

установка защитных от шума фартуков, экранирующих ходовую часть подвижного состава; устройство близких к пути, низких защитных от шума стенок. Реализация всех этих мероприятий снижает уровень шума более чем на 20 дБ.

В контакте колеса с рельсом возникает шум от качения колес, скрежет в кривых малого радиуса при прохождении пригородных поездов, трамваев и в метрополитенах. На магистральных линиях шум от качения колес по рельсам создают поезда дальнего следования. Уровень шума ниже у региональных поездов, еще ниже у высокоскоростных поездов. Измеренные уровни шума на расстоянии четырех метров от рельсовой колеи показывают, что при частоте ниже 400 Гц преобладающим источником шума являются шпалы, от 400 до 1600 Гц – шум рельсов, выше 2000 Гц – колесные диски.

Для снижения уровня шума предлагается заменить рельсовые подкладки на более жесткие. Выполненные исследования показали, что применение более жестких подкладок уменьшает уровень излучаемого шума на 6 дБ. Наибольшая жесткость подкладок также увеличивает уровень шума, так как шпалы оказываются жестко связанными с рельсами и работают вместе с ними. Применение жестких подкладок нежелательно. Чем они жестче, тем значительнее колебания поперечных сил между колесом и рельсом, тем больше нагрузки на колесо и соответственно на железнодорожный путь.

Другой подход состоит в использовании «изолированных» шпал, заглубленных в бетон основания, причем при такой конструкции пути балласт заменен упругим слоем между шпалой и основанием. Доминирующие частоты вибраций грунта слишком низки для эффективного использования резонирующих конструкций пути. Решение состоит в улучшении геометрии пути, уменьшении неподрессоренных масс и жесткости основания посредством обработки грунта или забивки свай.

Снижение шума в местах его возникновения – первостепенная задача. Это шум от движения подвижного состава. Для его снижения заменяются чугунные тормозные колодки на композиционные; используются специальные рельсошлифовальные технологии; внедряются конструкции колес и тележек с пониженным уровнем шума.

УДК 656.09

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ НЕПОГАШЕННОГО УСКОРЕНИЯ ПРИ ВВЕДЕНИИ СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ

*В. Д. КАЙМОВИЧ, Н. В. МАМСИКОВ
Белорусская железная дорога, г. Гомель*

*П. В. КОВТУН, Т. А. ДУБРОВСКАЯ, С. В. СКРЕБЕЦ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Проблема повышения скорости движения в кривых при существующих радиусах весьма актуальна, но имеет и свои сложности. Обеспечить не только скорости движения, одинаковый износ рельсов, но и комфортабельность и безопасность пассажиров – вот одна из основных задач в области железнодорожных перевозок.

Максимальная скорость движения поезда в кривой зависит от центробежных сил во взаимодействии подвижного состава и пути, которые в свою очередь определяют устойчивость подвижного состава против опрокидывания, поперечную нагрузку на путь, уровень комфорта для пассажиров и сохранность груза. Первые два критерия непосредственно относятся к безопасности движения поездов, третий и четвертый – к качеству пассажирских и грузовых перевозок.

Для нейтрализации центробежной силы в кривых наружный рельс укладывают с некоторым возвышением относительно внутреннего.

Центробежная сила, действующая в кривой, за счет возвышения наружного рельса может быть погашена полностью, частично или даже чрезмерно (при этом результирующая сила действует в сторону внутреннего рельса). На практике для таких случаев в зависимости от степени компенсации центробежной силы используют понятия достаточного, недостаточного и избыточного возвышения.

Целью данного исследования является повышение скоростей движения поездов на существующих линиях в круговых кривых без переустройства плана. Для достижения цели изменяется предельная величина непогашенного ускорения при движении пассажирских поездов с 0,7 до 0,9 м/с² при безусловном соблюдении требований по безопасности и комфортабельности движения и др. Основная задача данной статьи – рассмотреть возможность увеличения скоростей движения поездов на существующих железнодорожных линиях при минимальных капиталовложениях.

Экспериментальными исследованиями установлено, что длительное и повторное воздействие непогашенного центробежного ускорения величиной до 0,9 м/с² включительно большинство людей переносит удовлетворительно. Общее функциональное состояние и работоспособность локомотивных бригад при комплексном воздействии шума, вибрации и непогашенного ускорения 0,9 м/с² находится в оптимальных пределах допуска. Таким образом, увеличение непогашенного ускорения до 0,9 м/с² не окажет существенного влияния на организм пассажиров, но может существенно сэкономить время в пути за счет более быстрого прохождения кривых.

Полученные данные позволяют выполнять расчеты при непогашенном ускорении, равном 0,9 м/с², и проанализировать влияние увеличения непогашенного ускорения на скорости прохождения пассажирским поездом кривых различных радиусов.

Исходя из вышесказанного необходимо рассмотреть, как влияет изменение величины непогашенного ускорения в кривых до 0,9 м/с² на скорость прохождения и радиус кривой.

Согласно СТП [8] непогашенное ускорение в кривых определяется по формуле

$$a_{\text{нп}} = \frac{v_{\text{max}}^2}{3,6^2 R} - \frac{g}{S} h, \quad (1)$$

где v_{max} – максимальная скорость движения по данной кривой, км/ч; R – радиус кривой, м; g – ускорение свободного падения (9,81), м/с²; S – ширина между осями рельсов (1600), мм; h – возвышение наружного рельса, мм.

Тогда путем преобразований

$$h = 12,5 \frac{v_{\text{max}}^2}{R} - 163 [a_{\text{нп}}]. \quad (2)$$

В качестве опытного участка рассматривается один из перегонов Белорусской железной дороги длиной около 10 км, на котором имеется несколько кривых малого и среднего радиуса ($R_1 = 580$ м; $R_2 = 620$ м; $R_3 = 700$ м; $R_4 = 720$ м).

Формула $v = 4,6\sqrt{R}$ показывает, какую максимальную скорость теоретически может пропустить данный криволинейный участок пути. В практике обычно все скорости по кривым ограничиваются приказом начальника дороги и зависят от многих других факторов (наличия населенного пункта, состояния верхнего строения пути и т. д.). Реконструкция плана линии заключается в увеличении радиусов кривых и их переустройстве. Данное мероприятие длительное и дорогостоящее.

Из формулы (2) вычисляется значение скорости

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{(h + 163a_{\text{нп}})R}{12,5}}. \quad (3)$$

Повысив в формуле (3) величину непогашенного ускорения с 0,7 м/с² до $a_{\text{нп}} = 0,9$ м/с², можно получить новые значения скоростей. Полученные значения скоростей при постоянном радиусе, возвышении наружного рельса и различном непогашенном ускорении сведены в таблицу 1, по результатам которой построен график зависимости $v_{\text{max}} = f(a_{\text{нп}})$ (рисунок 1).

Таблица 1 – Скорость прохождения кривых при различном непогашенном ускорении

Непогашенное ускорение, м/с ²	Радиус, м			
	580	620	700	720
0,7	75	80	90	95
0,8	80	85	95	100
0,9	84	90	100	104

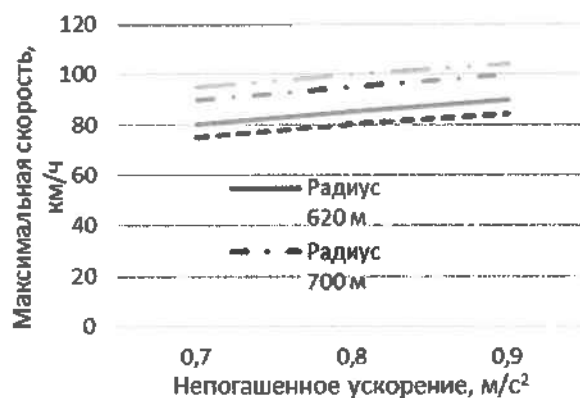


Рисунок 1 – График зависимости максимальной скорости движения от величины непогашенного ускорения

Из графика (см. рисунок 1) видно, что увеличение непогашенного ускорения до 0,9 м/с² ведет к повышению скорости прохождения криволинейных участков пути в среднем на 15 %, это позволит существенно сэкономить финансы без переустройства плана линии. При этом, увеличивая значение непогашенного ускорения до 0,9 м/с², можно уменьшить высоту возвышения наружного рельса в кривой без изменения скорости прохождения пассажирским поездом криволинейного участка пути (при условии $h > 0$).

УДК: 625.8

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

*П. А. КАЦУБО, Д. С. РУЛЁВ, Я. В. ШУТОВ, В. И. ГУРИНОВИЧ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Ровные высококачественные современные асфальтобетонные дорожные покрытия, которые обеспечивают полноценное сцепление колес транспорта с дорожным полотном, являются залогом безопасного и комфортного дорожного движения. Но под механическим воздействием на дорожную одежду высоких нагрузок и из-за ее старения образуются трещины, ямы, деформация. Зачастую все эти деформации происходят в зимний период. Вода, проникающая в поверхностные трещины, превратившись в лёд, расширяется и выдавливает окружающий асфальт. После оттаивания пораженный участок остается непригодным для повторной инфильтрации воды, что в конечном итоге приводит к большим трещинам и выбоинам.

Одним из самых распространенных видов ремонта автомобильных дорог является ямочный ремонт, так как нет необходимости перекрывать движение и это не так затратно по сравнению с ремонтом всего участка дороги. Но качество ямочного ремонта зависит в первую очередь от соблюдения последовательности технологических операций при выполнении работ [1].

Наряду с традиционным методом ремонта существует ряд разработок, одна из которых – самовосстанавливающийся материал путём насыщения асфальтобетона электропроводящими волокнами-наполнителями в конфигурации замкнутых контуров. Инновационная система действует следующим образом: электрический ток пропускается через волокна-наполнители в непосредственной близости с дорожной трещиной. Электрическая цепь генерирует внутреннее тепло необходимой температуры. Под действием нагрева битум расплавляется и уплотняется [2].

Также учёными проведен ряд исследований по смешению рецептур битума и железной руды, богатой магнетитом, обнаруженной в породе горного хребта Месаби. Таким способом удалось создать модифицированный материал, который эффективно используется в ремонте дорожных покрытий, при помощи специального транспортного средство.

Обнаруженные выбоины дорожного полотна заливаются такой смесью, после чего смесь нагревают микроволновым блоком. Излучающий микроволны сервисный блок прикрепляется к специальной ремонтной технике. Дополнительным преимуществом этой технологии видится использова-