

УДК 629.4.023.2

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.139.2013.87131>

*Асн. А.А. Стецко*

*Postgraduate A.A. Stetsko*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА НА ТЕЛЕЖКАХ ТИПА Y25 ПУТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

## DETERMINATION OF CRITICAL RATE FREIGHT WAGONS ON A TROLLEY Y25 BY TYPE OF COMPUTER SIMULATION

*Представил д-р техн. наук, профессор И.Э. Мартынов*

По нормативным документам, которые регламентируют процедуры допуска к эксплуатации грузовых вагонов колеи 1520 мм по показателям их динамических качеств, как изготовленные, так и модернизированные вагоны должны подвергаться испытаниям почти одинакового объема. По отношению к вагонам с модернизированными ходовыми частями такой подход нельзя считать рациональным.

Согласно европейским нормам применяются два метода измерения величин, на основании которых оцениваются динамические качества подвижного состава: нормальный и упрощенный. При нормальном методе для оценки обеспеченности безопасности движения рельсовых экипажей нового типа измеряют силы взаимодействия колес и рельсов (боковая  $Y$  и вертикальная  $Q$  составляющие). Кроме того, измеряются боковые и вертикальные ускорения кузова над тележками, а также боковые ускорения на концах рам тележек.

При упрощенном методе, который применяется в случаях, когда испытаниям подвергаются модифицированные вагоны, или когда изменяются условия их эксплуатации, ограничиваются измерением только боковых сил  $H$  между колесной парой и рамой тележки, т.е. буксовых сил (вместо сил взаимодействия колес и рельсов) или ускорения кузова и ходовых частей в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Идея заключается в измерении и регистрации ускорений кузова (пятников) вагона. По экспериментальным данным, полученным в узких диапазонах скоростей движения, уточняется базовая имитационная математическая модель, и далее, путем компьютерного моделирования, определяется весь спектр нормативных показателей, необходимых для полной оценки ходовых динамических качеств исследуемого вагона. В отличие от полномасштабных полигонных ходовых динамических испытаний подвижного состава, которые проводятся, как правило,

на специально отведенных участках железнодорожного пути с фиксированными характеристиками и техническим состоянием, испытания в условиях эксплуатации проводятся на разнородных по конструкции и состоянию участках пути. Полученная при этом информация дает достоверное и достаточно полное представление о динамических характеристиках вагонов в реальных условиях эксплуатации.

В рамках методики проведение натурных испытаний ориентировано на получение статистически достаточных оценок ускорений пятников, как величин наиболее чувствительных к условиям взаимодействия подвижного состава и пути, а также к режимам движения поездов. При опытных поездках запись динамических процессов осуществляется с привязкой к плану пути, скорости и режиму движения поезда.

Так, использование тележки типа Y25 на территории стран СНГ в системе интермодальных и интероперабельных перевозок является достаточно перспективным. Поэтому для расчетов была выбрана фитинговая платформа для большегрузных контейнеров модели 13-7024.

Для исследования динамических качеств создана компьютерная модель вагона на тележках Y25. Объект «Вагон» состоит из одного тела «Кузов» и двух включённых подсистем «Тележка», которая образована телом «Рама», двумя подсистемами «Колесная пара с буксами», двумя телами «Скользун», четырьмя телами «Стакан опорный» и четырьмя телами «Толкатель». Связь между элементами подсистемы «Тележка» представлена восемью билинейными пружинами буксового подвешивания, четырьмя пружинами скользуна, восемью держателями [1] (рис. 1).

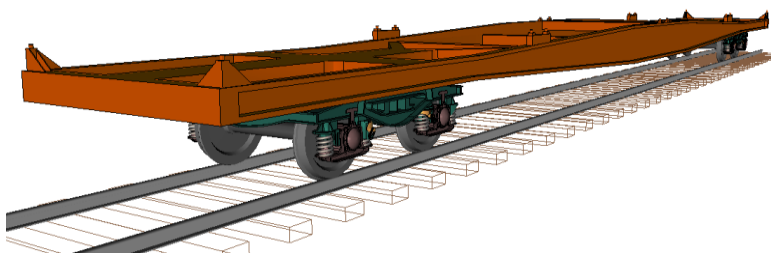


Рис. 1. Общий вид модели вагона

Так было проведено моделирование динамики вагона по упрощенной методике. На рис. 2-9 приведены графики зави-

симостей СКО (RMS) исходных величин от скорости движения вагона [2, 3].

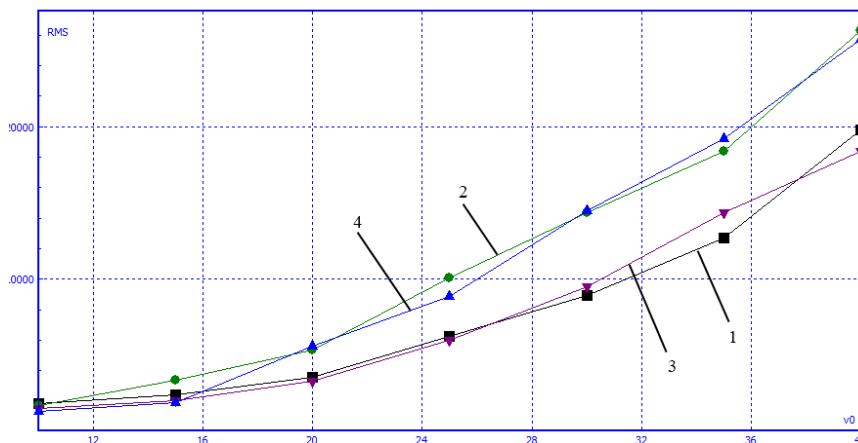


Рис. 2. Рамные силы: 1, 2, 3, 4 – номера колесных пар

Из графика видно, что гранично допустимые рамные силы достигаются при  $V = 21$  м/с.

Уровень сил взаимодействия колес и рельсов на путях колеи 1520 мм не

нормируется. Поэтому приходится ограничиваться качественной оценкой зависимостей, графики которых приведены на рис. 3 и 4.

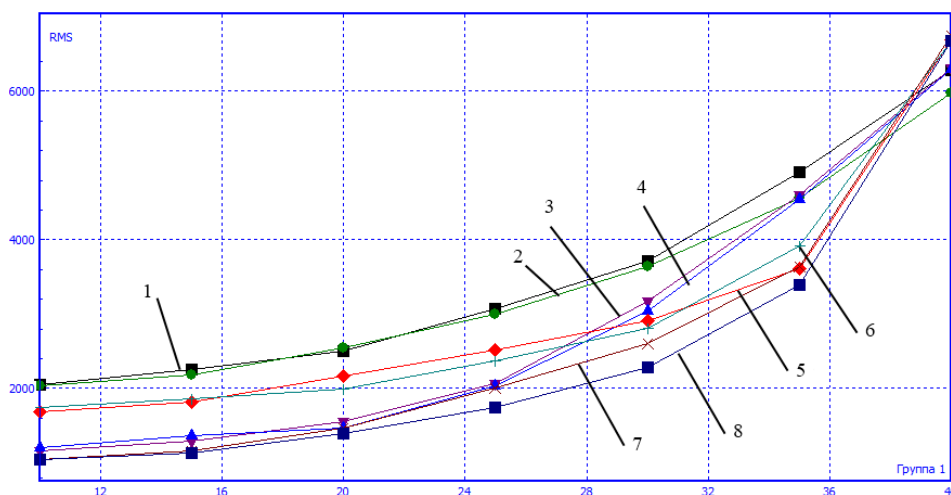


Рис. 3. Горизонтальные силы взаимодействия колес и рельсов: 1...8 – номера колес

Из графика видно, что большим уровнем боковых сил отличается первая колесная пара до скорости движения 35 м/с.

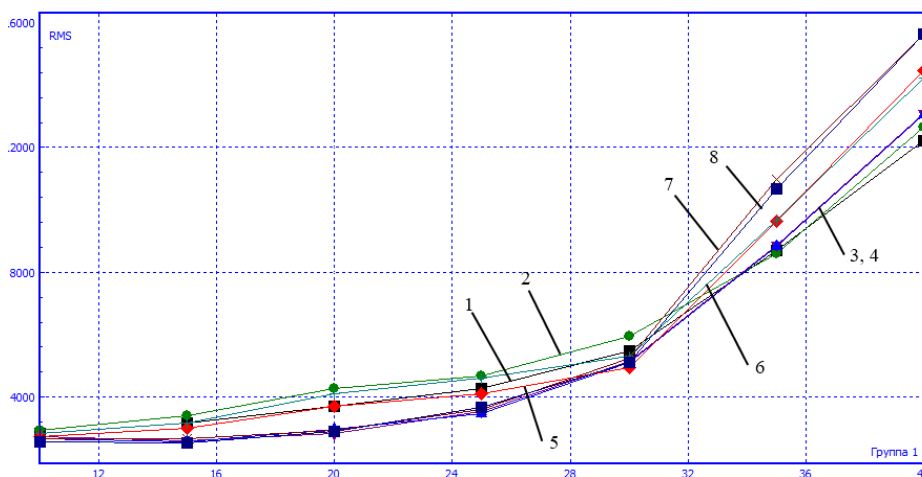


Рис. 4. Вертикальные силы взаимодействия колес и рельсов: 1...8 – номера колес

Вертикальные силы взаимодействия можно оценить как отличные в скоростном диапазоне до 35 м/с включительно. Тем не

менее, наблюдается ускорение темпа нарастания этих сил с увеличением скорости движения после 30 м/с.

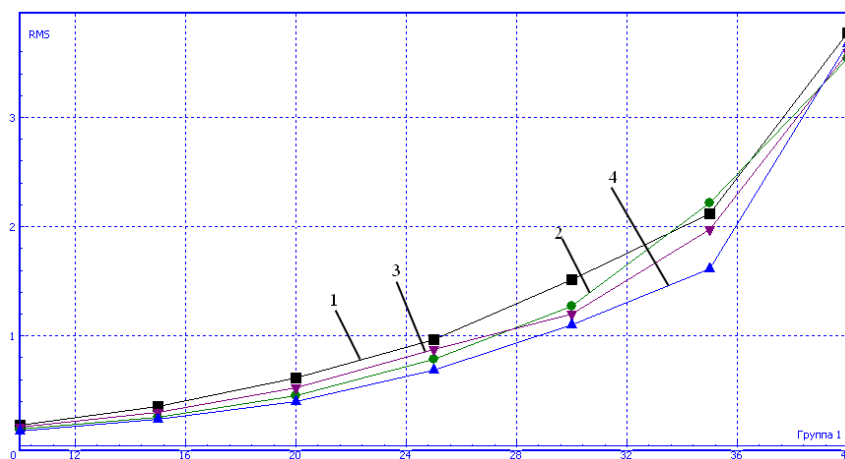


Рис. 5. Горизонтальные ускорения колесных пар: 1, 2, 3, 4 – номера колесных пар

По рассчитанным горизонтальным ускорениям колесных пар предельно допустимая скорость составляет около 32 м/с.

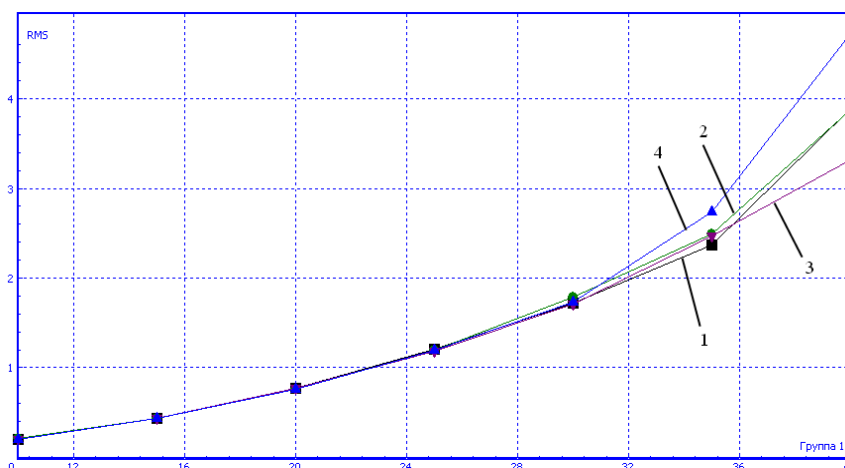


Рис. 6. Вертикальные ускорения колесных пар: 1, 2, 3, 4 – номера колесных пар

А по вертикальным ускорениям - 36 м/с.

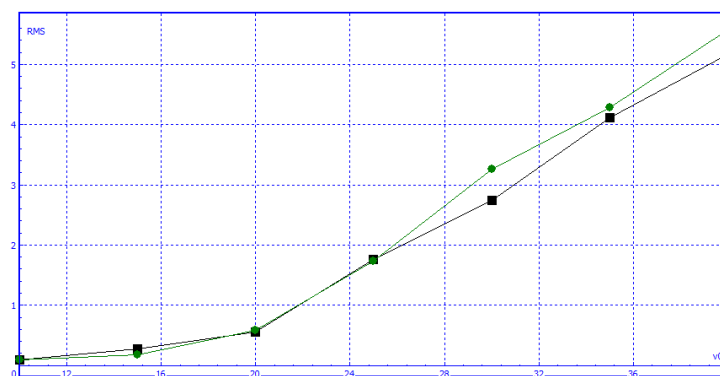


Рис. 7. Горизонтальные ускорения пятников (черная линия - первая тележка, зеленая - вторая)

Интенсивность подъема уровня ускорений заметно увеличивается при  $V > 20$  м/с. Причем по уровню ускорений

допустимая скорость движения вагона составляет 24 м/с.

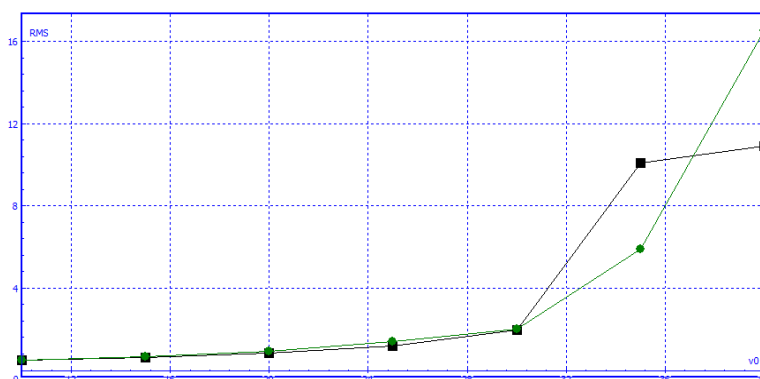


Рис. 8. Вертикальные ускорения пятников (черная линия - первая тележка, зеленая - вторая)

Уровень вертикальных ускорений пятников остается допустимым при скорости движения 30 м/с.

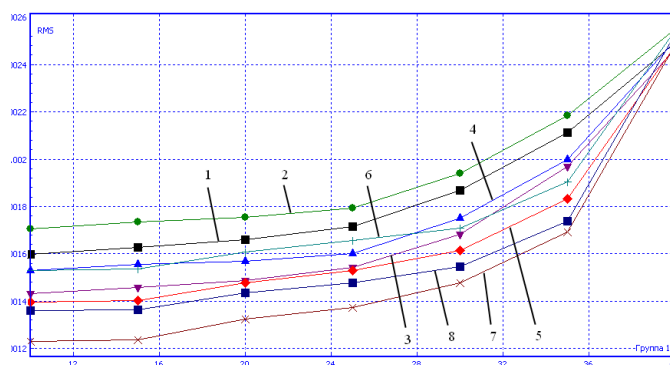


Рис. 9. Углы набегания колес на рельсы: 1...8 – номера колес

Величины углов набегания колес на рельсы, как и силы взаимодействия, также не нормируются на путях колеи 1520 мм. Как видно из графика, крупнейшими углами набегания отличаются колеса направляющей колесной пары.

За счет проведения анализа и оценки полученных путем моделирования динамических величин определялась критическая скорость вагона.

В этом исследовании критическая скорость порожнего грузового вагона на тележках типа Y25 составила 21 м/с (76,5 км/ч).

Эксплуатация тележек типа Y25 на путях колеи 1520 мм возможна при определении рациональных параметров рессорного подвешивания и устройств для опирания кузова вагона на тележки.

Разработанная компьютерная модель позволяет исследовать вынужденные пространственные колебания грузового вагона, варьировать основные геометрические и инерционные параметры, параметры пружинного подвешивания, а также параметры, характеризующие износ элементов ходовой части на базе полной параметризации модели.

***Список литературы***

1. Черняк, Г.Ю. Побудова комп'ютерної моделі європейського вантажного візка типу Y25 в програмному комплексі "Универсальный механизм" [Текст] / Г.Ю. Черняк, А.А. Стецько // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 123. – С. 147-152.
2. Нормы для расчёта и проектирования новых и модернизируемых железнодорожных транспортеров общего назначения колеи 1520 мм [Текст]. – М.: ВНИИВ-ВНИИЖТ, 1988. – 136 с.
3. UIC Code 518. Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour – Safety – Track fatigue – Ride quality.

**Ключевые слова:** безперегрузочные перевозки, тележка типа Y25, раздвижные колёсные пары, моделирование движения.

***Аннотации***

Наведено результати моделювання руху вантажного вагона на візках типу Y25 по шляхах колії 1520 мм в програмному комплексі "Универсальный механизм".

Приведены результаты моделирования движения грузового вагона на тележках типа Y25 по путям колеи 1520 мм в программном комплексе "Универсальный механизм".

This paper presents the results of modeling the movement of freight cars at Y25 bogies type of path of 1520 mm in the software package "Universal Mechanism".