

В.Ф. УШКАЛОВ, д-р техн. наук, чл.-корр. НАНУ, ИТМ НАНУ (Украина),
 Ю.С. РОМЕН, д-р техн. наук, ВНИИЖТ (Россия),
 А.В. ЗАВЕРТАЛЮК, канд. техн. наук, ВНИИЖТ (Россия),
 В.И. РУБАН, канд. техн. наук, ГосНИИВ (Россия)

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПРОДОЛЬНЫХ УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА БОКОВУЮ РАМУ ТЕЛЕЖКИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА, НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕГО ВЕРТИКАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ

Розглядається питання коректності повсюдно застосовуваних при проведенні динамічних випробувань вантажних вагонів тензометричних схем реєстрації коефіцієнта вертикальних динамічних добавок по необрессорених масах, при яких два тензорезистора, що наклеюються на верхню балку бічної рами, взаємно орієнтовані Т-образно або у вигляді хреста.

Рассматривается вопрос корректности повсеместно применяемых при проведении динамических испытаний грузовых вагонов тензометрических схем регистрации коэффициента вертикальных динамических добавок по необрессоренным массам, при которых наклеиваемые на верхнюю полку боковой рамы два тензорезистора взаимно ориентированы Т-образно или в виде креста.

Based on target-oriented dynamic tests of a freight car, it has been shown that the use of some strain measurement schemes for measuring the coefficients of unsprung-mass vertical dynamic additions results in very high errors. It is suggested to reject these schemes and to use other ones.

Динамические испытания являются одним из главных звеньев в экспериментальных и теоретических исследованиях, выполняемых с целью оценки ходовых качеств вагона и его взаимодействия с путём. Необходимым условием для объективного и качественного анализа результатов динамических испытаний является достоверность регистрируемых показателей. Поэтому весьма важной является методика выбора тензометрических схем, применяемых для измерения динамических показателей.

Оценку динамической нагруженности необрессоренных масс грузовых вагонов проводят по деформациям в раме тележки, которые возникают под действием сил взаимодействия колёсной пары и железнодорожного пути. Наиболее удобным местом для измерения изгибных деформаций боковой рамы тележки под действием вертикальных нагрузок является её верхняя часть. При этом в большинстве случаев используется способ, показанный на рис. 1, когда в сечении I-I два тензорезистора, активный – 1 и компенсационный – 2, наклеиваются на верхнюю наружную часть боковой рамы с ориентацией по отношению друг к другу Т-образно или в виде креста. Такой метод получил распространение вследствие минимальной трудоёмкости и дешевизны. Однако в этом случае измеряют не изгибные деформации конструкции в целом, а только растягивающие деформации

верхней полки рамы, полагая при этом, что основной причиной растяжения волокон верхней полки боковины являются деформации, вызванные действием вертикальных нагрузок.

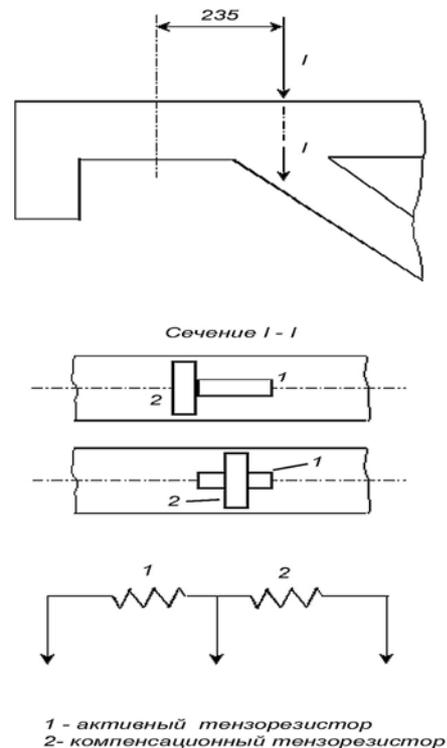


Рис. 1. Тензометрические схемы для измерения коэффициентов вертикальных динамических добавок по необрессоренным массам

Практика проведения испытаний, когда одновременно регистрировались динамические процессы, протекающие не только в вертикальной плоскости, но и в плане, показала существенное влияние на растягивающие деформации волокон верхней полки боковины продольных сил взаимодействия элементов тележки, возникающих при поворотах тележки относительно кузова, а также при торможении.

На рис. 2 приведены записи процессов прогибов рессорного подвешивания 1, деформации верхней полки боковой рамы 2, измеряемых по Т-образной схеме согласно рис. 1, и поворота тележки относительно кузова 3 при движении вагона с упруго-катковыми скользунками в переходной кривой (а) и в прямом участке пути (б) со скоростью 60 км/ч. Из приведенных осциллограмм видно, что записи деформаций коррелируются как с деформациями рессорного подвешивания, обуславливающими изгиб боковины в вертикальной плоскости, так и с поворотом тележки, который обуславливается продольными силами, вызывающими растягивающие напряжения в боковой раме.

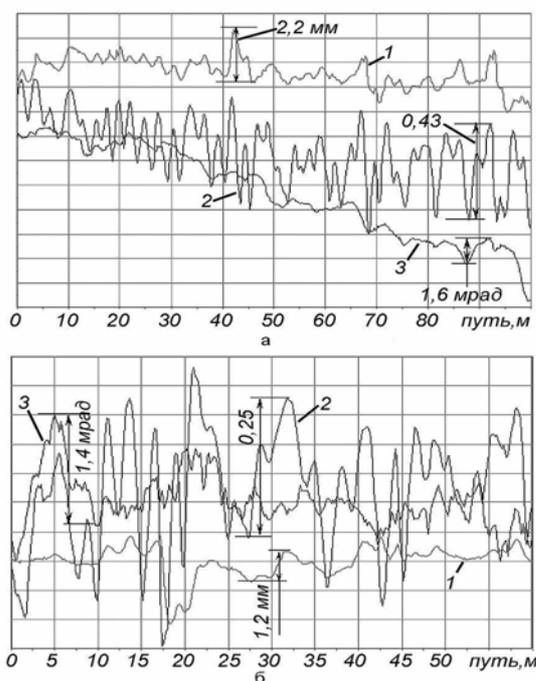


Рис. 2 - Вертикальные прогибы рессорных комплектов (1), коэффициенты вертикальных динамических добавок по необрессоренным массам (2), углы поворота тележки относительно кузова (3) при движении вагона с упруго-катковыми скользунками со скоростью 60 км/ч: а - на переходном участке кривой радиуса $R = 350$ м; б - на прямом участке пути

На рис. 3 приведены аналогичные осциллограммы для случая движения вагона с серийными скользунками со скоростью 60 км/ч. Влияние продольных сил взаимодействия на суммарные деформации растяжения верхней полки и, следовательно, на записи коэффициента вертикальной динамики необрессоренных масс отчётливо проявляется в случае движения по разнонаправленным кривым с одинаковым непогашенным ускорением.

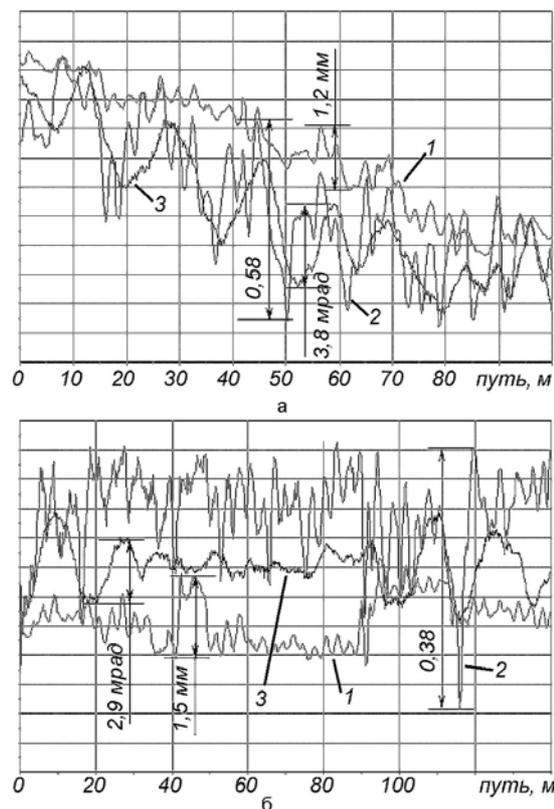


Рис. 3 - Вертикальные прогибы рессорных комплектов (1), коэффициенты вертикальных динамических добавок по необрессоренным массам (2), углы поворота тележки относительно кузова (3) при движении вагона с серийными скользунками со скоростью 60 км/ч: а - на переходном участке кривой радиуса $R = 350$ м; б - на прямом участке пути

При проезде вагона на стандартных тележках в грузённом состоянии по двум разнонаправленным кривым радиуса $R = 350$ м с непогашенным ускорением $a_{НП} = 0,7$ м/с² максимальные величины $K_{дб}$ (динамические вертикальные нагрузки на боковую раму) по одной стороне тележки составляли 0,61 и 0,38, при этом данный процесс $K_{дб}$ должен был иметь квазистатические составляющие противоположного знака, между тем на записях знаки их были одинаковыми; при максимальных величинах по двум кривым 4,1 мм и 3,4 мм процесс вертикальных

динамических прогибов рессорного комплекта по этой же стороне тележки имел квазистатические составляющие разных знаков. Как следует из результатов испытаний, погрешность в определении коэффициентов динамики по боковинам может превосходить 50%. Испытания вагонов в порожнем и гружёном состоянии показали, что влияние продольных сил на результаты измерений по схеме рис. 1 проявляется главным образом при движении вагонов в порожнем режиме, когда резко уменьшаются вертикальные статические и динамические нагрузки от кузова на тележку.

На основании вышеизложенного представляется целесообразным отказаться от применения в дальнейшем при регистрации $K_{дб}$ схем с Т-образной и крестообразной ориентацией тензорезисторов и использовать другие методы. Например, лучше применить подход (рис. 4, сечения II-II и III-III), при котором тензорезисторы наклеиваются в четырёх точках верхнего пояса

боковой рамы, что позволяет уменьшить влияние горизонтальных продольных усилий на записи вертикальных нагрузок.

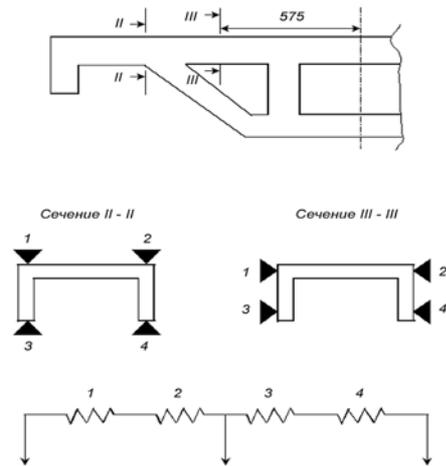


Рис. 4 - Тензометрические схемы для измерения коэффициентов вертикальных динамических добавок по необрессоренным массам