# ВЛИЯНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ГЕОМЕТРИИ РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ В ПРОФИЛЕ НА ХАРАКТЕР ДЕЙСТВИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СИЛ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

**Баженова Надежда Альбертовна**

студент, Иркутский государственный университет путей сообщения, РФ, г. Иркутск

**Вербитская Анастасия Константиновна**

студент, Иркутский государственный университет путей сообщения, РФ, г. Иркутск

**Протасов Никита Михайлович**

студент, Иркутский государственный университет путей сообщения, РФ, г. Иркутск

**Аннотация.** В данной статье представлен расчет влияния неисправностей геометрии рельсовой колеи в профиле на характер действия вертикальных сил при движении подвижного состава. Выявлена и обоснована зависимость возрастания значения вертикальных сил от увеличения степени отклонения рельсовой колеи в профиле. Компьютерное моделирование и расчет проводились в программном комплексе «Универсальный механизм».

**Ключевые слова:** неисправности рельсовой колеи в профиле, характер действия вертикальных сил, компьютерное моделирование, универсальный механизм.

## Введение

Рельсовые нити на прямых участках пути должны быть расположены в одном уровне. Допуски в содержании пути по уровню составляют ±4 мм. Разрешается, если это по местным условиям является целесообразным, одну рельсовую нить на прямых участках содержать на 6 мм ниже другой и величину допуска отсчитывать от этого смещенного уровня. Данный перечень устанавливает начальник дороги.

Так как наиболее неблагоприятными отступлениями в расположении рельсовых нитей по уровню являются так называемые перекосы пути, представляющие собой последовательные отклонения рельсовых нитей по уровню в разные стороны при расстоянии между точками наибольших отклонений менее 25 м в данном расчете будет рассмотрен данный вид неисправности в профиле. При прохождении по перекосам получаются разгрузки отдельных колес за счет перегрузки других, а это при неблагоприятных условиях может привести к накатыванию разгруженного колеса гребнем на рельс и сходу колесной пары с рельсов.[1] Сходы происходят чаще там, где вследствие плохого содержания кривой в плане возникают силы боковых толчков, особенно если толчки совпадают с частичной разгрузкой колеса из-за неровностей путей в продольном профиле. [2]

От колесных пар подвижного состава на путь передается силы, раскладываемые на горизонтальные (продольные) и вертикальные (поперечные) составляющие. Эти нагрузки могут быть как статическими, так и динамическими. Статические нагрузки возникают из-за силы тяжести подвижного состава, когда он неподвижен. Нагрузка, которая возникает при движении экипажа называется динамической. [3] В данном исследовании мы представили вертикальные динамические силы в виде сумм сил, вызванных колебаниями надрессорной

части, колебаниями необрессоренных масс, а также весом вагона.

В данной статье для того, чтобы определить характер действия вертикальных сил при неисправностей рельсовой колеи были заданы следующие параметры неисправности рельсовой колеиразличных степеней отступлений I, II, III, IV при скорости движения вагона 72 км/час.

К I степени относятся отступления, которые находятся в пределах норм устройства и не требующие выполнения работ по их устранению, поэтому они не учитываются при расшифровке путеизмерительных лент.

Ко II степени относятся отступления, как правило, не требующие уменьшения установленной скорости движения поездов, но оказывающие влияние на плавность движения подвижного состава и интенсивность расстройства пути, особенно при частом повторении таких отступлений на километре. Они служат показателем необходимости проведения профилактических работ по выправке пути, поэтому учитываются при расшифровке путеизмерительных лент и служат критерием для очередности проведения на километре планово-предупредительных работ. При большом количестве таких отступлений на километре планируется сплошная выправка пути, при малом количестве - выборочная выправка (только в местах отступлений).

К III степени относятся отступления, которые при неустранении их после обнаружения могут за период до очередной проверки пути путеизмерительным вагоном достичь величин, значительно ухудшающих плавность движения поездов и повышающих интенсивность накопления остаточных деформаций пути, а некоторые из них могут даже перерасти в отступления, требующие уменьшения установленной скорости движения поездов.

К IV степени относятся отступления, вызывающие рост сил взаимодействия пути и подвижного состава до величин, которые при наличии неблагоприятных сочетаний с отступлениями в содержании и загрузке подвижного состава, нарушениях режима ведения поезда и др. могут привести к сходу его с рельсов. Поэтому при обнаружении отступлений IV степени уменьшается скорость или закрывается движение поездов (в зависимости от фактической величины отступления). Работы по устранению отступлений IV степени производятся без промедления.

Анализ проводился по результатам моделирования программного комплекса «Универсальный механизм» (UM). Данный программный комплекс предназначен для автоматизации процесса исследования механических объектов, которые могут быть представлены системой абсолютно твердых или упругих тел, связанный посредством кинематических и силовых элементов. К объектам такого типа относится, например: колесная пара, тележка подвижного состава, локомотив, различные машины и механизмы.

Возможности комплекса распространяются на большую часть систем, являющихся объектом применения методов теоретической и прикладной механики. УМ широко использует современные методы компьютерной графики как для анимационного представления движения  в процессе  численного решения уравнения, так и при обработке результатов.

**Исходные данные**

Для моделирования динамики рельсового экипажи были заданы следующие данные: план пути – кривая, радиус кривой равен 500 м, длина переходных кривых 80 м, возвышение наружного рельса – 130 мм, нагрузка на ось 25 т/ось, скорость движения вагона 72 км/час.

При моделировании выбран порожний вагон с трёхэлементными тележками модели.

Данная неисправность расположена в середине круговой кривой.

**Результаты компьютерного моделирования**

Данный расчет проводился в несколько этапов:

–выбраны параметры рельсов и колес подвижного состава;

–рассчитаны и заданы параметры кривой для выбранного радиуса;

–выбран тип неровностей рельсовой колеи в плане;

–построены графики движения подвижного состава при четырех степенях отклонений;

–результаты сведены на один график для наглядности полученных результатов;

–выводы полученных результатов моделирования.

Зависимость вертикальных нагрузок, возникающих при проходе подвижного состава по участку с наличием неисправностей в виде отступлений различных степеней представлена на рисунке 1.

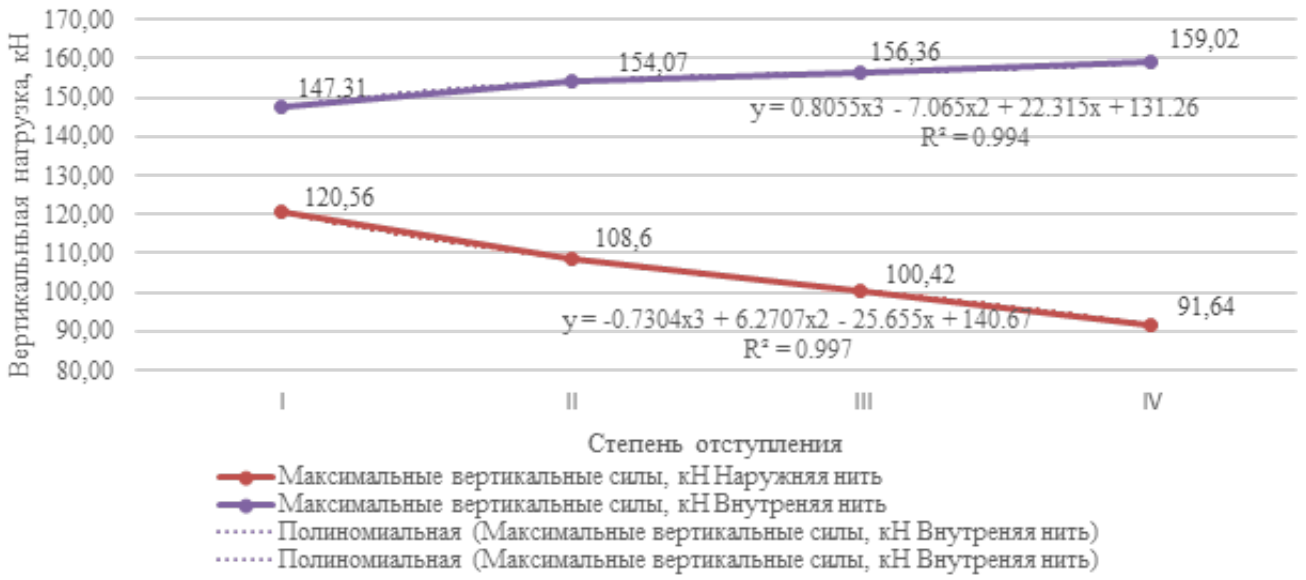


***Рисунок 1. График зависимости вертикальных нагрузок, возникающих при проходе подвижного состава по участку с наличием неисправностей в виде отступлений различных степеней***

**Заключение**

По результатам компьютерного моделирования определена зависимость возрастания вертикальных нагрузок от увеличений степени отступлений. На основе полученных данных был построен график аппроксимирующей функции, так как $R^2 > 1$, то полученная зависимость является достоверной, поэтому возможно спрогнозировать последующие увеличения нагрузок при возрастании величины степени отступления.

**Список литературы:**

1. Романова О.В., Боботкова В.Н. Взаимодействие пути и подвижного состава [Текст] / О.В. Романова, В.Н. Боботкова – Курган: КИЖТ УрГУПС, 2017. – 27 с

2. Фришман М.А. Как работает путь под поездами: учебник для вузов / М.А.Фришман. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1975. – 176 с.

3. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь / Г.М. Шахунянц. – М.: Транспорт, 1987. – 479 с.