

## **ВЕРТИКАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ВОЗВЫШЕНИЯ НАРУЖНОГО РЕЛЬСА В КРИВОМ УЧАСТКЕ ПУТИ**

**Аннотация.** Железнодорожная инфраструктура нуждается в постоянном совершенствовании по ряду вопросов: модернизация действующих линий и строительство новых веток; повышение уровня эффективности и безопасности перевозочного процесса; формирование высокоскоростного и тяжеловесного движения поездов. Для этого, в области проектирования ведущими направлениями является разработка новых конструктивных форм сооружений, развитие методики расчетов, применение современных эффективных высокопрочных материалов. Диапазон факторов, влияющих на состояние пути, достаточно велик, для разбора каждой составляющей необходимы отдельные виды исследования.

В данной статье мы попытались оценить опытным путем, как влияет возвышение наружного рельса на вертикальную составляющую динамических сил. Расчеты были произведены с помощью программного комплекса «Универсальный механизм».

**Ключевые слова:** возвышение, вертикальная составляющая динамических сил.

*I. I. Rozhkov*

<sup>1</sup> Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

## **VERTICAL LOADS, ARISING FROM VARIATION OUTER RAIL ELEVATION IN A CURVED TRACK**

**Annotation.** Railway infrastructure needs in regular perfection on a number of issues: modernization of existing lines and construction of new branches; increase efficiency and safety transportation process; high speed and heavyweight train traffic formation. For this, leading directions is development of new constructive forms of structures, development of calculation methods, use of modern efficient high-strength materials in the design area. Diapason of factors, affecting the state track, large enough, for parsing each component need certain types of researching.

In this article we tried to evaluate empirically, how affect outer rail elevation on vertical component dynamic loads. Calculations were made with use the software package « Universal mechanism».

**Keywords:** outer rail elevation, vertical component dynamic loads.

### **Введение.**

От колесных пар подвижного состава на путь передается силы, которые раскладываются на горизонтальные (продольные) и вертикальные (поперечные) составляющие [1]. Эти нагрузки могут быть как статическими, так и динамическими. Статические нагрузки возникают из-за силы тяжести подвижного состава, когда он неподвижен. Нагрузка, возникающая при движении экипажа, называется динамической. В данном исследовании мы представили вертикальные динамические силы в виде сумм сил, вызванных колебаниями надпрессорной части, колебаниями необрессоренных масс, а также весом вагона.

### **Возвышение наружного рельса в кривом участке пути.**

В кривом участке пути для уравнивания центробежных сил, предотвращения опрокидывания подвижного состава, обеспечения равномерного вертикального износа рельсовых нитей, сохранения груза и комфорта пассажиров устраивают возвышение наружного рельса [2-3]. Оптимальное возвышение одной нити над другой можно определить по формуле (1):

$$h = 12,5 \cdot \frac{v_{cp}^2}{R}; \quad (1)$$

где  $h$  – возвышение наружного рельса, мм;

$v_{cp}$  – средневзвешенная скорость движения подвижного состава, км/ч;

$R$  – радиус круговой кривой, м.

Как можно судить по формуле, главным фактором при выборе возвышения является скорость движения. Так как обеспечение высоких скоростей является одной из приоритетных задач перевозок, то возвышение становится фактором, которым нельзя пренебрегать. Максимальное допустимое возвышение рельсов на территории Российской Федерации составляет 150 мм [4]. Если, в результате расчетов, возвышение больше допустимого значения, то требуется корректировка в виде уменьшения скорости на данном участке [5].

### **Программный комплекс «Универсальный механизм».**

Программный комплекс «Универсальный механизм» (УМ) – программа, предназначенная для автоматизации процесса исследования механических объектов. Их можно представить системой абсолютно твердых или упругих тел, связанных посредством кинематических и силовых элементов.

В расчете были приняты следующие исходные данные: грузовой вагон с тележками модели 18-100, осевая нагрузка 25 т/ось; скорость движения вагона 65 км/ч; план пути – кривая; радиус кривой – 600 м; направление кривой – поворот вправо; длины переходных кривых – 50 м; длина круговой кривой – 100 м.

$$h = 12,5 \cdot \frac{65^2}{600} = 88 \approx 90 \text{ мм}$$

По формуле (1) было подсчитано оптимальное возвышение наружного рельса  $h = 90$  мм.

Расчет проходил в 3 этапа. На первом этапе просчитывались суммарные динамические нагрузки при оптимальном возвышении. На втором этапе мы увеличили оптимальное возвышение на 20 мм и снова просчитали вертикальную нагрузку. На третьем этапе мы уменьшили оптимальное возвышение на 20 мм и снова просчитали нагрузку.

Результаты расчета вынесены на график (Рис.1.) График построен по максимальным значениям суммарной вертикальной нагрузки.

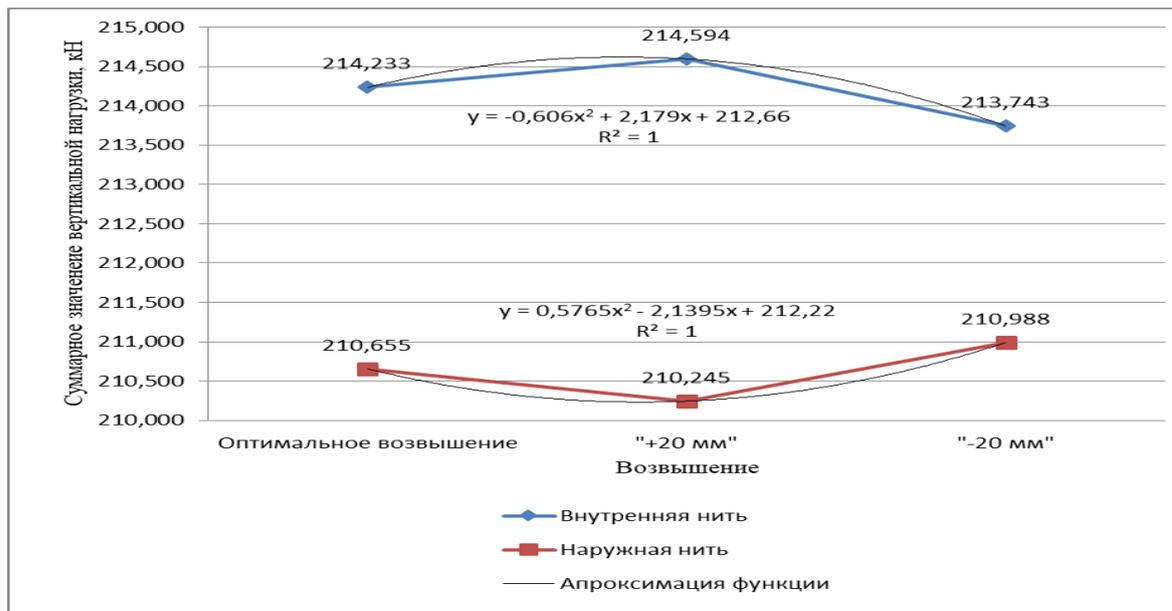


Рис. 1. Значения вертикальной нагрузки в момент при изменении возвышения наружного рельса

Анализируя результаты расчетов можно сделать следующие выводы:

- при оптимальном возвышении разница между суммарными вертикальными нагрузками на нити составляет 3,578 кН.

- при увеличении возвышения значения суммарной нагрузки на наружной нити уменьшаются на 0,41 кН, при уменьшении возвышения увеличиваются на 0,333 кН. Из-за этого разница между суммарной нагрузкой на каждом рельсе увеличилась с 3,578 кН до 4,349 кН на 0,771 кН по сравнению с оптимальным возвышением. Это доказывает справедливость того, что увеличение возвышения приведет к дополнительным нагрузкам и дополнительному износу пути и колес.

- при увеличении возвышения значения суммарной нагрузки на внутренней нити увеличиваются на 0,361 кН, при уменьшении возвышения уменьшаются на 0,49 кН. Из-за этого разница между суммарной нагрузкой на каждом рельсе уменьшилась с 3,578 кН до 2,755 кН на 0,823 кН по сравнению с оптимальным возвышением. Из этого можно сделать вывод, что возможно целесообразней уменьшить возвышение для большего уравновешивания сил по обеим нитям пути.

- из-за разных значений вертикальных сил на обеих рельсовых нитях в процессе эксплуатации внутренняя нить будет подвержена износу рельсов быстрее, чем наружная нить, что приведет к дополнительным затратам на обслуживание пути

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ковенькин, Д.А. Анализ собственных колебаний боковых рам тележек модельного ряда 18-100 при силовом воздействии, обусловленных рельефом горного пути и дефектов на поверхности катания колесо-рельс [Текст] / Д.А. Ковенькин, В.Н. Железняк, И.Ю. Ермоленко // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: Изд-во ИрГУПС. – 2015. – № 4 (48). – 20–23 с.

2. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути [Текст] / ОАО «РЖД»; утверждена 14.11.2016 г. № 2288р; введена в действие 14.11.2016 г.

3. Возвышение наружного рельса в кривой [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <http://www.tlookup.ru/wocs-995-1.html>, свободный. – (дата обращения: 22.11.18).

4. Прочность и устойчивость [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <http://p2te.ru/services/vypolnenie-raschetov-konstruktsiy-metodom-konechnykh-elementov/prochnost-i-ustoychivost>, свободный. – (дата обращения: 22.11.18).

5. Технические требования и нормы содержания железнодорожных путей промышленного транспорта [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200078418>, свободный. – (дата обращения: 22.11.18).

#### REFERENCES

1. Kovenkin, D.A. Analysis of model series 18-100 trucks solebar free vibrations at force actions, caused by the terrain of the mountain path and defects on wheel-rail tread area [Text] / D. A. Kovenkin, V. N. Zheleznyak, I. Y. Ermolenko // Modern technologies. System analysis. Modeling. – Irkutsk: publishing house of the Irkutsk state transport University. - 2015. - № 4 (48). - 20-23 p.

2. Instruction on the current maintenance of the railway [Text] / Russian Railways; approved on 11/14/2016, number 2288r; Enacted 11.11.2016.

3. Outer rail elevation in a curved track [Electronic resource] — Access mode: URL: <http://www.tlookup.ru/wocs-995-1.html>, free. – (date of the application: 22.11.18).

4. Durability and stability [Electronic resource] — Access mode: URL: <http://p2te.ru/services/vypolnenie-raschetov-konstruktsiy-metodom-konechnykh-elementov/prochnost-i-ustoychivost>, free. – (date of the application: 22.11.18).

5. Technical requirements and standards for the maintenance of railway tracks of industrial transport [Electronic resource] — Access mode: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200078418>, free. – (date of the application: 22.11.18).

#### Информация об авторах

*Рожков Иван Иванович* – студент факультета «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», Иркутский государственный Университет Путей Сообщения, г. Иркутск, e-mail: [rozhkov140696@mail.ru](mailto:rozhkov140696@mail.ru)

#### Authors

*Ivan Ivanovich Rozhkov*– student of faculty «Construction of railways, bridges and tunnels», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [rozhkov140696@mail.ru](mailto:rozhkov140696@mail.ru)

#### Для цитирования

Рожков И. И. Вертикальные нагрузки, возникающие от изменения возвышения наружного рельса в кривом участке пути [Электронный ресурс] / И. И. Рожков// «Молодая наука Сибири»: электрон. науч. журн. – 2019. – №3. – Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/02-2019>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения 19.02.2019)

#### For citation

Rozhkov I.I. Verticalnie nagruzki, vznikaushie ot izmeneniya vozvisheniya naruzhnogo relsa v krivom uchastke puti [Electronic resource] / I.I. Rozhkov // “Young Science of Siberia”: electron. scientific journals - 2019. - № 3.-Access mode: <http://mnv.irgups.ru/toma/02-2019>, free. - Title from the screen. - Yaz. rus (the date of circulation 19.02.2019)