

НОВАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СХЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ВАГОНА МЕТРОПОЛИТЕНА

Р. В. РАХИМОВ, М. Б. БАЛТАЕВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Для разработки конструкции инновационного подвижного состава с наилучшими динамическими качествами и показателями воздействия его на железнодорожный путь на ряду с теоретическими методами предусмотрены экспериментальные способы, которые являются важнейшей составной частью научных исследований при проектировании и постройке единиц подвижного состава [1–3].

Согласно ГОСТ 34451–2018 [4] для определения динамических качеств моторвагонного подвижного состава (в нашем случае – вагона метрополитена) не приведены конкретные места для установки тензорезисторов, а описывается лишь требования к их установке:

- для показателя вертикальной динамики первой ступени рессорного подвешивания – на элементах тележки таким образом, чтобы максимально было исключено влияние на него горизонтальных сил;

- показателя вертикальной динамики второй ступени рессорного подвешивания – на элементах экипажной части таким образом, чтобы максимально было исключено влияние на него горизонтальных сил;

- показателя горизонтальной динамики – на элементах тележки таким образом, чтобы максимально было исключено влияние на него вертикальных и продольных сил.

Места установки тензорезисторов можно определить только при выполнении теоретических исследований или многочисленных экспериментов [5, 6].

Поскольку тележки пассажирских вагонов и вагонов метрополитена конструктивно схожи между собой, то возможно взять за основу представленную схему измерения для пассажирских вагонов локомотивной тяги согласно ГОСТ 33788–2016 [7].

Согласно действующему нормативному документу ГОСТ 33788–2016 для измерения вертикальной силы, с помощью которой определяется коэффициент динамической добавки обрессоренных частей тележки пассажирского вагона, два активных тензорезистора устанавливаются в средней части боковой продольной балки рамы тележки сверху и снизу.

Применение данной схемы измерения для вагона метрополитена затруднительно, поскольку исключается возможность симметричной установки тензорезисторов, так как верхняя и нижняя усиливающие накладки (косынки) приварены к раме по всему периметру и дополнительно над продольными балками, в том числе в средней части, посредством полностью проваренных по контуру отверстий, а с нижней части из-за наличия кронштейнов для закрепления гидравлического гасителя колебаний.

Учитывая вышеизложенное, для определения показателя вертикальной динамики первой ступени рессорного подвешивания вагона метрополитена требовалось найти места установки тензорезисторов на элементах тележки и способ обработки полученных сигналов, которые согласно ГОСТ 34451–2018 позволяют максимально исключить влияние на тележку горизонтальных сил.

Цель проведенных исследований – выбор мест расстановки тензорезисторов на элементах тележки и способа обработки полученных сигналов для определения показателей вертикальной и горизонтальной динамики вагона метрополитена.

На первом этапе исследований была разработана расчетная модель рамы тележки вагона метрополитена моделей 81-717/714, представляющая собой Н-образную цельносварную конструкцию, состоящую из двух продольных и двух поперечных балок, которые соединены встык с перекрытием места соединения усиливающими накладками.

На следующем этапе с применением метода конечных элементов проведены исследования нагруженности рамы тележки вагона метрополитена. В результате многовариантных расчетов были получены эпюры распределения напряжений на раме тележки при действии на нее вертикальных, продольных и боковых сил.

Анализ результатов расчетов и эпюр распределения напряжений на раме тележки показал, что наиболее перспективным является определение вертикальных и боковых сил, с помощью которых вычисляются показатели вертикальной и горизонтальной динамики вагона, по измерению нормальных напряжений (по продольной оси) с установкой четырех тензорезисторов с двух сторон на боковую продольную балку рамы тележки.

При этом для определения вертикальной силы, действующей на раму тележки, четыре тензорезистора необходимо соединить в полномостовую схему подключения, как показано на рисунке 1, а; для определения боковой сил – как показано на рисунке 1, б.

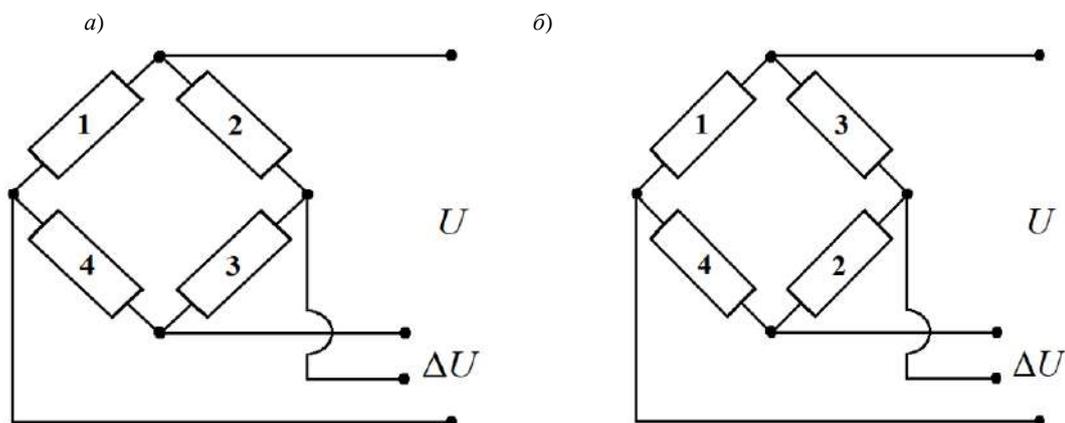


Рисунок 1 – Схемы соединения тензорезисторов для измерения вертикальной (а) и боковой (б) сил на раме тележки:

1–4 – номера тензорезисторов; U – напряжение измерительного моста; ΔU – изменение выходного напряжения измерительного моста

Чтобы применить данную схему расстановки тензорезисторов для одновременного измерения вертикальных и боковых сил, тензорезисторы целесообразно соединить в два полных моста с четырехпроводной схемой подключения.

Таким образом, новая измерительная схема при подключении тензорезисторов в два полных моста с четырехпроводной схемой соединения с дальнейшей обработкой сигналов способна обеспечить одновременное измерение вертикальных и боковых сил, действующих на раму тележки вагона метрополитена. Это дает возможность определить с достаточной точностью значения коэффициента вертикальной и горизонтальной динамики, сократить количество тензорезисторов для определения показателей динамических качеств вагона метрополитена при проведении ходовых динамических испытаний.

Список литературы

- 1 Анисимов, П. С. Испытания вагонов : [монография] / П. С. Анисимов. – М. : Маршрут, 2004. – 197 с.
- 2 Апробация нового метода измерения вертикальной нагрузки от колеса на рельс / Ю. П. Бороненко [и др.] // Транспорт Российской Федерации. – 2019. – № 1 (80). – С. 56–59.
- 3 Бороненко, Ю. П. Экспериментальное определение боковых нагрузок от взаимодействия колеса с рельсом / Ю. П. Бороненко, Р. В. Рахимов // Транспорт Российской Федерации. – 2019. – № 6 (85). – С. 50–53.
- 4 Бороненко, Ю. П. Разработка новых методов измерения вертикальных сил, действующих на боковую раму тележки от колесной пары при движении вагона / Ю. П. Бороненко, Р. В. Рахимов, А. В. Белянкин // Известия Петербургского университета путей сообщения. – СПб. : ПГУПС, 2020. – Вып. 1, т. 17. – С. 7–22.
- 5 Boronenko, Yu. P. Experimental determination of forces through measurements of strains in the side frame of the bogie / Yu. P. Boronenko, R. V. Rahimov // Transport problems. – 2021. – Vol. 16, is. 3. – P. 199–211.
- 6 ГОСТ 34451–2018. Моторвагонный подвижной состав. Методика динамико-прочностных испытаний. – Введ. 2019–01–12. – М. : Стандартинформ, 2019. – 26 с.
- 7 ГОСТ 33788–2016. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и динамические качества. Введ. 2017–05–01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 41 с.