

Определение коэффициента динамичности в зависимости от величины неровности дорожного покрытия

Солодка М.Г.

Белорусский национальный технический университет

Динамические процессы взаимодействия автомобиля и дороги в различной степени определяются множеством факторов, к которым также относятся неровность дорожных покрытий и параметры движущихся автомобилей. Определены наиболее значимые из них и математически связаны значения динамических нагрузок автомобиля через коэффициент динамичности с качеством дорожного покрытия и скоростью движения транспортных средств по нему.

Взаимодействие транспортного средства и автомобильной дороги, требует глубокого анализа показателей динамического воздействия транспортного потока на конструкцию автомобильной дороги, а также учета степени влияния неровности дорожного покрытия на колебания конструкции транспортного средства.

Изучение увеличения динамического воздействия нагрузки и, как следствие, накопления неровностей, необходимо при расчетах проектирования и эксплуатации автомобильных дорог, например в расчетах материального ущерба при проезде тяжеловесного и крупногабаритного транспорта.

Процесс движения автомобиля по дороге сопровождается воздействием шины его колес на дорожное покрытие в области, представляющей по своей конфигурации овал различной формы, зависящей от типа и грузоподъемности транспортного средства.

Шина рассматривается как элемент подвески автомобиля частично гасящий динамические нагрузки, оказываемые на дорогу. При кратковременном взаимодействии (тысячные доли секунды при скоростях движения более 60...100 км/ч) шина может рассматриваться как почти абсолютно жесткое тело, не деформируемое элементом высоты неровности. Упругий характер взаимодействия шины с неровностью дорожного покрытия рекомендуется учитывать через изменение радиуса кривизны нежесткого колеса при его взаимодействии с высотой неровности. Изменение жесткости колеса увеличивает радиус кривизны колеса в зоне контакта автомобиля с дорогой. Соответственно, для колес с меньшей жесткостью коэффициент динамичности будет меньше и наоборот.

Исследования показали, что величины прогибов невелики и определяются десятными долями миллиметра, при этом, чем выше скорость движения, тем меньше деформируется дорожная одежда, причем откосы прогиба неровности дорожного покрытия можно рассматривать как прямолинейные.

Касательные и вертикальные воздействия от колес транспортных средств на дорожное покрытие при движении имеют динамический характер и переменны по величине, направлению и статистическим показателям.

Динамические нагрузки автомобиля на дорогу увеличиваются при движении по неровной поверхности дорожного покрытия и сопровождаются ударами и колебаниями колес и кузова автомобиля.

Коэффициент динамичности нагрузки – коэффициент отражающий увеличение нагрузки (деформации) при динамическом воздействии по сравнению со статическим.

Величина коэффициента динамичности зависит от массы и загруженности автомобиля: для грузовых транспортных средств. Увеличение скорости движения сопровождается вначале быстрым ростом коэффициента динамичности, затем рост этой величины замедляется. Так при высоких скоростях он практически не меняется.

При расчете нагрузки на дорожную конструкцию отечественных нормативных документах коэффициент динамичности принимается равным 1,3. При значении $K_{дин}$ больше нормативного, 1,3, нагрузки считаются динамическими перегрузками.

Для участков автомобильных дорог с неудовлетворительным показателем ровности коэффициенты динамичности необходимо рассчитывать в зависимости от величины неровности дорожного покрытия, осевой нагрузки автомобиля и скорости его движения, т.к. их величины очень различаются. В качестве показателя расчетного коэффициента динамичности эксплуатируемых автомобильных дорог необходимо использовать значение максимального коэффициента динамичности при движении по планируемому участку со скоростью 85 км/ч.

Максимальный коэффициент динамичности связан с неровностью дорожного покрытия и не отражает уровень динамического воздействия транспортных средств на всем участке автомобильной дороги. На неровных участках максимальные коэффициенты динамичности для грузового автомобиля могут превышать 2,0. Для моделирования динамического воздействия автомобиля на дорожное покрытие используется иммитационная модель, учитывающая высоту неровностей, которые влияют на колебания автомобиля.

Процесс движения транспорта по автомобильным дорогам имеет случайный характер. Поэтому уровень повреждаемости автомобилей и, естественно, дорог, по которым они перемещаются, также подчиняется законам случайных процессов.

Рассмотрена последовательность установления влияния эксплуатационного состояния дороги на формирование динамических нагрузок между автомобилем и дорогой.

Целью расчета было установление значимости факторов, определяющих величины максимальных динамических нагрузок 2-осных автомобилей, коэффициента динамически и характера изменения динамической нагрузки в зависимости от эксплуатационного состояния автомобильной дороги (в частности, от неровности покрытий). Для этого необходимо было рассмотреть функциональную зависимость:

$$K_{\text{дин}} = f(IRI, V_a). \quad (1)$$

Обработывая экспериментальные данные, позволило получить следующую зависимость (2), отражающей зависимость величины $K_{\text{дин}}$ динамической нагрузки для задней оси автомобиля от основных влияющих факторов: $IRI(x_1)$, $V_a(x_2)$.

Функциональная зависимость (1) примет вид:

$$K_{\text{дин}} = 0,816 + 0,027 \cdot x_1 + 0,0033 \cdot x_2 + 0,00072 \cdot x_1 \cdot x_2, \quad (2)$$

где $x_1 \in [1; 8]$, $x_2 \in [60; 100]$.

По результатам выполненных расчетов и их анализа можно сформулировать следующие выводы:

- использование функциональной зависимости (1) для оценки влияния нескольких внешних факторов на оптимизацию коэффициента динамичности позволяет получить упрощенное эффективное и адекватное описание взаимодействия элементов в системе «автомобиль – дорога»;

- при исследовании влияния неровностей дорожного покрытия на максимальный коэффициент динамичности, используя функциональную зависимость (2) по степени влияния определены – показатель ровности дорожного покрытия и скорость автомобиля.

Литература

1. Солодкая, М. Г. Определение влияния эксплуатационного состояния автомобильных дорог на динамические нагрузки автомобиля / М.Г. Солодкая, Я. Н. Ковалев // Автомобильные дороги и мосты. – 2010. – № 2(6). – С. 110–115.
2. Солодкая, М. Г. Исследование некоторых закономерностей в системе «автомобиль – дорога» / М. Г. Солодкая // Наука и техника. – 2013. – № 2. – С. 40–43.
3. Тагаев, К. А. Повышение транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог при текущем ремонте и содержании: автореф. дис. канд. техн. наук : 08.00.05 / К.А. Тагаев ; Ташк. автомоб.-дор. институт.

УДК 691.168

Теоретические основы деструктивного воздействия погодно-климатических факторов на поверхностный слой асфальтобетона

Ходан Е.П.¹, Игошкин Д.Г.²

¹Белорусский национальный технический университет

²Государственное предприятие «БелдорНИИ»

Важнейшим свойством асфальтобетона, предопределяющим долговечность этого материала, является устойчивость его структуры в условиях изменяющегося влажностного и температурного режимов. Подобно большинству других пористых строительных материалов, асфальтобетон разрушается главным образом при длительном или периодическом увлажнении, а также в результате попеременного замораживания и оттаивания. Помимо разрушающего действия воды при ее замерзании в порах, адсорбционные слои воды, понижая поверхностную энергию, облегчают образование новых поверхностей в асфальтобетоне при ее деформировании. Расклинивающее действие водных пленок, разъединяющих минеральные зерна и отслаивающих битумные слои, усиливает разрушающий эффект [1].

При длительном увлажнении вода проникает в поры асфальтобетона, частично насыщает битум, проникает через дефектные места битумных слоев к поверхности минеральных зерен. Все это способствует отслаиванию би-