

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛИКВИДАЦИИ КОЛЕЙНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Е. А. ПАНТЕЛЕЕВА, К. С. РАЗВODOV
ПКП «Гомельдорпроект», г. Гомель

Ровность покрытия автомобильной дороги – один из основных факторов безопасности движения. Но в процессе эксплуатации неизбежно появляется колея, препятствующая безопасному движению.

Проблема образования колеи и её ликвидация уже длительное время считается одной из важнейших для дорожников многих стран мира. Анализ данных показывает, что образование колеи недопустимой глубины составляет от 20 до 35 % всех причин снижения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог. В ряде стран установлены нормативные пределы допустимой глубины колеи, а также допустимой толщины воды в колее. При высоких скоростях движения и быстром выходе из колеи риск возникновения ДТП превышает нормативное значение при глубине колеи порядка 15–17 мм, что соответствует прогнозируемой колеи для применяемых конструкций уже на 3–5-й год эксплуатации. Проектирование дорожных конструкций, устойчивых к колееобразованию, позволит существенно повысить потребительские свойства автомобильных дорог [1].

Асфальтобетон по своей сути является упруго-вязким пластичным материалом, который имеет все основные проявления, свойственные этой категории материала: усталость восприятия нагрузки; перераспределение основного каркасного материала – щебня, который находится в составе асфальтобетона, поскольку основным элементом асфальтобетона является дисперсная структура асфальтовяжущая, придающая ему свойства упруго-вязкопластического тела. Это не упругое тело, он будет накапливать остаточные деформации по мере нагрузки. Упруго-пластические свойства и свойства накопления остаточной деформации асфальтобетона находятся в некоторой зависимости от температуры. Асфальтобетон при циклическом воздействии нагрузки, являясь упруго-вязкопластичным телом, не может восстанавливаться до тех же параметров, он восстановится, но чуть меньше. Эта разница и называется остаточной деформацией.

Главная причина колеи объясняется процессами накопления остаточных деформаций в каждом слое дорожной одежды и в верхнем дорожном слое полотна. Это так называемая «пластическая деформация». Второй и основной причиной является износ верхнего слоя покрытия в результате совместного воздействия износа и преждевременного ненормированного разрушения слоя асфальтобетона под влиянием внешних факторов, к которым относятся наряду с воздействием колес осадки, перепады температур и солнечная радиация. Эта колея разрушения и износа образуется только в верхнем, замыкающем, слое дорожной одежды. Второй вид колеи образуется при преждевременном разрушении и износе слоя дорожной одежды, то есть верхнего слоя. В реальных условиях эксплуатации автомобильной дороги оба эти фактора действуют еще и совместно и в существенной степени влияют на безопасность движения. Их необходимо разделять для того, чтобы не только понимать причины образования колеи, но и чтобы знать, как с этой колеей бороться.

Метод борьбы с образованием колеи выбирают в каждом конкретном случае на основе анализа результатов обследования общего состояния дороги, выявления причин образования колеи, их глубины, геометрических параметров, протяженности, интенсивности и состава движения. Методы борьбы с образованием колеи можно разделить на четыре основные группы:

- 1) организационно-технические мероприятия по снижению темпов образования колеи;
- 2) методы ликвидации колеи без устранения или с частичным устранением причин образования колеи;
- 3) методы ликвидации колеи с устранением причин их образования;
- 4) методы предупреждения образования колеи.

В 3/4 случаев образование колеи связано с попаданием внутрь материала покрытия воды и вызванными ей разрушениями, поэтому необходимо защищать покрытие дороги. Это можно делать с помощью различных пропиток и эмульсий или с помощью заливки слоя износа. Пропитки проникают вглубь материала покрытия, заполняют поры и обеспечивают хорошую адгезию эмульсии к покрытию. Такая обработка дает полную защиту от проникновения дождевой воды в поры покры-

тия и в десятки раз снижает пыльность. Единственный минус данного метода – раз в полтора-два года необходимо обрабатывать поверхность эмульсией, для возобновления защитного слоя. Слой износа представляет собой слой литого асфальтобетона толщиной 0,5–2 см с втопленным в него черным щебнем для увеличения сцепления с колесами автомобилей. Слой износа обеспечивает полную защиту от воды и полностью устраняет пыльность покрытия. Служит слой износа не менее пяти лет, и для ремонта изношенных участков достаточно двух рабочих и одной машины-ремонтника [1].

Организационно-технические мероприятия по снижению темпов образования колеи включают в себя: регулирование режима движения тяжелого грузового автомобильного транспорта, контроль за соблюдением требованием по величине фактической нагрузки на ось автомобиля, организацию равномерного распределения движения по всей ширине проезжей части, устранение мест снижения скоростного режима. Организационно-технические мероприятия целесообразно применять совместно с методами ликвидации колеи без устранения или с частичным устранением причин их образования.

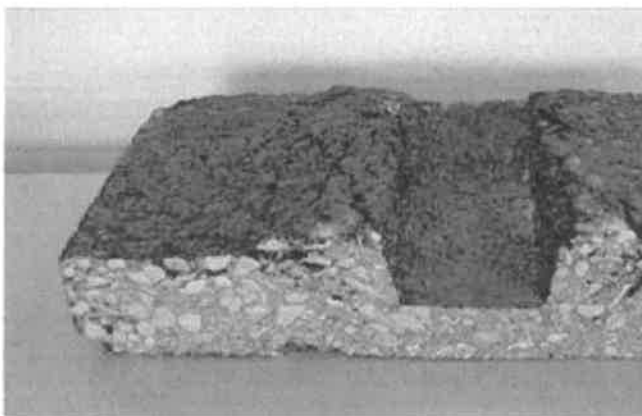
Методы ликвидации колеи без устранения или с частичным устранением причин их образования включают в себя: выравнивание поперечного профиля заполнением колеи ремонтным материалом или срезанием гребней выпора по обеим сторонам колеи с заполнением оставшейся части колеи ремонтным материалом или без заполнения.

Методы ликвидации колеи с устранением причин их образования включают в себя: стабилизацию или удаление и замену нестабильного слоя без усиления или с усилением дорожной одежды, повышение жесткости нижележащих слоев покрытия, стабилизацию или замену грунтов активной зоны земляного полотна, осушение и обеспечение отвода поверхностных и грунтовых вод.

Методы предупреждения образования колеи включают в себя: расчет и конструирование дорожной одежды и земляного полотна с учетом накопления остаточной деформации в допустимых пределах, устройство верхних слоев покрытия – из материалов с высокой сдвигоустойчивостью и сопротивлением износу, а слоев основания – из материалов с высоким сопротивлением структурным разрушениям и образованию остаточных деформаций, использование армированных слоев в покрытиях.

Добавка PR Plast S предназначена для улучшения физико-механических свойств асфальтобетонных смесей: предел прочности при сжатии; сдвигоустойчивость. Добавка PR Plast S представляет собой гранулированный материал округлой формы размером 3 мм. Добавка PR Plast S вводится в минеральную часть во время производства асфальтобетонной смеси в размере не менее 0,3 % от массы минеральной части асфальтобетонной смеси в соответствии с технологическим регламентом, утвержденным в установленном порядке. Добавка вводится непосредственно в смесительный барабан. Проводится короткое «сухое» смешивание (около 5 секунд), затем «мокрое» смешивание с добавлением битума. Температура изготовления должна быть в диапазоне 170–180 °С. Кладка должна осуществляться при температуре в 100–110 °С. Использование добавки приводит к повышению уровня эластичности на 25 %, повышению сопротивления к образованию колеи, в том числе при высоких температурах.

а)



б)

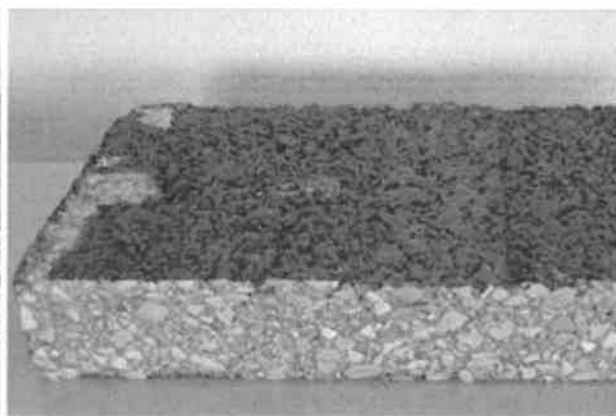


Рисунок 1 – Анализ применения добавки PR Plast S:
а – без добавки; б – с добавкой

Список литературы

- 1 Конорева, О. В. Анализ современных методов повышения устойчивости асфальтобетонных покрытий к колееобразованию / О. В. Конорева, Ю. А. Муравьев // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 4.
- 2 Ремонт колеейности на автомобильных дорогах // Road Masters.ru: Интернет-журнал о строительстве дорог [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://roadmasters.ru/remont-dorogi/tekushchij/metody-remonta-kolejnosti.html>. – Дата доступа : 10.09.19.

УДК 656.022.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАДИУСОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КРИВЫХ ПРИ ВВЕДЕНИИ СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ

А. М. ПАТЛАСОВ

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна, Украина

И. Н. КРАВЧЕНЯ, Т. А. ДУБРОВСКАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Количественным показателем технической эффективности увеличения скорости на участке является сокращение времени хода ΔT , количественным показателем экономической эффективности – величина капиталовложений K на совершенствование постоянных устройств.

Увеличение радиусов кривых приводит к повышению скорости движения поездов и, как следствие, к сокращению времени хода ΔT . Однако чем больше величина радиуса кривой, тем большие капиталовложения K требуются для реконструкции линии. В реальных условиях капиталовложения, отпускаемые на реконструкцию, ограничены $K \leq K_0$. Ограничение может быть наложено и на сокращение времени хода $\Delta T \geq \Delta T_0$.

Рассмотрим пару взаимно двойственных задач оптимальной реконструкции криволинейных участков пути железных дорог с целью повышения скоростей движения поездов с минимальными денежными затратами.

Задача 1. Определение оптимальных радиусов при максимальном сокращении времени хода.

Пусть имеется участок железной дороги, на котором располагается m независимых (однорядусных и составных) кривых. На каждой i -й ($i = \overline{1, m}$) кривой известны: длина криволинейного участка l_i ; ограничение скорости в пределах этого участка v_i ; угол поворота α_i ; капиталовложения K_i , необходимые для реконструкции единицы длины кривой; параметр a , зависящий от величины возвышения наружного рельса и допускаемой величины непогашенного ускорения.

Ставится задача отыскания таких величин проектных радиусов R_i , ограничивающих скорость кривых, при которых капиталовложения K будут равны заданным K_0 , а сокращение времени хода ΔT будет максимальным:

$$\Delta T = \sum_{i=1}^m l_i \left(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{a\sqrt{R_i}} \right) \rightarrow \max; \quad (1)$$

при

$$\sum_{i=1}^m K_i \alpha_i R_i^2 = K_0. \quad (2)$$

Для решения поставленной задачи будем использовать метод неопределенных множителей Лагранжа. Составим функцию Лагранжа:

$$L(R_i, \lambda) = \sum_{i=1}^m l_i \left(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{a\sqrt{R_i}} \right) + \lambda \left(K_0 - \sum_{i=1}^m K_i \alpha_i R_i^2 \right), \quad (3)$$

где λ – множитель Лагранжа, который показывает, насколько изменится максимальное сокращение времени хода ΔT в оптимальном решении при увеличении величины капиталовложений K_0 на единицу.