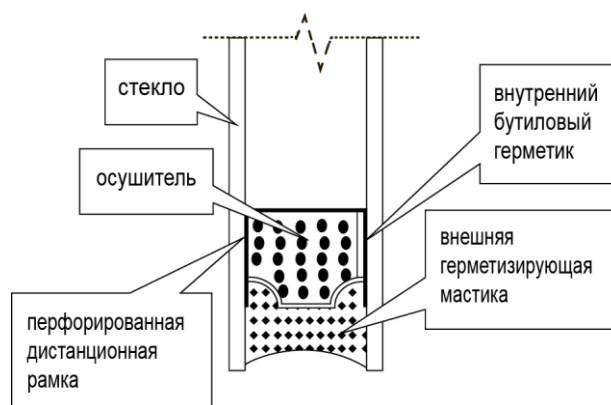


Рис.1. Элементы стеклопакета

Участок пути, предназначенный для проведения испытаний, обеспечивал скорость движения не менее 2/3 от конструкционной ± 10 км/ч, состояние пути оценивалось не ниже «хорошо» для методов контроля, принятых для метрополитена в соответствии с ДБН В.2.3-7-2010 «Споруди транспорту. Метрополітени». Общая длина участков для проведения испытаний вагонов метрополитена составляла не менее 10 км. Испытания проводили в одиночном вагоне. Вагоны, в которых проводили замеры уровня шума, находились в состоянии полной рабочей оснащённости и отвечали техническим условиям. Измерения и обработку результатов проводили согласно требованиям ГОСТ 26918-86 «Шум. Методы измерения шума железнодорожного подвижного состава».

Во время всех испытаний измеряли уровень звука А (LA) в дБ(А) при временной характеристике S (медленно). Во время типовых испытаний реконструированного вагона определяли уровень звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами от 31,5 до 8000 Гц.

Измерения уровня шума проводили с помощью измерителя шума и вибрации ВШВ-003МЗ (прибор I класса точности). Микрофон размещали в трех точках по продольной оси вагона на высоте 1,2 м от уровня пола. Точки №1 и 3 находились над поворотными шкворнями, а точка №2 – по вертикальной прямой, проходящей через геометрический центр вагона (рис. 2). Длительность измерения при постоянстве условий, составляла 10 с.

Результаты измерений уровня шума в вагонах без реконструкции и с реконструкцией представлены в табл. 2.

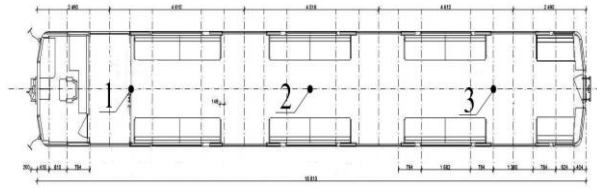


Рис. 2. Размещение точек, в которых проводили замер уровня шума в салоне вагонов метрополитена

Таблица 2. Результаты измерений уровня акустической нагрузки в вагонах метрополитена

Объект	№ точки	Уровень шума, дБА		Норма уровня шума/мах шум, дБА
		В движении	Разгон	
Вагон до модернизации	1	90	92	95/110
	2	90	94	95/110
	3	90	95	95/110
Вагон после модернизации	1	76	78	95/110
	2	76	79	95/110
	3	76	80	95/110

Как видно, проведенные мероприятия позволили снизить уровень акустической нагрузки в салоне вагонов ~15 %, причем в режиме разгона перевести ее из предельного уровня допустимости в экологически более безопасную область.

Важным аспектом модернизации, повышающей комфортность и экологическую безопасность пребывания пассажиров, является обеспечение надлежащей освещенности салона вагона с применением современных технологий – светодиодного освещения [11].

Установка одной двухрядной световой линии, расположенной по центру вагона, удешевила интерьер и в то же время обеспечила необходимую равномерную освещенность салона.

Измерение освещенности в вагонах до ремонта и после него проводили согласно ДСТУ Б В.2.2-6-97 «Будинки і споруди. Методи вимірювання освітленості». Для измерения освещенности использовался цифровой люксметр MS 6610 MASTECH. Освещенность определяли прямыми измерениями в плоскости на уровне 0,8 м от пола и 0,6 м от спинки дивана. Среднюю освещенность в салоне определяли как среднеарифметическое значение измеренных освещенностей в контрольных

точках (рис. 3) вагонов. Данные измерений приведены в табл. 3.

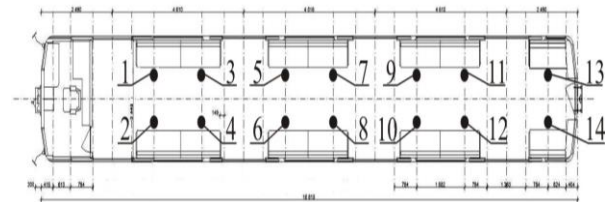


Рис. 3. Размещение точек, в которых проводили замер освещенности салона вагонов метрополитена

Таблица 3. Сравнительная характеристика освещенности вагонов

Объект	Освещенность, люкс	Требуемое напряжение, Вт
Вагон до модернизации 3 режим	110	1300
Вагон после модернизации:	1 режим	190
	2 режим	305
	3 режим	402

Как свидетельствуют приведенные данные, внедрение светодиодного освещения позволило повысить освещенность более чем в 2 раза, с возможностью регулировки яркости, а затраты электроэнергии уменьшились не менее чем в 3 раза.

Выводы

Модернизация, проведенная при производстве капитально-восстановительного ремонта вагонов серии 81-717/714, позволила:

- снизить уровень акустической нагрузки в салоне вагонов ~ на 15 %;
- повысить освещенность более чем в 2 раза;
- снизить затраты электроэнергии на освещенность вагонов более чем в 3 раза.

Литература

1. Свижевский В. А. Гигиеническая оценка и обоснование нормирования физических факторов окружающей среды персонала и пассажиров метрополитена : автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. мед. наук : спец. 14.02.01 «Гигиена» / В. А. Свижевский. - Москва, 2012. - 24 с.
2. Дубровская Т. А. Гигиенические основы оптимизации воздушной среды станций метрополитена : автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. мед. наук : спец. 14.00.07 «Гигиена» / Т. А. Дубровская. - Москва, 1996. - 22 с.

3. Мельниченко П. И. Особенности гигиенического нормирования шума в метрополитене / П. И. Мельниченко, В. А. Свижевский, А. А. Матвеев // Гигиена и санитария. – Москва, 2012. – № 1. – С. 8-10.
4. Noise level in passenger coaches. Environment Management in Indian Railways. Report No. 21 of 2012-13 (Railways). P. 21-23.
5. Лисевич Т. В. Передовые технологии деповского ремонта пассажирских вагонов : уч. пос. / Т. В. Лисевич, Е. В. Александров. – Самара : СамГАПС, 2005. – 67 с.
6. Протокол семинара руководителей и специалистов служб подвижного состава метрополитенов и заводов изготовителей вагонного оборудования на Новосибирском метрополитене [Электронный ресурс], (Новосибирск, 20-21 августа 2014 г.) / Международная ассоциация «Метро». – Новосибирск, 2014. – 7 с. – Режим доступа : www.asmetro.ru/upload/docs/2014/proto-col_t_misk-_2.pdf.
7. Техническое обслуживание подвижного состава : TRANS/TLS-Services Catalogue – 2013. – FR. : ALSTOM Transport, 2013. – 7 с.
8. Московский метрополитен. – Москва : ГУП «Московский метрополитен», 2009. – 93 с.
9. База данных по метровагонам : версия 1.4 от 13.02.2013 г. : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vagon.metro.ru/database/index.html>.
10. Практические рекомендации реорганизации производства промышленных предприятий транспортной отрасли / [Артеменко А. В., Дроздов С. В., Мазанько Д. Г. и др.]. – Харьков, 2012. – 118 с.
11. Кузнецов С. Комплексная система обеспечения безопасности и автоматизированного управления движения поездов метрополитена / С. Кузнецов, В. Половинкин // Современные технологии автоматизации. – Москва, 2000. – № 4 – С. 40 – 47.

Автор: ЮРЧЕНКО Валентина Александровна
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков, доктор технических наук, профессор

Автор: АРТЕМЕНКО Андрей Витальевич
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков, аспирант

Автор: ПОНОМАРЕВ Константин Сергеевич
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков, кандидат технических наук, доцент

ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ І КОМФОРТУ ПАСАЖИРІВ У ВАГОНАХ МЕТРОПОЛІТЕНУ ПРИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНІЙ МОДЕРНІЗАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ

В.О. Юрченко, А.В. Артеменко, К.С. Пономарьов

У роботі представлені основні результати ремонтно-відновлювальної модернізації вагонів метрополітену, спрямованої на підвищення екологічної безпеки пасажирів за рівнем акустичного навантаження і освітленості салонів. В результаті випробувань і вимірювань встановлено, що проведена модернізація дозволила знизити рівень акустичного навантаження ~ на 12 % і підвищити освітленість більш ніж в 2 рази при істотному енерго-заощадженні.

Ключові слова: вагон метрополітену, модернізація, екологічна безпека, комфорт, шум, освітленість, вимірювання.

INCREASED RATES OF ENVIRONMENTAL SAFETY AND COMFORT OF PASSENGERS IN

V.O. Yurchenko, A.V. Artemenko, K.S. Ponomarev

Work represents the main results of repair and recovery modernization of subway carriage. Ecological safety of passengers by the level of acoustic loading and illumination of salons is increased. The repair and recovery modernization consisted from modernization of the power unit for own needs, a noise isolation of walls of the subway carriage, installation of soundproof double-glazed windows in subway carriage, installations of additional sealants on sliding doors in subway carriage, replacement of regular door cylinders on silent, installations of the suspending pneumatic system in subway carriage, installation of one new two-row light line. Tests of subway carriage are carried out on the proving ground of depot. Measurements of level of acoustic loading and illumination of subway carriage were carried out in the reconstructed and unreconstructed subway carriages. Modernization has reduced the level of acoustic loading approximately by 12 % in salon of subway carriages. Modernization has increased illumination in salon of subway carriages twice. Modernization has reduced the electric power for lighting of subway carriage by 3 times.

Keywords: subway cars, modernization, environmental safety, comfort, noise, light, dimension.