

тронно-гидравлический вибратор – позволяют значительно повысить надежность работы шпало-подбивочной машины, снизить уровень шума и вибрации, а также существенно уменьшить эксплуатационные затраты.

УДК 629.46.015/.016:625.03

ОБ УСТАНОВЛЕНИИ ДОПУСКАЕМЫХ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ПОРОЖНИХ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ КОЛЕИ 1520 мм

Е. П. БЛОХИН, В. В. РЫБКИН

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна

В период с 1991 по 2002 годы ДИИТ силами лаборатории динамики и прочности подвижного состава, путеиспытательной и мостоиспытательной лабораторий выполнил цикл экспериментальных и теоретических исследований воздействия на путь порожних полувагонов. Поводом для таких исследований стали многочисленные сходы порожних вагонов. Первый полномасштабный эксперимент был проведен на Южно-Уральской дороге с длинносоставными поездами (300–400 осей), состоящими из порожних полувагонов.

Результаты проведенных исследований показали, что при движении таких поездов возникает угроза безопасности движения из-за схода колес при скоростях, превышающих 65 км/ч. Это связано с потерей устойчивости движения порожних вагонов, которая существенно зависит от их технического состояния и, в первую очередь, от износа поверхности катания колесных пар.

Теоретические расчеты, выполненные на разработанной ДИИТом модели, показали, что критическая скорость, определяющая потерю устойчивости движения для грузовых полувагонов на тележках ЦНИИ-ХЗ-О с неизношенными колесами, равна 100 км/ч. По мере износа колес критическая скорость уменьшается до 65 км/ч.

Выводы ДИИТа в те годы были подтверждены опытом эксплуатационной работы Южно-Уральской, Куйбышевской и Западно-Сибирской железных дорог, где до ввода ограничения скорости движения поездов, состоящих из порожних полувагонов, имели место сходы. После ввода ограничения скорости количество сходов резко сократилось.

В последующих работах была усовершенствована математическая модель колебаний четырехосного грузового вагона. Экипаж в ней рассматривается как система, состоящая из 11 твердых тел (кузова, двух надрессорных балок, четырех боковых рам тележек и четырех колесных пар) с жесткими и упруго-фрикционными связями между ними, движущаяся по инерционному упруговязкому пути. Число степеней свободы всех тел модели равняется 72. Модель вагона может двигаться по прямому участку пути, по круговой и переходной кривой, а также по пути с изолированными неровностями.

Виды и модели вагонов для теоретических исследований были выбраны на основании проведенного анализа конструкций вагонов, которые эксплуатируются в настоящее время на дорогах Укрзалізници. Из 260 моделей грузовых вагонов различных видов были выбраны следующие виды и модели вагонов: крытые вагоны моделей 11-217 и 11-280, полувагоны моделей 12-726 и 12-4004, цистерны моделей 15-884 и 15-1443, хоппера моделей 20-4015 и 20-480.

В таблице 1 приведены значения динамических показателей вагонов для установления допускаемых скоростей движения и их допустимые значения.

Таблица 1 – Динамические показатели для вагонов

Показатель	Допускаемое значение для вагона	
	груженого	порожного
Коэффициент вертикальной динамики по необрессоренной части вагона	0,8	0,85
Коэффициент горизонтальной динамики по необрессоренной части вагона	0,4	0,4
Коэффициент запаса устойчивости против вкатывания гребня колеса на рельс	1,3	1,3
Вертикальные ускорения пятников тележек	0,6	0,7
Горизонтальные ускорения пятников тележек	0,3	0,3

Проверка возможности использования для установления допускаемых скоростей движения грузовых вагонов разработанной математической модели была выполнена путем сравнения динамических показателей, полученных расчетным путем, с величинами этих же показателей, полученных в ходе экспериментальных исследований в условиях магистральных железных дорог Украины. Сравнение динамических показателей было проведено для четырехосного грузового полувагона на тележках ЦНИИ-ХЗ-О (груженого и порожнего) и порожних хоппера и цистерны. Динамические показатели определялись при движении вагонов по прямолинейному участку и кривым радиусом 300 и 600 м с использованием математической модели четырехосного грузового вагона.

Экспериментальные исследования проводились на различных участках Приднепровской железной дороги. Сравнительный анализ показал, что расчетные значения попадают в диапазон изменения опытных данных, что позволяет сделать вывод о приемлемом совпадении расчетных величин динамических показателей с данными, полученными в эксперименте. Это позволяет применить разработанную математическую модель для решения задачи определения допускаемых скоростей движения грузовых вагонов.

Сравнение результатов расчетов на модели показывает, что коэффициент вертикальной динамики у груженого и порожнего полувагонов отличается несущественно и не превышает допустимой величины. Коэффициент горизонтальной динамики у порожнего полувагона выше, чем у груженого, однако при скорости 90 км/ч он не превышает допустимой величины. Коэффициент запаса устойчивости против вкатывания гребня колеса на рельс у порожнего полувагона резко уменьшается по сравнению с груженым и на значительном протяжении пути опускается ниже допустимой величины. На основании приведенных результатов можно сделать вывод о том, что при скорости движения 90 км/ч устойчивость порожнего полувагона против вкатывания гребня колеса на рельс недостаточна.

В серии дальнейших расчетов дана оценка изменения указанных выше динамических показателей в зависимости от скорости движения.

Коэффициенты запаса устойчивости против вкатывания гребня колеса на рельс, у груженого полувагона при движении по прямой во всем диапазоне скоростей, установленных ПТ (до 90 км/ч), не опускается ниже 1,7. У порожнего полувагона коэффициент запаса устойчивости при движении по прямой со скоростью 68 км/ч становится ниже допустимого, что может привести к его сходу.

Полученные в теоретических расчетах выводы неоднократно подтверждались путепытательной лабораторией ДИИТа в ходе натурных экспериментальных исследований на Южно-Уральской (1991–1992 гг.) и на Львовской (2001 г.) дорогах. В данном случае коэффициент устойчивости рассчитывался как отношение горизонтальной поперечной силы, действующей на рельс, к вертикальному давлению на рельс в тот же момент времени. Допускаемое значение такого коэффициента принимается равным 0,8–1,0.

Приведенные выше результаты теоретических и экспериментальных исследований показывают, что при скоростях движения 70 км/ч и более движение порожних грузовых вагонов на тележках ЦНИИ-ХЗ-О становится неустойчивым, резко увеличиваются горизонтальные колебания, обездруживаются отдельные оси, что может привести к вкатыванию колес на головку рельса и сходу вагона. Особенно опасны повышенные амплитуды горизонтальных колебаний вагонов на мостах и самих пролетных строениях, что наблюдали в своих натурных измерениях сотрудники мостоиспытательной лаборатории ДИИТа.

По нашему мнению, причинами неустойчивого движения порожних вагонов при скоростях движения 70 км/ч и более являются как недостатки конструкции ходовых частей вагонов, так и их состояние. К такому же выводу пришли и другие исследователи.

На основании выполненных в рамках данной работы теоретических исследований и экспериментальных исследований было установлено, что скорость движения порожних грузовых вагонов на тележках ЦНИИ-ХЗ-О (а также их модификации 18-100) в прямых участках пути не должна превышать 65 км/ч.