

УДК 625.144.5

О.В. Лопатина¹, Н.В. Сидоров¹

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

ВЛИЯНИЕ НЕРОВНОСТЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ КОЛЕСА НА ХАРАКТЕР ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Аннотация. В статье раскрыто взаимодействие пути и подвижного состава в кривой. Программный комплекс «Универсальный механизм» позволяет исследовать механические процессы, происходящие в подвижном составе и в железнодорожном пути при воздействии их друг на друга.

В данной работе мы исследуем воздействия неровностей колесной пары на поверхности катания (ползун) на характер возникновения вертикальных динамических сил при движении подвижного состава в кривой. Исследование данного взаимодействия является основополагающим физическим процессом при движении вагонов, локомотивов и поездов по железным дорогам, так как во многом определяет такие важнейшие показатели, как ширина колеи, нагрузка на ось, статическая нагрузка вагонов, масса и скорость движения составов, а также безопасность движения поездов.

Ключевые слова: взаимодействие пути, механические процессы, нагрузка на ось.

O. V. Lopatina¹, N. V. Sidorov¹

¹ Irkutsk state University of railway engineering, Irkutsk, Russian Federation

THE IMPACT OF IRREGULARITIES ON THE RUNNING SURFACE OF THE WHEELS TO THE NATURE OF THE OCCURRENCE OF VERTICAL DYNAMIC FORCES DURING THE MOVEMENT OF ROLLING STOCK

Annotation. The article reveals the interaction of the track and rolling stock in the curve. The program complex "Universal mechanism" allows to investigate the mechanical processes occurring in the rolling stock and in the railway track under the influence of them on each other.

In this paper, we investigate the impact of wheel pair irregularities on the surface of the slide (slider) on the nature of the vertical dynamic forces in the movement of the rolling stock in the curve. The study of this interaction is a fundamental physical process in the movement of cars, locomotives and trains on Railways, as it largely determines such important indicators as track width, axle load, static load of cars, weight and speed of trains, as well as the safety of trains.

Keywords: interaction way and mechanical processes, the load per axle.

Введение

От колес подвижного состава на путь передается сложное силовое воздействие, которое можно разложить на вертикальные и горизонтальные (поперечные и продольные) составляющие: вертикальное давление, вызывающее осадку пути и изгиб рельсов. Боковое давление, стремящееся сдвинуть путь в сторону, и продольные силы – причина угона (продольного смещения) рельсошпальной решетки.

Вертикальное давление на рельс – это нормальные (перпендикулярные к поверхности) силы, которые через колеса подвижного состава передаются на рельсы. [1].

Нагрузка, передаваемая подвижным составом на рельсы при движении, называется динамической. Динамическое воздействие подвижного состава на путь определяется сложными колебательными процессами, возникающими при движении. Они обусловлены наличием различных неровностей на поверхностях соприкосновения колес с рельсами, упругой деформируемостью пути, рессор и других элементов ходовых частей, особым характером движения жестко соединенных между собой осей подвижного состава в рельсовой колее при изменяющейся по протяжению пути траектории движения подвижного состава.

При неровности на поверхности катания колеса увеличиваются вертикальные динамические силы при движении подвижного состава.

В связи возрастанием нагрузок возникает проблема роста интенсивности изнашивания пути и подвижного состава, что является проблемой на железной дороге.

С помощью программы «Универсальный механизм» мы моделируем неровности на поверхности катания колеса, которые влияют на характер возникновения вертикальных динамических сил при движении подвижного состава. [2].

В данной исследуемой работе, мы рассмотрели кривой участок пути со следующими данными:

Уклон местности $i = 1,2$

Длина круговой кривой (S) - 200 м

Радиус кривой – 1200 м

Скорость (V) – 90 км/ч

Длина прямого участка на подходе к кривой (L) – 20 м

Рассчитываем возвышение по формуле: [3],

$$h = \frac{12,5 \times V^2}{R}$$

Возвышение – 85 мм

Длину переходной кривой находим по формуле: [3],

$$l = \frac{h}{i}$$

Переходная кривая (P₁, P₂) – 80 м

В качестве неровности колеса, мы выбрали ползун.

Ползун – повреждение поверхности катания колёс подвижного состава, выражающееся в появлении на круговой поверхности катания плоского места. Наиболее распространённой причиной появления ползуна является блокирование колёс при движении ([юз](#)), что приводит к истиранию поверхности катания и образованию на ней плоского участка. На рис. 1 показано движения колеса с ползуном [4,5].

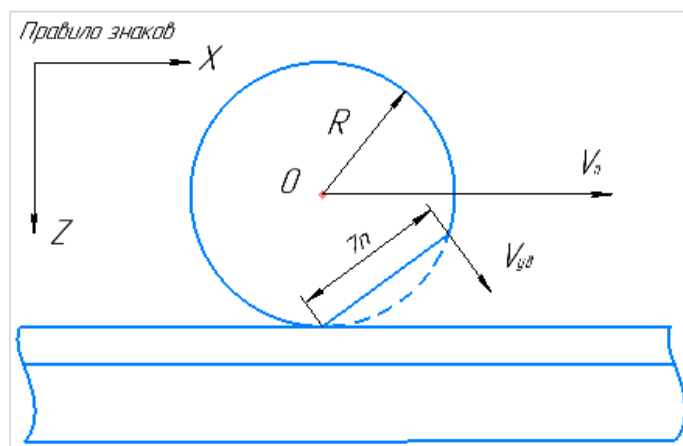


Рис 1. Расчетная схема движения по рельсу колеса с ползуном.

Согласно (ПТЭ) [5] при величине ползуна у вагонов, кроме моторного вагона моторвагонного подвижного состава, а также специального самоходного подвижного

состава, от 2 до 6 мм, у локомотива и моторного вагона моторвагонного подвижного состава от 1 до 2 мм допускается следование поезда до ближайшей станции со скоростью 15 км/ч, а при величине ползуна соответственно свыше 6 до 12 мм и свыше 2 до 4 мм - со скоростью 10 км/ч, где колесная пара должна быть заменена. При ползуне свыше 12 мм у вагона и тендера, свыше 4 мм у локомотива и моторного вагона моторвагонного подвижного состава разрешается следование со скоростью 10 км/ч при условии вывешивания или исключения возможности вращения колесной пары. Локомотив при этом должен быть отцеплен от поезда, тормозные цилиндры и тяговый электродвигатель (группа электродвигателей) поврежденной колесной пары отключены.

С помощью программы «Универсальный механизм» моделируем ситуацию прохода подвижного состава в кривой, при исправной колесной паре. График зависимости возникновения вертикальных динамических сил от колеса на рельс приведен на рисунке 2.

Максимальная вертикальная нагрузка, кН	
Правое колесо	Левое колесо
125,836	123,088

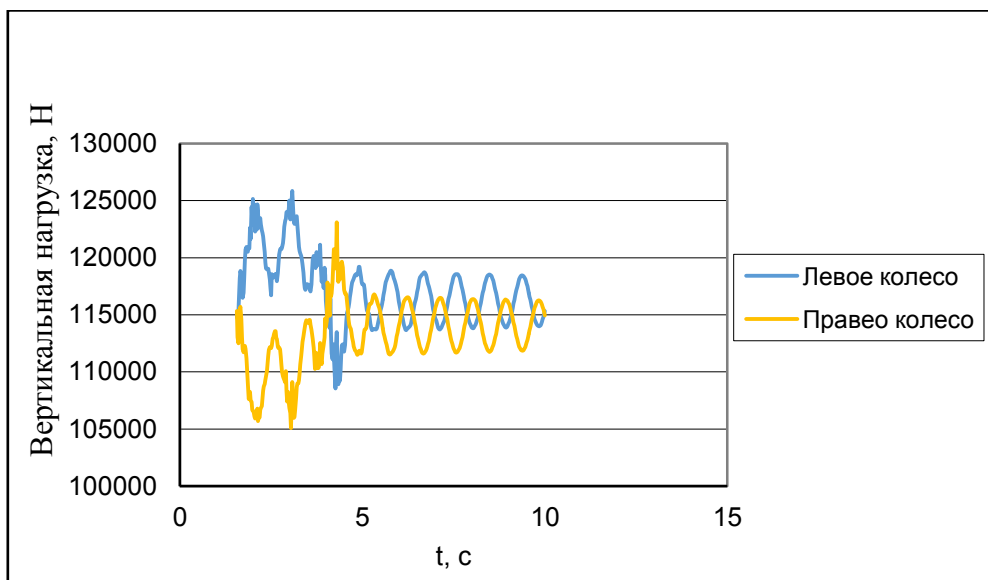


Рис.2 График зависимости возникновения вертикальных динамических сил от колеса на рельс.

Затем моделируем ситуацию, при размере ползуна на колесной паре 6 мм, показано на рисунке 3.

Максимальная вертикальная нагрузка, кН	
Правое колесо	Левое колесо
126,952	308,347

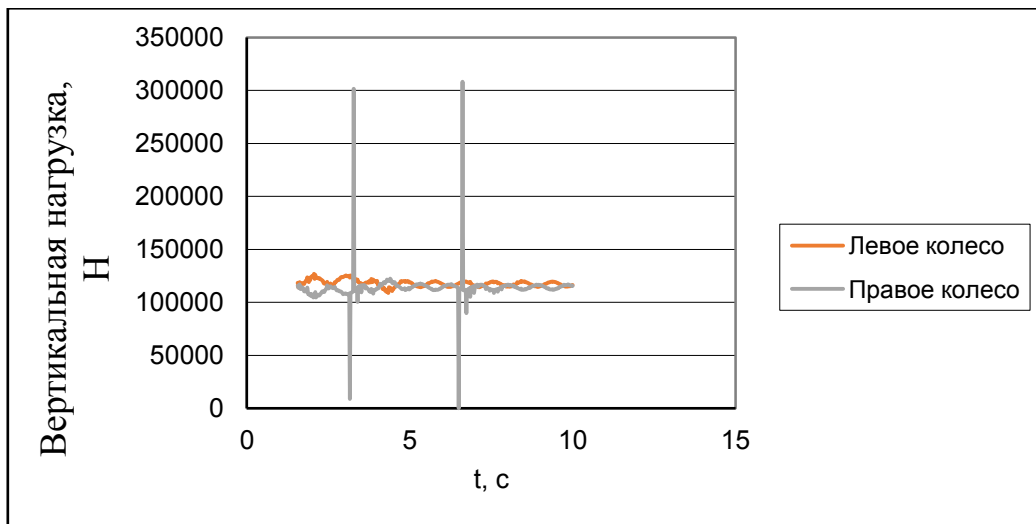


Рис.3 График зависимости возникновения вертикальных динамических сил от колеса на рельс, при размере ползуна 6 мм.

На графике видно, что вертикальная нагрузка резко возрастает на 185 000 Н, когда размер ползуна составляет 6 мм.

Также моделируем ситуацию, при размере ползуна на колесной паре 12 мм, график зависимости вертикальных сил показан на рисунке 4.

Максимальная вертикальная нагрузка, кН	
Правое колесо	Левое колесо
205,512	335,386

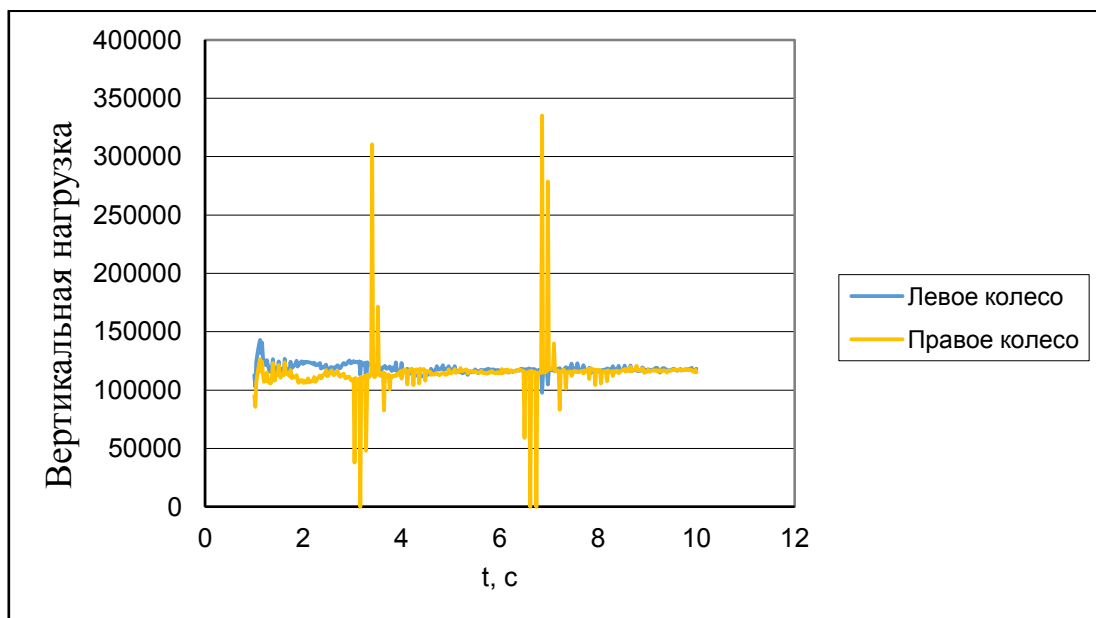


Рис.4 График зависимости возникновения вертикальных динамических сил от колеса на рельс, при размере ползуна 12 мм.

На графике видно, что вертикальная нагрузка резко возрастает на 212198000 Н, когда размер ползуна составляет 12 мм.

Проверим наши данные на достоверность, для этого строим диаграмму, смотреть рисунок 5.

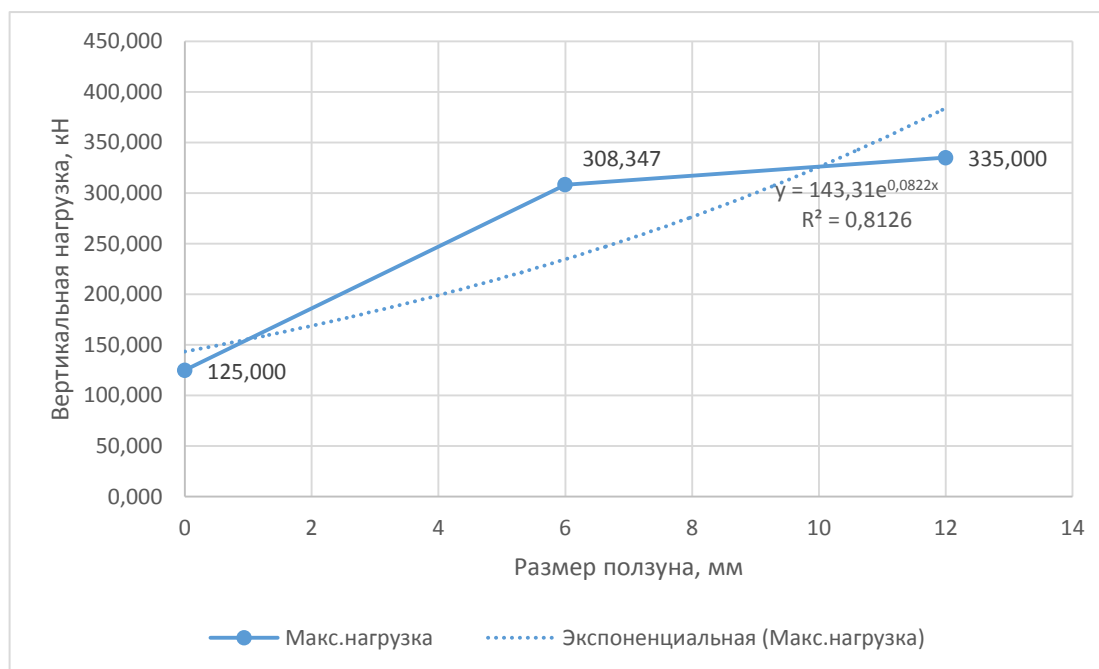


Рис. 5 График зависимости максимальной нагрузки от величины ползуна.

Вывод: по полученным данным при моделировании, мы выяснили, что при увеличении ползуна на 12 мм вертикальная нагрузка увеличивается на 210000 Н. В следствии этого возрастает износ подвижного состава и рельса, что приводит к выходу из строя конструкции железнодорожного пути и подвижного состава.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути [Текст]: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» № 2288 от 14.11.16: ввод в действие с 01.03.17 – М.: ОАО «РЖД», 2016 – 286 с.
2. Ковенькин, Д. А. Влияние вертикальных неровностей путевой структуры на характер движения подвижного состава [Текст] / Д.А. Ковенькин. – Наука и образование транспорту : материалы X Международной научно-практической конференции (2017, Самара). Международная научно-практическая конференция «Наука и образование транспорту», 2017 г. Том 2 / редкол.: Д.В. Железнов [и др]. – Самара : СамГУПС, 2017. – 100 – 102 с.
3. Подвербный В.А., Четвертнова В.В. Проект участка новой железнодорожной линии. Часть Выбор направления и трассирование вариантов новой железнодорожной линии: Учебное по курсовому проектированию. – Иркутск: ИрИИТ, 1999. – 118с..
4. С.В. Вершинский, В.Н. Данилов, В.Д. Хусидов 1991. Динамика вагона: Учебник для вузов ж.-д. трансп./ Под. Ред. С.В. Вершинского. -3-е изд., перераб.и доп. – М.: Транспорт, 1991; - 360 с.,
5. ПТЭ ЖД РФ - Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (редакция от 09.02.2018) Утверждены приказом Минтранса России № 286 от 21.12.2010

REFERENCES

1. Instruction on the current content of the railway track [Text]: app. By the order of JSC "RZD" No. 2288 of 14.11.16: commissioning with 01.03.17 – M.: JSC "RZD", 2016, 286 p
2. Kovenkin, D. A. the Effect of vertical irregularities of the track structure on the character of the movement of rolling stock [Text]/ D. A. Kovenkin. - Science and education transport: proceedings of the X International scientific-practical conference (2017, Samara). International scientific and practical conference "Science and education transport", 2017 Volume 2 / redkol.: D. V. Zheleznov [and others]. – Samara : SamSTU 2017. – 100 – 102 p.
3. Podverbnyj V. A., V. V. Chetvertkova the Project site of the new railway line. Part 3. The choice of direction and the tracing options for new railway lines: the Training for course projects. - Irkutsk: Iriit, 1999. - 118s..
4. S. V. Vershinsky, And V. N. Danilov, V. D. Chosidow 1991. Dynamics of the car: Textbook for universities Zh. -D. transp./ Under. Red. S. V. Vershinsky. - 3rd ed., pererab. I DOP. - M.: Transport, 1991; - 360 p.,
5. PTE of the railway of the Russian Federation-Rules of technical operation of the Railways of the Russian Federation (edition of 09.02.2018) are Approved by the order of Ministry of transport of Russia No. 286 of 21.12.2010

Информация об авторах

Лопатина Ольга Викторовна – студентка 5 курса, кафедры «Путь и путевое хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г.Иркутск, e-mail: lopatina1996@mail.ru

Сидоров Никита Валерьевич – студент 5 курса, кафедры «Путь и путевое хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г.Иркутск, e-mail: sidorovnikita2141@gmail.com

Author information

Olga Viktorovna Lopatina-5th year student of the Department "Way and track facilities", Irkutsk state University of railway engineering, Irkutsk, e-mail: lopatina1996@mail.ru

Sidorov Nikita Valeryevich-5th year student of the Department "Way and track facilities", Irkutsk state University of Railways, Irkutsk, e-mail: sidorovnikita2141@gmail.com

Для цитирования

Лопатина О. В. ВЛИЯНИЕ НЕРОВНОСТЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ КОЛЕСА НА ХАРАКТЕР ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА [Электронный ресурс] / О.В. Лопатина, Н. В. Сидоров // «Молодая наука Сибири»: электрон. науч. журн. – 2019. – №4. – Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/04-2019>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

For quoting

Lopatina O.V. THE IMPACT OF IRREGULARITIES ON THE RUNNING SURFACE OF THE WHEELS TO THE NATURE OF THE OCCURRENCE OF VERTICAL DYNAMIC FORCES DURING THE MOVEMENT OF ROLLING STOCK [Electronic resource] / O. V. Lopatina, N.V. Sidorov // "Young Science of Siberia": electron. scientific journals - 2019. - № 4.- Access mode: <http://mnv.irgups.ru/toma/04-2019>, free. - Title from the screen. - Yaz. Rus.