

В.Н. Железняк¹, Л.В. Мартыненко¹, В.А. Иванова¹

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПУТИ И ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ПРИМЕРЕ СХОДА ВОСТОЧНОГО ПОЛИГОНА

Аннотация. Восточно-Сибирская железная дорога пролегает по территории 4-х субъектов страны в которых сложились сложные климатические условия. На данной железной дороге проходят Транссибирская и Байкало-Амурская магистрали. Длина эксплуатационной дороги федерального значения превышает 3800 км, это 4,5 % от всей сети железных дорог. При всём при этом имея сложный рельеф пути с разнообразными радиусами кривых грузонапряжённость возрастает с каждым годом на всей сети Восточно-Сибирской железной дороги. Для увеличения грузооборота составляют длинносоставные поезда, которые по статистическим данным, чаще всего, подвергаются сходу в совокупности с нарушением скоростного режима.

В связи с большим уровнем пропускной способности на Восточно-Сибирской железной дороге и с трудностью обеспечения бесперебойного пропуска существующих поездопотоков при больших объемах работ по санитованию пути, целесообразно для грузовых поездов предусматривать продольное усилие. Продольное усилие, полученное путём расчётов и для одного из сходов на участке пути Восточно-Сибирской железной дороге, выявило превышение максимально допустимых значений. Предложено аналитическое описание опытных данных предлагаемым выражением, которая удовлетворяет требованиям к достоверности результата, что имеет важное значение при рассмотрении норм продольных усилий. Определена критическая скорость порожнего вагона. Представлена зависимость скорости подвижного состава на величину продольных сил, действующих от рядом находящихся вагонов в составе.

Ключевые слова: продольное усилие, максимально допустимые значения, пропускная способность.

V.N. Zheleznyak¹, L.V. Martynenko¹, V.A. Ivanova¹

¹ Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

ESTIMATION OF TRACK AND ROLLING STOCK PARAMETERS ON THE EXAMPLE OF THE EASTERN POLYGON

Abstract. The East Siberian railway runs through the territory of 4 subjects of the country in which there are difficult climatic conditions. This railway carries the TRANS-Siberian and Baikal-Amur mainlines. The length of the operational road of Federal significance exceeds 3,800 km, which is 4.5 % of the entire railway network. At the same time, having a complex terrain of the track with various degrees of curves, the load increases every year on the entire network of the East Siberian railway. To increase cargo turnover, long-distance trains are made up, which, according to statistics, are most often subjected to a descent in conjunction with a violation of the speed limit.

Due to the high level of capacity on the East Siberian railway and the difficulty of ensuring uninterrupted passage of existing train flows with large volumes of work on track sanitization, it is advisable for freight trains to provide a longitudinal force. The longitudinal strength obtained by calculations and for one of the junctions on the track section of the East Siberian railway revealed an excess of the maximum permissible values. An analytical description of the experimental data is proposed by the proposed expression, which meets the requirements for the reliability of the result, which is important when considering the norms of longitudinal effort. The critical speed of an empty car is determined. The article presents the dependence of the speed of the rolling stock on the amount of longitudinal forces acting on nearby cars in the composition.

Keywords: longitudinal force, maximum permissible values, throughput

Введение

Характер движения подвижного состава, его скорость и ускорение существенно зависят от профиля пути. Продольные усилия в различных сечениях подвижного состава, напрямую не зависят от профиля пути при условии, что этот профиль не изменяется в пределах длины подвижного состава, а определяются лишь тяговыми силами, распределением масс и тормозных сил по его длине. При движении подвижного состава, который имеет профиль ломанной, ситуация существенно меняется.

Подвижной состав представляет собой сложную механическую систему, в которой возникают колебательные процессы, влияющие на динамику вагона. Вследствие взаимодействия пути и подвижного состава в системе «колесо-рельс» происходят необратимые процессы, связанные с неисправностями пути и подвижного состава, которые приводят к колебаниям вагона и распределяются на виды в зависимости от динамики движения: подпрыгивание, галопирование, поперечный относ, боковая качка (виляние), подергивание. Кроме перечисленных колебаний, кузов вагона совершает и другие виды колебаний, но они не оказывают существенного влияния на устойчивость грузов.

Колебания подпрыгивания, галопирования и боковая качка подвижного состава зависят от типа вагона (порожний, груженный или смешанный) от этого зависит нагрузка на рессорное подвешивание, момент инерции кузова и тележки.

Получение продольных усилий

Продольные силы в подвижном составе определяются внешними и инерционными силами, которые зависят от ускорений его масс. Перемещения отдельных масс вагонов малы и практически не влияют на силовые процессы в нём. Наибольшее продольное усилие достигается в голове подвижного состава. В остальных усилиях, линейно изменяясь, снижается до нуля в конце поезда.

Продольные нагрузки, представляют собой сжимающие и растягивающие ударно-тяговые силы, возникающие в подвижном составе при различных режимах движения. Значения продольных сил в совокупности с остальными, действующими на вагон нагрузками, принимаются, исходя из двух основных режимов работы вагона в эксплуатации:

I – трогание с места, осаживание или торможение поезда при малых скоростях движения, соударения вагонов при маневровой и сортировочной работе на станциях (продольная сила равна ± 2 МН);

III – движение поезда с наибольшей допускаемой скоростью (продольная сила равна ± 1 МН).

При торможении вагона возникают силы инерции и силы тормозной системы.

Выражение для продольных усилий в сечении поезда на расстоянии x от головы локомотива:

$$F(x) = \frac{m}{L}(L-x)(w_o^n + i_R + 10^3 a), \text{ кН} \quad (1)$$

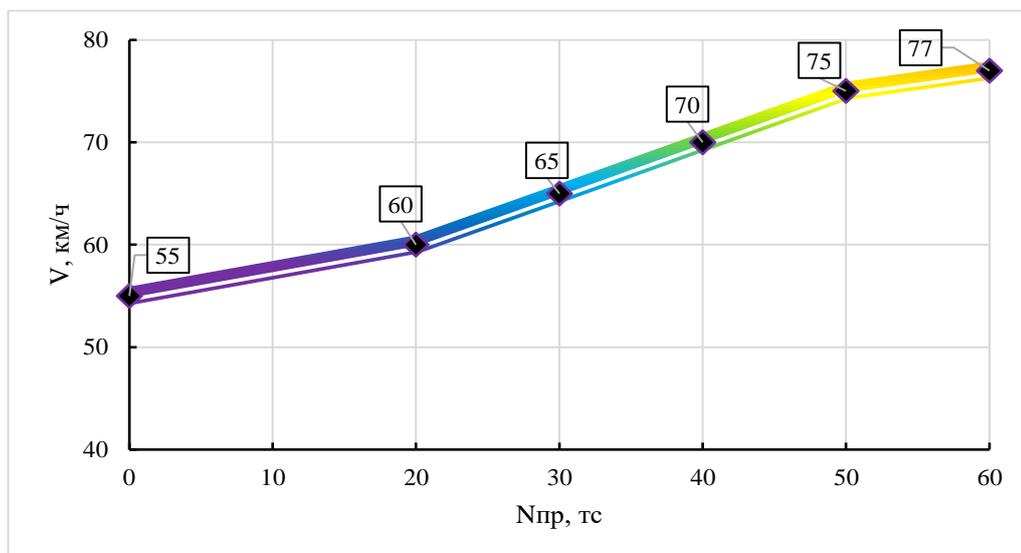


Рис. 1. Зависимость критической скорости от величины продольных сил

На рисунке 1 приведены результаты расчетов по определению критической скорости порожнего вагона (скорости начала виляния) в зависимости от величины продольных сил, действующих от соседних вагонов. Рассмотренная из графика зависимость плавно возраста-

ла, до скорости 75 км/ч, после чего достигло 77 км/ч, что явилось максимальной скоростью для данного схода вагона. При рассмотрении схода на участке Танхой-Кедровая в котором произошло выдавливание крытого порожнего вагона, весь подвижной состав состоял из 83 крытых порожних вагонов, что является длинносоставным составом. Было установлено, что при допустимой скорости на данном участке 80 км/ч, поезд следовал со скоростью 77 км/ч, что являлось нормой, но так как радиус кривой составлял 1070 м и расчетное продольное усилие составило 497 кН произошло выдавливания 34-го вагона.

Заключение

Посчитано продольное усилие, равное 497,45 кН, в прямых участках пути с радиусами кривых более 600 м опасной по потере устойчивости порожних грузовых вагонов следует считать величину продольной сжимающей силы 30 тс или 300 кН, которая считается максимально безопасным для порожнего состава. В данном сходе продольное усилие превысило максимально допустимое значение, тем самым является одной из причин приводящая к раследованию схода вагонов. Продольное усилие вызвало колебания такие как: подпрыгивание, галопирование, поперечный относ, боковая качка (виляние), подергивание. Помимо перечисленных видов колебаний в ходе схода подвижного состава были выявлены дефекты пути, а именно: сужение, перекося и уширение колеи. Также был выявлен дефект у сошедшего вагона, а именно: разница высот у трех рессорных пружин сошедшей первой по ходу тележки: 8-8,5мм и разница диаметров витков рессорных пружин. При совокупности неисправностей пути и подвижного состава, а также нарушения скоростного режима, привело к ремонту данного участка пути.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмежданов Р.А. и др.; под ред. Криворудченко В.Ф. Техническая диагностика вагонов [Текст] : учебник для студентов, обучающихся по специальности 190300.65 "Подвижной состав железных дорог" ВПО : в 2 ч. Москва : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013
2. Быков Б.В. Конструкция тележек грузовых и пассажирских вагонов: Иллюстрированное учебное пособие.: Маршрут, 2004. – 36 с.
3. Вершинский С.В., Данилов В.Н., Хусидов В.Д. Динамика вагона изд.3 1991. С. 360.
4. Герасимов В. С., Скиба И. Ф., Кернич Б. М. и др.; Под ред. Герасимова В. С. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Транспорт/, Технология вагоностроения и ремонта вагонов: Учебник для вузов, 1988. – 381 с.
5. Иванова В.Ю. МДК 02.01 Организация работы и управление подразделением организации (вагоны) (раздел 3) (тема 3.3): фонд оценочных средств / В.Ю. Иванова. – Москва: УМЦ ЖДТ, 2020. – 40 с.
6. Инструкция по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрику вагонов) № 808-2017-ПКБ-ЦТ.
7. Карпущенко Н.И., Величко Д.В., Бобовникова Н.А. Текст научной статьи по специальности «Механика и машиностроение» Влияние ширины колеи и состояния ходовых частей подвижного состава на интенсивность износов.
8. Лукин В.В., Анисимов П.С., Федосеев Ю.П. Вагоны. Общий курс, Москва 2004.
9. Ромен Ю.С., Мугинштейн Л.А., Неверова Л.И. Текст научной статьи по специальности «Механика и машиностроение» Влияние продольных сил в поездах на опасность схода вагона в зависимости от их загрузки.
10. Шадур Л.А.(ред.) Вагоны. Конструкция, теория и расчет. 3-е изд., переработано и доп. М.: Транспорт, 1980. С. 439.

REFERENCES

1. Akhmezhdanov R. A. et al.; ed. Krivorudchenko V. F. Technical diagnostics of VA-gons [Text]: textbook for students studying in the specialty 190300.65 "Rolling stock of Railways" VPO: in 2 hours Moscow: Training and methodological center for education in railway transport, 2013
2. Bykov B. V. Design of bogies of cargo and passenger cars: an Illustrated textbook.: Route, 2004. - 36 p.
3. Vershinsky S. V., Danilov V. N., Khusidov V. D. Dynamics of the car ed. 3 1991. P. 360.
4. Gerasimov V. S., Skiba I. F., Kernich B. M. et al.; Ed. Gerasimova V. S.-2nd ed., pererab. and add. - M.: Transport/, Technology of car building and repair of cars: Textbook for universities, 1988-381 p.
5. Ivanova, V. Yu. MDK 02.01 Organization of work and management of the organization's subdivision (wagons) (section 3) (topic 3.3): Fund of evaluation funds / V. Yu.Ivanova. - Moscow: UMTS ZHDT, 2020. - 40 p.
6. instruction on maintenance of cars in operation (instruction to the inspector of cars) no. 808-2017-PKB-CT.
7. Karpushchenko N. I., Velichko D. V., Bobovnikova N. A. Text of a scientific article on the specialty "Mechanics and mechanical engineering" Influence of the track width and the state of running parts of rolling stock on the wear rate.
8. Lukin V. V., Anisimov P. S., Fedoseev Yu. P. Wagons. General course, Moscow 2004.
9. Romen Yu. S., Muginstein L. A., Neverova L. I. Text of a scientific article on the specialty "Mechanics and mechanical engineering" Influence of longitudinal forces in trains on the danger of car derailment depending on their loading.
10. Shadur L. A. (ed.) Vans. Construction, theory and calculation. 3rd ed., revised and add-ed. M.: Transport, 1980. P. 439.

Информация об авторах

Железняк Василий Никитович – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск e-mail: zheleznyak_vn@irgups.ru

Мартыненко Любовь Викторовна – старший преподаватель кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: liuba.martinenko@yandex.ru

Иванова Вероника Андреевна – студентка группы ЭТТп.1-16-1, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: ivanova-veronika-98@mail.ru

Authors

Zheleznyak Vasily Nikitovich – candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department Wagons and wagon facilities, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: zheleznyak_vn@irgups.ru

Martynenko Lyubov Viktorovna – Postgraduate Student, Department of Wagons and Wagon Economy, Irkutsk State Transport University, Irkutsk e-mail: liuba.martinenko@yandex.ru

Ivanova Veronika Andreevna – student of OTT group 1-16-1, Irkutsk state University of railway transport, Irkutsk, e-mail: ivanova-veronika-98@mail.ru

Для цитирования

Железняк В.Н. Оценка параметров пути и подвижного состава на примере схода восточного полигона [Электронный ресурс] / В.Н. Железняк, Л.В. Мартыненко, В.И. Иванова // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2020. – №2(8). – Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/28-20>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 13.07.2020)

For citation

Zheleznyak V.N. Estimation of track and rolling stock parameters on the example of the eastern polygon [Electronic resource] / V.N. Zheleznyak, L.V. Martynenko, V.A. Ivanova // "Young science of Siberia": electron. scientific journal – 2020. – № 2(8). – Access mode: <http://mnv.irkups.ru/toma/28-20>, free. – Zagl. from the screen. – Yaz. Russian, English (date of the application 13.07.2020)