

В.Н. Железняк¹, Л.В. Мартыненко¹, А.О. Панфилова¹

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

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ «ВАГОН-ПУТЬ»

Аннотация. При изучении процессов взаимодействия вагонов и пути исследованы колебания и динамические силы, развивающиеся в единой динамической системе «вагон - путь». Отмечено, что динамическое воздействие подвижного состава на путь определяется сложными колебательными процессами, возникающими при движении. В динамике движения центра масс кузова, передней и задней тележек, рассматривают отдельно вид движения–перемещения и вид движения–вращения. Таким образом, каждый центр масс имеет как минимум шесть видов подвижности. Общее количество подвижности четырёхосного грузового вагона имеет 180-220 степеней свободы. При движении вагона в кривых участках пути требуется соблюдение расчётных параметров скорости, при которых непогашенное ускорение не более $0,3 \text{ м/с}^2$ обеспечивают общую безопасность движения. Кроме всего в наших исследованиях, выявлено, что просадки пути являются опасными факторами, которые создают условия для сходов. Совокупность передаваемых на путь сил приводит к появлению расстройств и неисправностей пути.

Приведён график распределения процента неисправностей пути в зависимости от рода шпал. Исходя из данных, полученных с помощью анализа статистики сходов вагонов на сложных участках ВСЖД, видно, что большую часть остальных неисправностей пути занимает просадка рельсовых нитей. Таким образом, остаточные деформации балласта являются главной причиной всех видов расстройств пути. Накоплению их способствует вибрационный характер воздействия на путь движущихся поездов.

Ключевые слова: динамическое воздействие, остаточные деформации, неисправности пути, просадка.

V.N. Zheleznyak¹, L.V. Martynenko¹, A.O. Panfilova¹

¹Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

FEATURES OF INTERACTION OF ELEMENTS IN THE DYNAMIC SYSTEM "WAGON-PATH"

Abstract. When studying the processes of interaction between cars and tracks, vibrations and dynamic forces that develop in a single dynamic system "car - path" are studied. It is noted that the dynamic impact of rolling stock on the path is determined by complex oscillatory processes that occur during movement. Dynamic motion of the center of mass of the body, front and rear bogies, are considered separately movement type–movement and movement–rotation. Thus, each center of mass has at least six types of mobility. The total amount of mobility of a four-axle freight car has 180-220 degrees of freedom. When moving the car in curved sections of the track, it is necessary to observe the calculated speed parameters, at which the outstanding acceleration of no more than 0.3 m/s^2 ensures overall traffic safety. In addition, our research has revealed that drawdowns are dangerous factors that create conditions for gatherings. The combination of forces transmitted to the path leads to the appearance of path disorders and malfunctions.

The graph shows the distribution of the percentage of track failures depending on the type of sleepers. Based on the data obtained by analyzing the statistics of car derailments on complex sections of the VSZHD, it can be seen that most of the other track failures are caused by the drawdown of rail threads. Thus, residual deformations of the ballast are the main cause of all types of path disorders. Their accumulation is facilitated by the vibrational nature of the impact on the path of moving trains.

Keywords: dynamic impact, residual deformations, path faults, drawdown.

Введение

Структурные транспортные предприятия являются основным звеном по перевозке пассажиров и грузов, важнейшим из которых является железнодорожный транспорт. Два основных вида перевозок, из которых 67% процентов это грузооборот, а 33% пассажиропоток.

Обеспечение безопасности движения подвижного состава является основным условием нормальной работы ОАО «РЖД». Безопасность движения зависит от взаимодействия системы

«колесо-рельс» и режима ведения подвижного состава. В этой системе происходят основные процессы, влияющие на динамику подвижного состава.

В связи с увеличением грузооборота, увеличилась нагрузка на путь и подвижной состав, вследствие этого возникли технические неисправности вагона и пути, а также выявились нарушения скоростного режима. Нарушения содержания пути и неисправности вагона влияют на динамику движения подвижного состава. Наиболее часто встречаются нарушения безопасности движения от текущего содержания вагонов, неисправностей пути и отклонения в плане, которые приводят к вкатыванию гребня колеса на головку рельса в прямых и, особенно, в кривых и переходных кривых.

При изучении процессов взаимодействия вагонов и пути исследуются колебания, динамические силы, развивающиеся в единой динамической системе «вагон—путь». Механические процессы, происходящие в подвижном составе и в железнодорожном пути, воздействуют друг на друга. При этом подвижной состав и путь рассматриваются как элементы единой механической системы («колесо - рельс»).

В общем случае взаимодействие пути и подвижного состава определяется особенностями конструкций ходовых частей подвижного состава и рельсовой колеи, а также качеством технического содержания локомотивов, вагонов и пути. Динамическое воздействие подвижного состава на путь определяется сложными колебательными процессами, возникающими при движении. Они обусловлены наличием различных неровностей на поверхностях соприкасания колес с рельсами, упругой деформируемостью пути, рессор и других элементов ходовых частей.

При движении поезда на рельсы действуют и переменные горизонтальные поперечные силы: рамное давление (силы, действующие на кузов и передаваемые через раму на колесные пары), а также боковое давление, вызванное поворотом состава в кривых (вписывание подвижного состава в кривые). Рельсы воспринимают также и горизонтальные продольные силы (силы угона, торможения и продольные усилия от действия температуры). Вместе с рельсами напряженно работают промежуточные и стыковые скрепления, шпалы, балластный слой, стрелочные переводы, земляное полотно.

С каждым проходящим по пути колесом подвижного состава усиливается как процесс старения пути и изменения положения рельсовых нитей, так и интенсивность этого процесса. Упругие деформации после снятия нагрузки (после прохода поезда) исчезают. Под давлением колеса рельс прогнется, но после прохода колеса он примет прежнее положение. Другая часть деформаций – остаточные – при снятии нагрузки полностью не исчезают. Например, смятие концов рельсов не исчезает, а наоборот, постепенно накапливается. Увеличивается также износ и по длине рельсов.

Таким образом, остаточные деформации элементов верхнего строения пути постепенно накапливаются под воздействием движущихся колес. Интенсивность нарастания определяется грузонапряженностью линии и скоростями движения поездов. Остаточные деформации пути малы по сравнению с другими деформациями. Однако, постепенно когда они накапливаются, то достигают значительных величин. Например, происходит изгиб рельса. Те же нагрузки, которые вызывают этот прогиб, приводят к износу, расплющиванию рельсов. Шпалы упруго проседают в балласте и изгибаются.

Исходя из данных, полученных с помощью анализа статистики сходов вагонов на сложных участках ВСЖД (рис. 1), видно, что большую часть от всех выявленных неисправностей занимает просадка рельсовых нитей на деревянных шпалах.

Стоит отметить, что осадки пути неодинаковы под разными шпалами. Это приводит к образованию неровностей на пути: перекосов, просадок, потайных толчков, выплесков под шпалами.

Можно сказать, что остаточные деформации балласта являются главной причиной всех видов расстройств пути. Накоплению их способствует вибрационный характер воздействия на путь движущихся поездов. Совокупность передаваемых на путь сил приводит к появлению расстройств и неисправностей пути. Также помимо динамического воздействия подвижного

состава на путь существенное влияние на образование неровностей рельсовых нитей оказывает состояние земляного полотна.

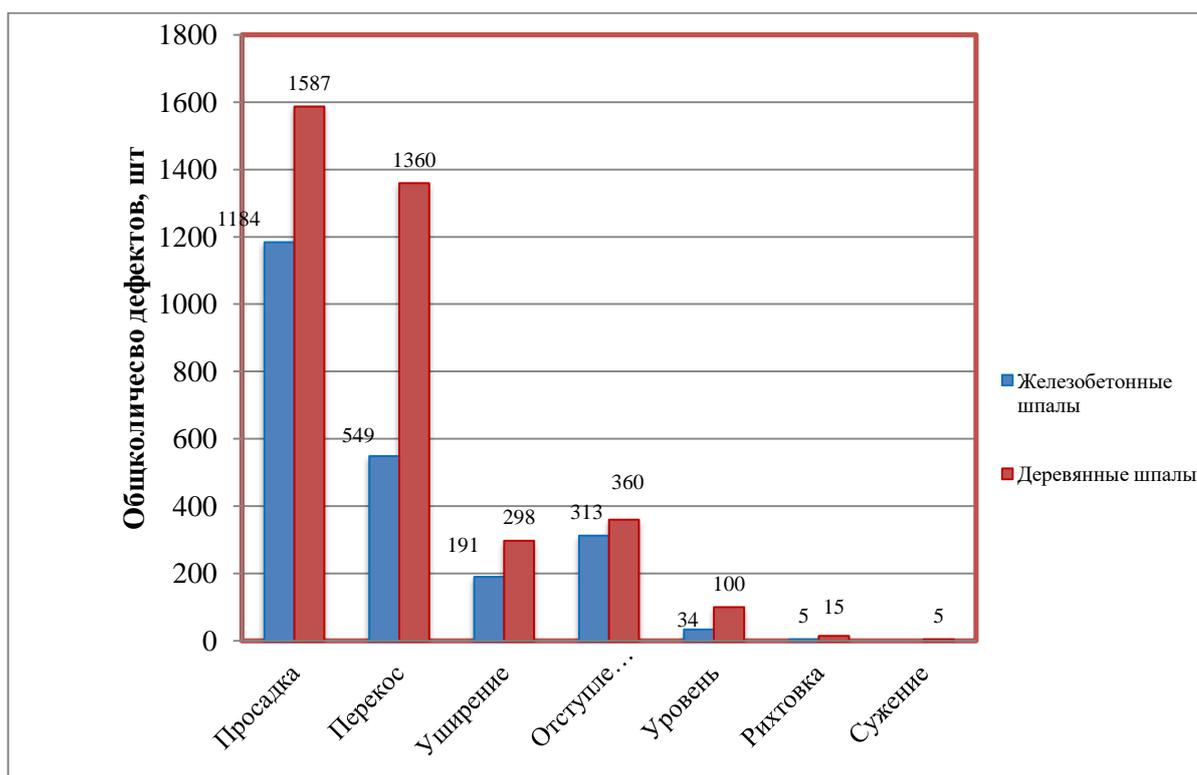


Рис. 1. График распределения процента неисправностей пути в зависимости от типа шпал

Заклучение

Обеспечение безопасности движения поездов, надежности работы вагонного парка и железнодорожного пути при условии максимальной производительности, минимальных затрат труда и энергетических ресурсов не может быть успешно осуществлено без знания процессов взаимодействия подвижного состава и пути которые в конечном итоге сводятся к взаимосвязанным колебаниям различных элементов вагонов и пути. В результате чего могут возникнуть значительные остаточные деформации пути, потеря устойчивости вагонов на рельсах, усталостные или хрупкие поломки отдельных элементов и деталей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь, 1987. С. 234.
2. Нагорная Ж.А. Текущее содержание пути, 2006. С.25.
3. Амелин С.В., Андреев Г.Е. Устройство и эксплуатация пути, 1986. С. 55-59.
4. Тихомиров В.И. Содержание и ремонт железнодорожного пути, 1969. С. 102-103.
5. Амелин С. В., Дановский Л.М. Путь и путевое хозяйство. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1972. С. 188.
6. Вершинский С.В., Данилов В.Н., Хусидов В.Д. Динамика вагона изд.3, 1991 С.25-26
7. Лукин В.В., Анисимов П.С., Федосеев Ю.П. Вагоны. Общий курс: учебник для вузов железнодорожного транспорта 2004. С.88-95.

REFERENCES

1. Shakhunyants G.M. Railway track, 1987.pp. 234.
2. Nagornaya Zh.A. The current content of the path, 2006. pp.25.
3. Amelin S.V., Andreev G.E. The device and operation of the track, 1986. pp. 55-59.
4. Tikhomirov V.I. Maintenance and repair of the railway track, 1969. pp. 102-103.

5. Amelin S.V., Danovsky L.M. Way and track facilities. Ed. 3rd, rev. and add. M., "Transport", 1972. pp. 188.
6. Vershinsky S.V., Danilov V.N., Khusidov V.D. Wagon Dynamics ed. 3, 1991 pp.25-26
7. Lukin V.V., Anisimov P.S., Fedoseev Yu.P. Wagons. General course: textbook for universities of railway transport 2004. pp.88-95.

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

Панфилова Алина Олеговна – студентка 5 курса кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: alina.panfilovalova@gmail.com

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

Panfilova Alina Olegovna – 5th year student of the department “Wagons and Wagon Economy”, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: alina.panfilovalova@gmail.com

Для цитирования

Железняк В.Н. Особенности взаимодействия узлов и деталей в системе «вагон-путь» [Электронный ресурс] / В.Н. Железняк, Л.В. Мартыненко, А.О. Панфилова // 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. Features of interaction of elements in the dynamic system "wagon-path" [Electronic resource] / V.N. Zheleznyak, L.V. Martynenko, A.O. Panfilova // "Young science of Siberia": electron. scientific journal – 2020. – № 2(8). – Access mode: <http://mnv.irgups.ru/toma/28-20>, free. – Zagl. from the screen. – Yaz. Russian, English (date of the application 13.07.2020)