

требованиям безопасности и потребительских качеств. Такие покрытия необходимо профилировать и создавать шероховатый слой из фрикционных материалов. Применение таких покрытий снижает расходы на распределение противогололедных материалов и очистку покрытия от снега, увеличивает сроки службы покрытий дорог и снижает его износ.

Учет температурного режима воздуха в Республике Беларусь при расчете бесстыкового пути

Рылькова М.С.

Белорусский национальный технический университет
(руководитель Леонович И.И. – д-р. техн. наук, профессор)

Аннотация: Бесстыковой путь — условное наименование железнодорожного пути, расстояние, между рельсовыми стыками которого значительно превосходит длину стандартного рельса (25 метров). Рельсовая плеть — основной элемент верхнего строения бесстыкового пути. Совершенствование рельсов осуществляется в ходе комплекса взаимосвязанных мероприятий, проводимых по следующим основным направлениям: увеличение массы рельсов, совершенствование их поперечного профиля, повышение качества изготовления, а также улучшение условий их работы в пути и совершенствование системы ведения рельсового хозяйства. Современный бесстыковой путь в основном представляет собой чередование участков пути, где уложены сваренные рельсовые плети длиной от 800 метров до длины блок-участка с короткими участками звеньевое пути — (уравнительными пролетами). Рельсы могут свариваться в плети длиной в перегон и достигать 30 и более километров, иногда такие плети свариваются со стрелками и станционными путями в единое целое.

Введение: Бесстыковой путь по сравнению со звеньевым является более прогрессивной конструкцией. Отсутствие в рельсовых плетях стыков позволяет улучшить плавность движения поездов, продлить сроки службы элементов верхнего строения пути, снизить расходы на тягу поездов, повысить надежность электрических рельсовых цепей, снизить уровень шума, создаваемого при движении поездов. Основное отличие в работе

бесстыкового пути от обычного звеньевого состоит в том, что в рельсовых плетях действуют значительные продольные усилия, вызываемые изменениями температуры.

Основная часть: На территории Республики Беларусь преобладает умеренно-континентальный тип климата, мягкая и влажная зима, теплое и влажное лето. Средняя годовая температура воздуха в Республике Беларусь составляет (по нормам с 1981 по 2010 года) от 5,7 °С в городах Орше и Горки до 8,2 °С в Бресте. В северной части страны в зимнее время днём воздух прогревается до -5...-7 градусов, а ночью охлаждается до -11...-13 градусов, летом в дневные часы здесь отмечается около 21..23 градусов тепла, в ночные — около +11..+13 градусов. Самыми тёплыми являются южные и юго-западные районы страны. Наблюдавшиеся минимальные значения средних температур было зимой 1984-1985 гг. и составило -11,8 С; а летом 1999 года максимальное значение 20,1°С.

При расчете бесстыкового пути следует учитывать воздействие значительных температурных напряжений. Изменение температуры рельсовой плети происходит в условиях сложного теплообмена. Летом, находясь под действием солнечных лучей, рельсовая плеть получает тепловую энергию, тратя ее часть на обратное излучение и теплоотдачу в окружающую среду. Когда рельсовая плеть нагревается, значения температуры в разных ее точках, изменяясь во времени, все больше возрастают. Температура рельсовой плети зависит от многих факторов: температуры воздуха, типа рельса и состояния его поверхностей, а также ориентирования рельсовой плети относительно сторон света, плана и профиля пути; поперечного профиля земляного полотна (насыпь, выемка, нулевое место), интенсивности солнечной радиации и прозрачности атмосферы, скорости и направления ветра, качества и отражательной способности балласта, и ряда других причин.

В бесстыковом пути удлинения и укорочения плетей происходят только на концевых участках, эти участки называются дышащими участками. Плетей дышат за счет зазоров в уравнильных пролетах. Из-за того, что удлинение и укорочение плети в бесстыковом пути происходит не в полной мере, эти несостоявшиеся удлинения и укорочения выражаются в виде сил. Летом не состоявшиеся

удлинение плети может проявиться в виде выброса; а зимой не состоявшиеся укорочение плети может проявиться в виде разрыва сварного стыка и раскрытия большого зазора. Возникающие при этом в рельсах напряжения определяются по формуле:

$$\sigma t = E \cdot \lambda_{св} / L$$

Подставляя в формулу значение $\lambda_{св}$ и переходя ко всей площади рельса F получим величину продольной силы, которая будет действовать в рельсе в пределах момента преодоления стыкового сопротивления на накладках:

$$Nt = F \cdot E \cdot \sigma \cdot \Delta t$$

Стыковое соединение будет преодолено при условии:

$$\Delta t_n = R_n / (\alpha \cdot E \cdot F)$$

После повышения температуры на величину большую Δt_n начинается удлинение его концов рельса с одновременным преодолением погонного сопротивления. Размеры стыковых зазоров определяются по формуле:

$$x = \alpha \cdot E \cdot F \cdot \Delta t / r$$

Длина средней части плети при изменении температуры остается неподвижной.

При расчете прочности плети, руководствуясь положением, что наибольшие температурные напряжения возникли в закрепленных рельсовых плетях, вследствие не состоявшихся изменений их длины, вместе с небольшими динамическими напряжениями, возникающие в рельсовых плетях под действием движущегося подвижного состава, умноженного на коэффициент запаса прочности, не должен превышать предельно допустимого напряжения рельсовой стали ($K_p = 1,3-1,4$).

Возможность укладки бесстыкового пути в конкретных условиях устанавливается сравнением допускаемой температурной амплитуды $[T]$ для данных условий с фактически наблюдавшейся в данной местности амплитудой колебаний температуры T_A .

Амплитуда допускаемых изменений температур рельсов

$$T_A = [\Delta t_y] + [\Delta t_p] - [\Delta t_z]$$

где $[\Delta t_z]$ — минимальный интервал температур, в котором окончательно закрепляются плети; по условиям производства работ для расчетов он обычно принимается 10°C ;

[Δt_y] — допускаемое повышение температуры рельсов по сравнению с температурой их закрепления, определяемое устойчивостью против выброса пути при действии сжимающих продольных сил;

[Δt_p] — допускаемое понижение температуры рельсовых плетей по сравнению с температурой закрепления, определяемое их прочностью при действии растягивающих продольных сил.

Допускаемое повышение температуры рельсовых плетей [Δt_y] устанавливается на основании теоретических и экспериментальных исследований устойчивости пути.

Допускаемое понижение температуры рельсовых плетей определяют расчетом прочности рельсов, основанным на условии, что сумма растягивающих напряжений, возникающих от воздействия подвижного состава и от изменений температуры, не должна превышать допускаемого напряжения материала рельсов:

$$K_p \sigma_k + \sigma_t \leq [\sigma]$$

где K_p — коэффициент запаса прочности ($K_p = 1,3$ для рельсов первого срока службы, т. е. до пропуска нормативного тоннажа;

$K_p = 1,4$ для рельсов, пропустивших нормативный тоннаж; допускается при укладке этих рельсов в станционные пути, кроме приемоотправочных сквозного прохода, предназначенных для пропуска пассажирских и безостановочного пропуска грузовых поездов, принимать $K_p = 1,2$);

σ_k — напряжения в кромках подошвы рельса от изгиба и кручения под нагрузкой от колес подвижного состава, МПа;

σ_t — напряжения в поперечном сечении рельса от действия растягивающих температурных сил, возникающих при понижении температуры рельса по сравнению с его температурой при закреплении, МПа;

[σ] — допускаемое напряжение (для новых незакаленных рельсов [σ] = 350 МПа, для новых термоупрочненных — 400 МПа).

Вывод: в условиях климата преобладающего на территории Республики Беларусь рельсовая плеть не может изменять длину при колебаниях своей температуры, то в ней возникают температурные силы, прямо пропорциональные изменению температуры рельсовой плети относительно нейтральной температуры и не зависящие от

длины рельсовой плети. Другими словами — величины температурных продольных сил в рельсовой плети, которая не может изменять свою длину, от длины рельсовой плети не зависят.

Литература:

1) Официальный сайт республиканского гидрометеоцентра [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.pogoda.by>

2) Министерство путей и сообщений РФ. Технические указания по устройству, укладке и содержанию бесстыкового пути. Москва «Транспорт» 1992 г.

3) Официальный сайт Белорусской железной дороги [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.rw.by>

Электронно-механическая очистка дорожных покрытий от снежно-ледяных образований

Свистун Н.А.

Белорусский национальный технический университет
(руководитель Бусел А.В. - д-р. техн. наук, профессор, БНТУ)

Снежно-ледяные образования на дорогах являются существенным фактором снижающим эффективности автоперевозок, гололедица на тротуарах – основная причина зимнего травматизма. Традиционные методы очистки дорожных покрытий основаны либо на механическом удалении слоя льда, либо на его плавлении с помощью химических веществ.

Последнее время активно разрабатывается тема плавления льда с помощью СВЧ–излучения. В этом случае он подвергается воздействию электромагнитного излучения с частотой 2,45 ГГц, заставляющим колебаться диполи воды. Такое движение и соударение молекул и обуславливает нагревание. Однако свобода перемещение молекул воды, входящих в состав кристаллической решетки льда, сильно ограничена. Об этом свидетельствует диэлектрическая проницаемость воды. Для применяемой в наших экспериментах частоты электромагнитного поля 2,45 ГГц она приблизительно равна 70 при -20°C и равна 80 при 20°C [1]. Из этого следует, что диполи воды заблокированы в структуре льда и эффективность плавления ограничена.