

ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА НЕЖОРСТКИЙ ДОРОЖНІЙ ОДЯГ З УРАХУВАННЯМ РІВНОСТІ ПОКРИТТЯ

Саркісян Г.С., асп.

Ряпухін В.М., к.т.н., проф.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

gorsar14@gmail.com

Сучасні методи розрахунку нежорстких дорожніх одягів орієнтовані на коефіцієнт динамічності 1,3. Покрытие приймається при цьому рівною поверхнею. Але в процесі експлуатації на покритті нерівномірно по довжині утворюються деформації, які спочатку не особливо впливають на показники рівності, але вже мають коефіцієнт динамічності більше ніж 1,3, що з точки зору напружено-деформованого стану покриття і його міцності може виявитися небезпечним. Аналіз науково-технічних публікацій з цієї проблеми дозволяє стверджувати, що фактичні форми нерівностей на покритті відрізняються від згладжених поверхонь. Відповідно і динамічні дії на покриття будуть інші.

За літературними і експериментальними даними з урахуванням характеру впливу навантаження на покриття ми виділили 3 основні форми нерівностей – увігнута і опукла криві та уступ. При русі по увігнутій кривій визначним показником дії автомобіля на покриття буде радіус кривої, який можна визначити, знаючи рівняння кривої. Додаткове навантаження на дорожній одяг при русі по увігнутій кривій дорівнюватиме відцентровій силі, величина якої залежить від маси автомобіля, що приходить на вісь, швидкості руху та радіусу кривої. Коефіцієнт динамічності в такому випадку буде дорівнювати відношенню суми розрахункового і додаткового навантаження на вісь до розрахункового навантаження на вісь.

Рух по першій половині опуклої кривої представляє собою режим полегшеного навантаження на дорожній одяг, тому що відцентрова сила буде направлена вгору. Небезпечною є друга ділянка опуклої кривої, де автомобіль

пролітає деяку відстань і падає на покриття з певної висоти. Ця висота падіння залежить від траєкторії руху автомобіля, його швидкості, та кривої, що описує профіль покриття. Рівняння траєкторії, по якій буде рухатися автомобіль, представимо як траєкторію тіла, кинутого горизонтально з певною швидкістю.

Знаючи рівняння кривої профілю, можемо вирішити систему рівнянь спільно з рівнянням траєкторії руху. Рішенням системи рівнянь буде горизонтальна координата точки, де приземлиться автомобіль і буде найбільший динамічний удар. Маючи горизонтальну координату, підставимо її в одне з рівнянь і знайдемо висоту «падіння». Ця висота «падіння» і буде визначальним параметром при розрахунку коефіцієнта динамічності. Для розрахунку коефіцієнта динамічності скористалися формулою Смірнова А.В. [1]:

$$K_{дин} = 1 + \sqrt{\frac{1}{g \cdot U} \left(\frac{2 \cdot h \cdot g}{S} \right)^2}, \quad (1)$$

де V – швидкість горизонтального руху автомобіля, м/с;

S – відстань між нерівностями (крок нерівностей), м;

g – прискорення вільного падіння тіла, м/с²;

U – прогин покриття при статичній дії вантажу, м;

h – висота «падіння», м.

Відповідно до нормативних документів, які діють в Україні рівність дорожніх покриттів нормують за Міжнародним Індексом Рівності – IRI – (International Roughness Index) – показник рівності, який визначається за результатами моделювання руху «золотого» автомобіля спеціальною комп'ютерною програмою по виміряному профілю.

Визначення рівності по IRI для стандартних ділянок довжиною 100 м недостатньо характеризує стан покриття. Необхідно виділити для аналізу більш короткі ділянки 10-20 м. Тоді навіть на покриттях із задовільним загальним показником рівності є ділянки з істотними нерівностями.

При аналізі показника рівності IRI на кожні 10 м була використана градація відповідно до ГОСТ 33388-2015 [2].

Вимірювання профілів покриття виконувалося на автомобільній дорозі III категорії Т-2104 Харків-Старий Салтів-Чугунівка. Було обрано три ділянки довжиною двісті метрів, а саме вісімнадцятий, двадцять перший та двадцять дев'ятий кілометри. Ділянки були обрані за таким принципом: пряма ділянка, мінімальний ухил, різний стан покриття на ділянках. Для зйомки використовувався прецизійний нівелір НА-1 і телескопічна рейка з рівнем та напівсферичним під'ятником. В результаті зйомки отримали набір точок по осі правої смуги накату із кроком вимірювання 25 см.

За допомогою програми ProVAL були побудовані поздовжні профілі покриття та розраховані показники рівності IRI для кожної ділянки. Розраховувалися середні показники рівності IRI на ділянках по 100 м та показники рівності IRI на кожні 10 м. За середніми показниками рівності отримали ділянки із рівністю 7,51 мм/м, 4,01 мм/м та 2,73 мм/м. Відповідно до СОУ 45.2-00018112-078:2012 [3] перша ділянка не відповідає граничному значенню в 5,5 мм/м для III категорії дороги, друга ділянка знаходиться в задовільному стані, а третя – в відмінному. Для детального аналізу були розраховані показники рівності IRI на кожні 10 м. Для кожної ділянки дороги було виокремлено границі окремих нерівностей. При цьому нехтували нерівностями висотою до 5 мм, так як нерівності до 5 мм вважаються шорсткістю покриття. Такі нерівності повністю поглинаються демпфуючою здатністю шини.

Отже, для кожної нерівності були визначені її параметри і коефіцієнти динамічності. Результати розрахунків наведені в таблиці. Була розрахована загальна кількість нерівностей певної форми з певними характеристиками для кожні ділянки дороги в 200 м. Та окремо для ділянок по 10 м, що знаходяться в різних діапазонах за показником IRI

Також розрахована середня кількість нерівностей, що приходить на 1 ділянку в 10 м. На основі результатів обробки експериментальних даних

приходимо до висновку, що навіть на ділянках з відмінною рівністю за показником IRI на 100 м є вірогідність нерівностей з K_d більше за 1,3. Ділянки з такими нерівностями є потенційно небезпечними і на них може розпочатися процес руйнування.

Вагомий вплив на інтенсивність динамічних дій на поверхню покриття має форма нерівності. Тому варто ще на стадії проектування дорожнього одягу враховувати той факт, що інтенсивність динамічних дій на поверхню покриття визначається його рівністю. Своєчасно визначаючи початок процесу інтенсивного зниження міцності асфальтобетонного покриття за допомогою аналізу зміни рівності покриття, можливо попередити передчасне руйнування і деформацію всіх шарів дорожнього одягу. Динаміка зміни рівності покриття на різних етапах експлуатації дороги визначає її працездатність і довговічність.

Проаналізувавши отримані дані, приходимо до висновку, що існує певна залежність між кількістю нерівностей, їх формою і показником IRI. Але для точного встановлення цієї залежності необхідно провести статистичну обробку набагато більшого обсягу даних.

Література:

1. Смирнов А.В. Динамическая устойчивость и расчет дорожных конструкций: учеб. пособие / А.В. Смирнов, С.К. Иллиополов, А.С. Александров ; СибАДИ, РГСУ. – Омск : СибАДИ, 2003. – 189 с.
2. ГОСТ 33388-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению диагностики и паспортизации.
3. СОУ 45.2-00018112-078:2012 Автомобільні дороги. Оцінка рівності дорожніх покриттів за Міжнародним Індексом Рівності (IRI).