

Ю. В. Буртыль, начальник отдела оценки и планирования РУП «Белдорцентр»

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

The paper contains description of new methods diagnostic pavement. May be to propose correlation between carpet's smoothness and reliability of non-rigid road constructions.

Перспективное планирование работы автомобильной дороги невозможно без детального изучения напряженно-деформированного состояния материалов в слоях дорожной одежды. Ввиду многообразия факторов, определяющих прочность дорожной одежды, и их изменения с течением времени определить истинное прочностное состояние дорожной одежды затруднительно. Кроме того, при всяком взаимодействии нагрузки с материалом в вязкой стадии в процессе эксплуатации происходят необратимые деформации и накопление осадка, что не позволяет в полной мере говорить о применении в расчетах теории упругости. С другой стороны, при рассмотрении автомобильной дороги как комплексного сооружения с множеством параметров можно сделать предположение о взаимосвязи основных характеристик покрытия и земполотна с прочностью конструкции. В РУП «Белдорцентр» проводились исследования, направленные на изучение взаимосвязи процессов, проходящих в конструкции, с оценкой напряженно-деформированного состояния в слоях, при оценке прочностного состояния дорожных по ровности и дефектности покрытий.

Исследования проводились на участках существующих автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием и с интенсивностью движения приведенных автомобилей к группе А не менее 800 авт/сут. Одновременно проводились испытания дефлектометром падающего груза FWD «PHONIX» (динамическое воздействие) и длиннобазовым прогибомером (статическое воздействие). Возникающие напряжения от статического и динамического воздействия, как известно, пропорциональны нагрузке приложенной на покрытие:

$$\sigma_{ст} = Q_{доп} \cdot \alpha + k_1;$$

$$\sigma_{дин} = Q_{доп} \cdot \beta + k_2,$$

где $\sigma_{ст}$, $\sigma_{дин}$ – напряжения от статического и динамического воздействия нагрузки; $Q_{доп}$ – допускаемая нагрузка на ось; α , β – коэффициенты, зависящие от величины накопленных пластических деформаций; k_1 , k_2 – коэффициенты, зависящие от интенсивности движения на участке дороги.

Построенная по экспериментальным данным зависимость может принять вид

$$K_{дин} = F(Q_{доп})$$

где $Q_{доп}$ – допустимая нагрузка, действующая на покрытие без разрушения.

Полученный таким образом коэффициент динамичности позволяет охарактеризовать участок дороги с точки зрения перспективы его работы без разрушения. Представляется необходимым разработать модель регрессии прочности конструкции и определить допускаемую нагрузку на ось. Переменная нагрузка представляется в виде силы, величина которой меняется по синусоидальному закону, характеризующему одновременно и математическую модель продольного профиля дороги.

$$Q(t) = Q_{max} \cdot \sin mt$$

для покрытия

$$A(t) = A_{max} \cdot \cos mt$$

где A – амплитуда колебаний (величина неровностей).

Учитывая, что неровности покрытия могут характеризоваться вертикальными колебаниями «груза», можно предположить взаимосвязь между ровностью покрытия и коэффициентом динамичности:

$$K_{дин} = f(A).$$

В дальнейшем исследовании воздействия колеса автомобиля на покрытие позволили установить взаимосвязь между скоростью удара колеса и величиной неровностей покрытия с учетом скорости движения и интенсивности. Ровность покрытия одновременно измерялась лабораторией «Профилограф» и лабораторией ИВП-1М при скорости движения 70–80 км/ч. Эмпирически была установлена пропорциональная зависимость между ровностью и коэффициентом динамичности.

Ухудшение ровности приводит к увеличению амплитуды колебаний, что влияет на значение коэффициента динамичности. При движении автопоездов по ровным асфальтобетонным дорогам (IRI менее 3–3,5 м/км) со скоростями до 70 км/ч коэффициент динамичности не будет превышать 1,25. При величине IRI более 4,5 м/км и исправной подвеске тяжеловесного транспортного средства коэффициент динамичности может принимать значения 1,4–1,5. В то же время при проезде по дороге автомобилей со скоростями 70 км/ч и более с неисправной подвеской среднее квадратичное значение коэффициента динамичности достигает 1,6–1,8.

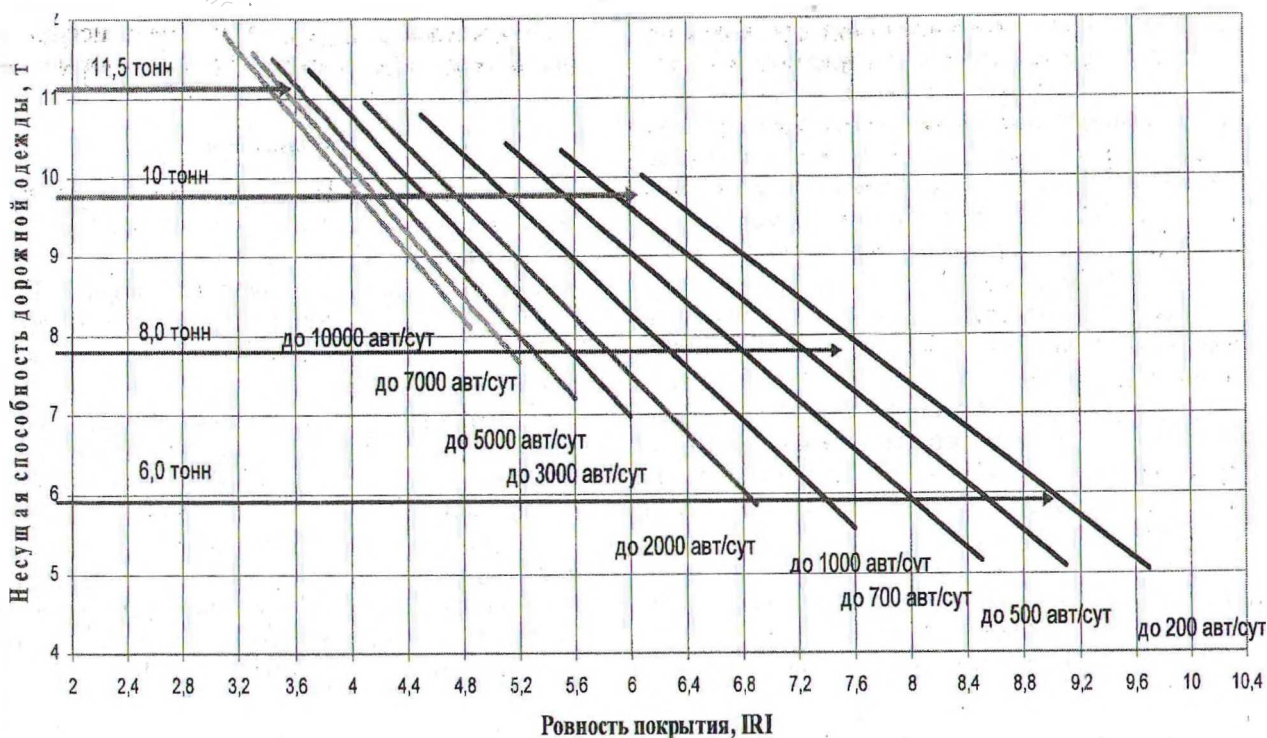


Рисунок. Номограмма зависимости несущей способности дорожных одежд от ровности покрытий

Следует учитывать, что при использовании для перевозок тяжеловесных грузов специальных транспортных средств, позволяющих распределять общую массу на большее количество осей (6–8 и более), а также выравнять нагрузки на оси, снижается величина воздействия динамической нагрузки. Опытным путем была установлена зависимость несущей способности дорожной одежды от ровности асфальтобетонного покрытия (рисунок):

$$Q = a \cdot IRI + b,$$

где Q – несущая способность дорожной одежды, т; IRI – ровность покрытия, м/км; a , b – эмпирические коэффициенты, зависящие от интенсивности движения;

В настоящее время при обследовании участков дорог М-1 Брест – Минск – гран. Российской Федерации, М-4 Минск – Могилев, М-5 Минск – Гомель, дорожная одежда которых обладает высокой несущей способностью и требует высокой прочностью, наблюдается значительная дефектность покрытия и нарушение микропрофиля дорожной одежды. Такая ситуация вызвана ухудшением ровности покрытия и в связи с этим нарушением структуры верхних слоев, в которых возникают максимальные напряжения при проезде тяжеловесных транспортных средств. На основании собственных исследований и учета зарубежного опыта нами установлено уравнение регрессии ровности во времени, представляющее экспоненциальную зависимость вида

$$IRI_t = IRI_0 \cdot e^{at},$$

где IRI_t – значение ровности на прогнозируемый год; IRI_0 – значение ровности на начальный год исследований; t – прогнозируемый год; a – эмпирический коэффициент.

Анализируя данное уравнение для каждого участка дороги, можно спрогнозировать степень повреждения верхних слоев дорожной одежды и предварительно оценить величину ущерба от проезда тяжеловесных транспортных средств. Следовательно, рассматривая допустимую нагрузку как искомую величину, можно предположить, что

$$Q = f(A).$$

При решении практических задач, связанных с оценкой фактических сроков службы жестких дорожных одежд и транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог, следует руководствоваться предельно допустимым эксплуатационным состоянием по ровности [2].

При рассмотрении дефектности покрытия и приросте дефектности по каждому виду структурного разрушения можно сделать прогноз о долговечности покрытия и исследовать эффект «отражения» некоторых дефектов на новых покрытиях.

Измерения упругого прогиба и напряжений в связных слоях дорожной одежды подтвердили ослабление прочности слоев в различной степени при наличии определенных дефектов. Создание классификационной таблицы видов дефектов, их линейной частоты и плотности распределения на отдельных участ-

как позволили в приближенной степени оценить прочностное состояние дорожной одежды. В настоящее время функциональную зависимость между дефектами покрытия и прочностными характеристиками выявить не удалось, однако созданная классификация позволяет оценивать степень разрушения элементов дорожной одежды. За основу такого подхода при оценке прочностного состояния дорожной одежды взята методика определения несущей способности по видам разрушений покрытий, описанная в пособии 3.03.01-96 к СНиП 2.05.02-85 «Проектирование жестких дорожных одежд». При принятии окончательного решения о прочностном состоянии жестких дорожных одежд необходимо оценивать дорогу комплексно, опираясь на данные диагностики и учитывая ровность и состояние покрытия одновременно. В дальнейшем такие исследования позволят создать систему комплексной оценки напряженно-деформирован-

ного состояния конструкции независимо от накопления пластических и остаточных деформаций

Литература

1. Леонович И. И. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог: Учеб. пособие. – Мн.: БНТУ, 2002. – 357 с.
2. Региональные и отраслевые нормы (ВСН 41-88) / Министерство автомобильных дорог РСФСР. – М.: ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1988. – 8 с.
3. Проектирование жестких дорожных одежд: Пособие 3.03.01-96 к СНиП 2.05.02-85 / Минстройархитектуры Республики Беларусь. – Мн.: БГДНИИ, 1997. – 86 с.
4. Нестерович И. В. Критерии ровности асфальтобетонных дорожных покрытий и их использование при оценке эксплуатационного состояния автомобильных дорог: Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11. – Мн., 2005. – 163 с.