

Защита от вибраций в зоне тоннеля в Бирмингеме

В Бирмингеме в рамках реконструкции пути в тоннеле под спортивным комплексом «Арена» заменили использовавшиеся до этого деревянные шпалы с подошвой, облицованной слоем пробковой резины толщиной 20 мм, на бетонные шпалы с виброизолирующей облицовкой подошвы. Применение такого слоя сообщает пути определенную упругость и предотвращает распространение вибраций на близлежащие строения. После завершения работ инженерное бюро DeltaRail провело измерения вибраций и сравнило с результатами, полученными до реконструкции пути.

Реконструированный участок пути находится на двухпутной линии Stour Valley, идущей от вокзала Бирмингем-Нью-Стрит в направлении Вулвергемптона. Над трассой тоннеля, длина которого составляет 161 м, расположены Центр международных конвенций, концертный зал Симфони-холл и крытый национальный спортивный комплекс «Арена». Тоннель проходит на глубине около 25 м в песчанниковых породах. Его внутренняя отделка по всей длине выполнена кирпичной кладкой.

На участке обращается подвижной состав разных типов. Для сравнения уровней вызываемых вибраций измерения проводились при прохождении дизель- и электропоездов, а также поездов Pendolino серии 390. Допустимая скорость на этом участке составляет 64 км/ч. В ходе работ, проведенных 24 и 25 января 2010 г., путь был полностью реконструирован: кроме шпал, были заменены рельсы, подкладки и щебеночный балласт.

Сравнение упругой облицовки основания шпал

Применявшийся ранее для облицовки слой пробковой резины толщиной 20 мм изолировали от балласта с помощью геотекстиля. Этот защитный слой из геотекстиля

доходил до кромок шпал и крепился там к деревянной шпале с помощью скоб. Таким образом, геотекстиль служил также для дополнительного крепления облицовочного слоя к деревянной шпале. При проведении работ по реконструкции пути было обнаружено, что на некоторых шпалах это дополнительное крепление было нарушено, в результате чего балласт попал между защитным слоем геотекстиля и облицовочным слоем шпальной подошвы, вызвав повреждение слоя пробковой резины.

Деревянные шпалы с таким слоем находились в эксплуатации с 1991 г. и в ходе реконструкции

были заменены бетонными шпалами со слоем полиуретана толщиной 10 мм на подошве (рис. 1). Этот упругий материал компании Getzner имеет фирменное обозначение Sylomer SLS 1010 G. Его статическая жесткость, определенная по стандарту DIN 45673-1, составляет 0,1 Н/мм³. Упругий слой этого типа также защищен от повреждения балластом с помощью геотекстиля. Для лучшего крепления упругого слоя к бетонной шпале использовали пластмассовую сетку, вместе с которой упругий слой погружается в сырой бетон и затем закрепляется на подошве бетонной шпалы.

Методика измерения вибраций

Автоматическое измерительное устройство было установлено в металлическом шкафу, который был закреплен на высоте примерно 0,1 м на стенке тоннеля, рядом со спасательной нишей. При этом датчики

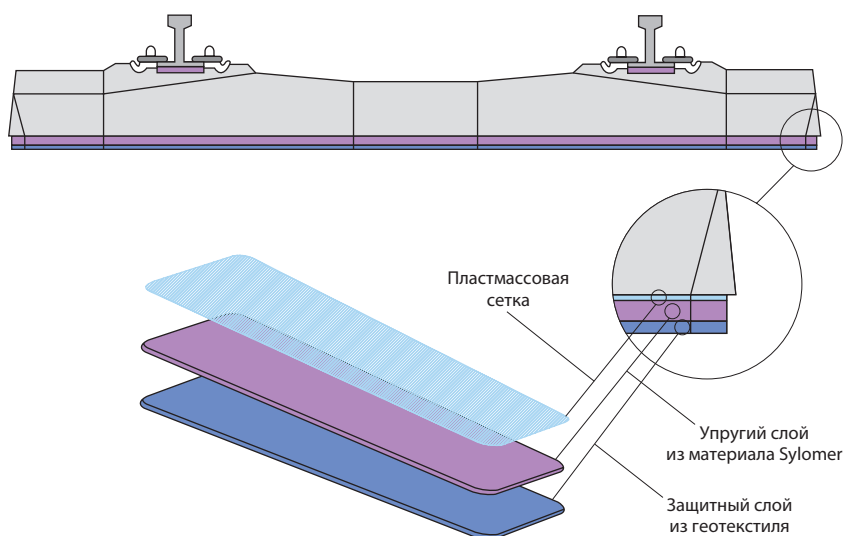


Рис. 1. Способ крепления упругого слоя Sylomer SLS 1010 G к подошве бетонной шпалы

Сравнение результатов измерения скорости

Категория поезда	Скорость движения, км/ч	
	До реконструкции	После реконструкции
Дизель-поезд серии 153	51	46
Дизель-поезд серии 220	39	49
Электропоезд серии 323	59	57
Электропоезд серии 350	50	46
Электропоезд серии 390	38	30

ускорения были установлены в вертикальном, поперечном и продольном направлениях к пути.

Блок управления, устройство оперативной регистрации данных и блок питания были размещены в нише. Для сравнения уровней вибрации до реконструкции и после нее были проведены измерения с целью получения референтных величин. Для этого 17 января 2010 г. измерительное устройство было установлено и включено, а к началу ремонтных работ, намеченному на 24 января 2010 г., выключено и демонтировано. Для того чтобы можно было проводить сравнительные измерения после реконструкции пути, потребовалось некоторое время для стабилизации его верхнего строения. В связи с этим измерения выполнили лишь через 10 недель после окончания работ, а именно 6 и 7 апреля 2010 г. С целью обеспечения корреляции результатов измерений с конкретными типами поездов регистрировали прохождение последних по тоннелю во время измерений. Дополнительное измерение времени прохождения поездов позволило точнее определить скорость их движения.

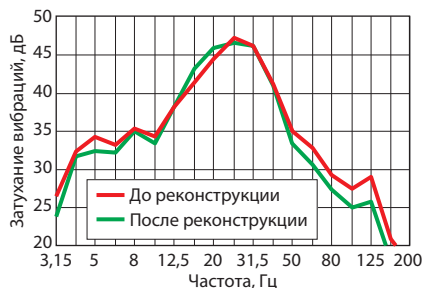


Рис. 2. Затухание вибраций, внесенное в результате реконструкции пути

Результаты

Измеренные ускорения послужили базой для расчета спектра колебаний. Полученные результаты показали, что доминирующими являются вертикальные ускорения. В связи с этим их приняли в качестве базы для сравнения. Большая часть энергии колебаний реализуется в диапазоне частот от 12,5 до 40 Гц. До реконструкции пики находились в районе частот 25 и 31,5 Гц. После реконструкции пути пики обнаружались на частотах 20, 25 и 31,5 Гц. Это указывает на некоторое смещение частотного спектра вниз.

По двум спектрам, снятым до реконструкции и после нее, можно рассчитать вносимое затухание.

Представленные на рис. 2 кривые характеризуют затухание вибраций, достигнутое в результате реконструкции пути. Кривые построены на базе усреднения результатов, полученных для поездов разных категорий.

Анализ результатов измерений показал, что явное снижение уровня вибраций было обнаружено на частотах ниже 6,3 и выше 40 Гц. При этом в диапазоне частот от 6,3 до 40 Гц изменений затухания практически не наблюдалось (см. рис. 2).

В ходе исследований измеряли также скорость движения поездов разных типов в тоннеле. Результаты измерения скорости до реконструкции пути и после нее сгруппировали по категориям поездов и представили в виде таблицы.

Поскольку жесткость пробковой резины, применявшейся на деревянных шпалах, неизвестна, эффективность использования облицовочного слоя из материала Sylomer определить было невозможно. Задача осложнялась тем, что верхнее строение пути претерпело такие фундаментальные изменения, как замена рельсов, подкладок, шпал и балласта.

Основная цель реконструкции состояла в том, чтобы избежать увеличения вибраций в близлежащих зданиях в результате замены деревянных шпал на жесткие железобетонные. Эта задача была решена, о чем свидетельствуют результаты проведенных измерений и выполненных на их базе расчетов.

По материалам компании Getzner Werkstoffe (<http://www.getzner.com>); Eisenbahningenieur, 2010, № 12, S. 38.

НОВОСТИ

Трамвай компании Stadler для Лондона

В рамках контракта с предприятием общественного транспорта Лондона Transport for London (TfL)

швейцарская компания Stadler Rail поставит городу шесть новых вагонов трамвая типа Variobahn. Для компании это первый заказ из Великобритании. Общая стоимость контракта составляет 18,5 млн евро.

Сочлененные пятисекционные вагоны длиной 32 м будут вводиться в обращение на маршрутах транспортной системы Tramlink в Кройдоне (южный пригород Лондона) начиная с весны 2012 г.