

9. Пятигорский В.М. Технические средства для наружного архитектурного освещения / В. М. Пятигорский // Искусство освещения города: Сб. ст. / под ред. Ю. Б. Айзенберга. – М.: Знак, 2002. – С.
10. Салтыков В.А. Совершенствование наружного освещения городов // Світлотехніка. – 2009. – № 3. – С. 50-54.
11. Сластина Е.А., Станишевская Л.С. Современные способы подсветки в экспериментальном поиске светового образа исторических зданий // Новые идеи нового века. - 2011. - № 1. - С. 418-422.
12. Червяков М.М., Щур О.А. Эволюция языка света в архитектуре. Пенза: Изд-во ПГУАС, 2014. - С. 56.
13. Шипельский М.И., Азарова Д.С. Искусственное освещение архитектурных объектов в контексте семиотического анализа // Новая наука: стратегии и векторы развития. – 2017. – Т.2, вып. 3. – С. 174-178.
14. Шепетков Н.И. Экология и эстетика световой среды города // Светотехника. – 1993. – № 5/6. – С. 43.
15. Щепетков Н.И. Формирование световой среды вечернего города: автореф. дис. ... д-ра арх.: 18.00.01 / Щепетков Н.И.; МАРХИ. – М., 2004. – 68 с.
16. Яців М.Б. Концептуальні засади світлового дизайну історичних будівель і пам'яток архітектури // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2010. – № 674: Архітектура. – С. 223–229.

Kononenko A. Yu. MODERN TENDENCIES OF ARCHITECTURAL OBJECTS LIGHTNING. The article is devoted to the problem of design of architectural objects outdoor lightning. Author analyses the ways of using artificial light sources, reveals principles of forming architectural object's image and the achievement of its visual ecology.

Key words: outdoor artificial lightning, architectural lightning, light composition, illuminating characteristics, visual ecology.

Кононенко Г.Ю. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ОСВІТЛЕННЯ АРХІТЕКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ. Стаття присвячена проблемі проектування зовнішнього освітлення архітектурних об'єктів. Автор аналізує способи використання штучних джерел світла, виявляє принципи формування світлового образу архітектурного об'єкту, досягнення його екологічності.

Ключові слова: зовнішнє штучне освітлення, архітектурне освітлення, світлова композиція, світлотехнічні характеристики, візуальна екологія.

УДК 528.2/5

Ряпухин В.Н.

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
(ул. Ярослава Мудрого, 25, Харьков, 61000, Украина; e-mail: rp@khadi.kharkov.ua)*

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕЦИЗИОННЫХ НИВЕЛИРОВ ДЛЯ СЪЕМКИ МИКРОПРОФИЛЕЙ ПОКРЫТИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Рассматривается проблема использования данных по измерению и оценке ровности автомобильных дорог для целей расчета дорожных одежд. На основе совместного анализа физики взаимодействия колес транспортных средств с волнистой поверхностью и методики оценки ровности по Международному критерию ровности (IRI) предложена методология продольного нивелирования покрытия. Обоснована требуемая прочность и необходимые для этих целей геодезические инструменты. Предложены более современная методика нивелирования покрытия по полосе наката, позволяющая с помощью геодезических измерений получить более полный, достоверный банк данных относительно микропрофилей покрытия.

Ключевые слова: ровность, прочность дорожных одежд, надежность, достоверность, исходные данные, продольный профиль покрытия, нивелирование, точность геодезических измерений.

Введение. В Украине, как и в большинстве стран, расчет нежестких дорожных одежд основывается на трех критериях прочности [1-5]. Априори принимается, что выполнение всех трех критериев прочности гарантирует прочность и надежность дорожной одежды на расчетный срок службы. Однако, в действительности ввиду

многообразия факторов, влияющих на поведение нежестких дорожных одежд под нагрузкой, говорить о фактической прочности и надежности дорожной одежды в период эксплуатации, основываясь только на расчетном соблюдении критериев прочности, весьма проблематично.

В процессе эксплуатации дорожных одежд, работающих в вязкоупругой и вязкопластической стадиях, появляются необратимые деформации. Наличие такого вида деформаций ставит под вопрос правомерность применения в расчетах классических теорий прочности [6]. Как правило, опасное напряженно-деформированное состояние возникает в местах усиленного динамического воздействия транспорта на покрытие дорожных одежд при эксплуатации. Частота и амплитуда колебания транспортного средства при движении по волнистой поверхности способствуют усилению динамического воздействия на покрытие [7].

Амплитуда и длина волн микропрофиля покрытия формируют основные параметры одной из важнейших характеристик эксплуатационного состояния автомобильных дорог – ровность. От показателей ровности покрытия дорожных одежд зависят основные потребительские свойства дороги – скорость и безопасность движения. Непосредственно по показателям ровности расчет дорожных одежд не производится. Хотя, как уже отмечалось, неровности на покрытии вызывают усиление динамического воздействия транспортных средств и изменение напряженно-деформированного состояния дорожной конструкции. Очевидно, что необходимо дополнить расчет нежестких дорожных одежд по критериям прочности расчетами, учитывающими параметры ровности покрытия.

Механика взаимодействия колес транспортных средств с неровностями различной формы и размерами изучена достаточно хорошо [8-12].

При ударе колеса о покрытие величина динамической нагрузки определяется, исходя из законов кинематики (1):

$$Q_d \cdot \Delta t = m_k \cdot V_1, \quad (1)$$

где Q_d – динамическая нагрузка, кН; Δt – время контактного воздействия, с; m_k – масса автомобиля, приходящаяся на колесо, кг; V_1 – скорость движения колеса, м/с.

Скорость движения колеса, падающего с высоты h_n , определяется из выражения (2):

$$V_1 = \sqrt{2gh_n}, \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²; h_n – высота неровности (амплитуда волны), м.

Динамическое давление колеса на покрытие (3):

$$P = \frac{Q_d}{\pi R^2} = \frac{m_k \cdot \sqrt{2gh_n}}{\Delta t \cdot \pi R^2}, \quad (3)$$

где R – радиус отпечатка колеса, м.

Δt можно определить, зная длину отпечатка колеса и скорость движения автомобиля V_a м/с (4):

$$\Delta t = \frac{2R}{V_a}. \quad (4)$$

Величина контактного давления на покрытие дорожной одежды при постоянных значениях массы колеса и радиуса отпечатка колеса зависит от времени контактного воздействия (скорость движения) и высота неровности (амплитуда волны).

Для измерения ровности применяются различные показатели и методы измерения, которые в конечном результате определяют ровность как сумму амплитуд колебаний автомобиля, относительно к единице длины (м/км) [9, 10, 13, 14]. По показателям ровности (м/км, см/км) невозможно выделить характерные неровности и их параметры, и определить величину динамической нагрузки. Необходимо получить качественный микропрофиль покрытия, определить требуемую точность нивелирования и разработать специальную методику нивелирования покрытия. Это позволит выделить характерные неровности и по их параметрам определить величину фактической динамической нагрузки.

Методы исследования (решение задачи). Постановка задачи и методы исследования. Современные методики съемки продольного профиля покрытия [9, 13-16], предназначенные для оценки ровности покрытия, не ставили своей целью фиксацию и анализ типов и размеров неровностей. Для продольной ровности выбирается и размечается через 0,5 – 0,25 м линия по полосе наката или на расстоянии 0,5 – 1,0 м от края проезжей части. Эта линия, по замыслу разработчиков, должна пролегать по оси полосы наката или вблизи ее. Отсчеты по рейке производят с точностью до 1,0 мм. Данная методика, с точки зрения исследо-

вания динамического нагружения на покрытие, не является достаточной. У грузовых автомобилей ширина спаренных колес по одному борту составляет, в среднем, от 60 до 65 см. Поэтому, теоретически, минимальная ширина полосы наката буде не менее 60 – 65 см. Фактическая ширина полосы наката покрытия в пределах от 75 до 85 (90) см [8, 9, 13].

Продольный профиль покрытия следует измерять, как минимум, по двум линиям: по оси полосы наката и на расстоянии 25 – 30 см справа, ближе к кромке проезжей части. Рекомендуемая точность отсчетов по рейке составляет 1,0 мм. При повторных измерениях среднее значение превышений (амплитуда волны, высота неровности) может быть получена с точностью до десятых долей миллиметра. Скорее всего, это будет при двух измерениях 0,5 мм. Следует обратить внимание, что точность в десятых долях миллиметра получена не в результате прямых измерений, а в результате усреднения измерений. Для обоснования точности измерения неровностей на проезжей части воспользуемся полученными значениями динамического давления на покрытие (3, 4) и исследованиями, проведенными в Омске (СГАДА) [11] и Беларуси [10]. Согласно исследований предельное значение неровностей при удовлетворительном состоянии покрытия составляет 4,9 – 6,1 мм, а для капитальных типов покрытия предельная неровность от 4,6 мм до 5,4 мм. Украинскими нормами [17] максимальная высота неровности (амплитуда волны) до 20 мм; отдельные выбоины допускаются глубиной до 40 мм. Согласно зависимости (3) – динамическое контактное давление при изменении высоты неровности от 3 мм до 3,5 мм возрастает на 8 – 9 %. При большей высоте неровностей 10 – 15 мм, изменение на 5 мм ведет к росту контактного давления на 15 – 18 %. Таким образом, было установлено:

1. Гарантированная точность определения высоты неровностей должна быть не более 0,5 мм. Для чего необходимо использовать оптические или электронно-оптические нивелиры с разрешающей способностью 0,1 – 0,2 мм.

2. Однолинейные измерения не гарантируют установления на полосе наката локальных неровностей, которые находятся не по оси полосы.

Методика измерения микропрофиля покрытия. Для измерения микропрофиля покрытия предлагается двухлинейное измерение прецизионными нивелирами с плоскопараллельной пластиной:

1. Вдоль внешней полосы наката по оси и правее оси на 25 см размечается две линии, на которых через 25 (50) ± 1 см делаются отметки для будущей установки реек.

2. Рейки должны иметь сферический резиновый подпятник и шкалу отметок с делениями по 1 мм, и оборудованы круглым уровнем. Для этих целей вполне подходят телескопические рейки с круглым уровнем (тип AGR-3). Круглый уровень имеет точность (β) до 5', поэтому отклонения рейки от вертикали ± 5' дает практически незначительную погрешность.

3. Прецизионный нивелир на рейках миллиметровой шкалой позволяет получать точность отсчетов 0,1 мм. Нивелир устанавливается на обочине на расстоянии 50 – 60 м от начальной точки измерения. Тогда с одной станции можно пронивелировать 100 – 120 м покрытия. Съемка делается одновременно по двум линиям, измерения заносятся в журнал нивелирования.

4. Обработка результатов нивелирования. По измеренным отсчетам определяются превышения, а затем абсолютные или относительные отметки точек нивелирования, для каждой линии отдельно.

Для анализа результатов обследования проезжей части строятся продольные профили (микропрофили) покрытия по каждой линии. Визуальный анализ графика продольного профиля позволяет выявить участки с различными неровностями и определить основные параметры: высоту (амплитуду) неровности и длину волны отдельных неровностей.

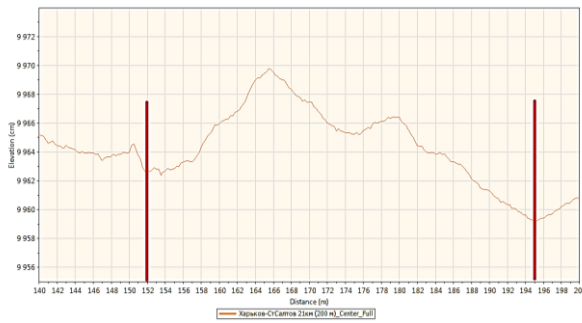


Рис. 1. Фрагмент продольного профиля с неровностью ($L_0 = 41$ м, $h_n = 11$ мм)

Выводы. На основании приведенного выше анализа учета влияния ровности покрытия дорожных одежд на расчеты дорожных одежд по критериям прочности можно сделать следующие выводы:

1. Традиционные методы сбора исходной информации для определения ровности дорожных одежд по Международному индексу ровности ни по объему информации, ни по ее точности не позволяют с достаточной надежностью рассчитывать дорожные одежды по критериям прочности.

2. Предлагаемая методика, основанная на результатах нивелирования продольного профиля покрытия с повышенной точностью с помощью прецизионных нивелиров с плоскопараллельной пластиной, существенно повышает точность измерений и позволяет выявить неровности и определить их параметры.

3. Нивелирование полосы наката по двум линиям повышает достоверность и надежность при оценке состояния покрытия для целей расчета дорожной конструкции на прочность.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дорожный одяг нежорсткого типу: ВБН В.2.3-218-186. 2004. – Офіц. вид. – К.: Державна служба автомобільних доріг України «Укравтодор», 2004. – 176 с. – (Національний стандарт України).
2. Проектирование нежестких дорожных одежд: ОДН 218.046-01 – М.: Государственная служба дорожного хозяйства министерства транспорта Российской федерации, 2001. – 94 с.
3. Проектирование дорожных одежд улиц и дорог населенных пунктов: ТКП 45–3.03-3-2004 (02250) – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2005. – 54 с.
4. Споруди транспорту. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4:2015. – К.: Мінрегіонбуд України,

2015. – 101 с. – (Національний стандарт України).
5. Методика проектування дорожнього одягу з конструкціями різного типу. М 218-02070915-633:2007. – Офіц. вид – К.: Державна служба автомобільних доріг України «Укравтодор», 2007. – 172 с. – (Нормативний документ Державної служби автомобільних доріг України)
6. Арсеньєва Н.О. Удосконалення методу розрахунку нежорстких дорожніх одягів з урахуванням критерію міцності асфальтобетонних шарів на зсув [Текст]: дис. ... кандидата техн. наук: 05.22.11 / Наталія Олександрівна Арсеньєва. – Х., 2014. – 213 с.
7. Сапунов В.Т. Основы теории пластичности и ползучести [Текст] / В.Т. Сапунов – М.: МИФИ, 2008. – 220 с.
8. Бируля А.К. Эксплуатация автомобильных дорог [Текст] / А.К. Бируля. – М.: Транспорт, 1966. – 326 с.
9. Леонович И.И. Диагностика автомобильных дорог [Текст]: учеб. пособие / Леонович И.И., Богданович С.В., Нестерович И.В. – Мн.: «Новое знание», 2011. – 350 с.
10. Буртыль Ю.В., Леонович И.И. Взаимозависимости ровности покрытия и прочности дорожной одежды [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <http://bsc.by/story/vzaimozavisimosti-rovnosti-pokrytiya-i-prochnostidorozhnoy-odezhdy> (дата обращения 10.12.2012).
11. Герцог В.Н. Расчет дорожных одежд по критериям ровности. Часть 1. Обоснование норм ровности покрытий [Текст] / Герцог В.Н., Долгих Г.В., Кузин В.Н. // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – №5 (57). – С. 45-57.
12. Шухман С.Б. Расчетное исследование профильной проходимости полноприводного автомобиля [Текст] / Шухман С.Б., Соловьев В.И., Малкин М.А. // Материалы международной научно-технической конференции ААИ «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ». – М, 2015. – С. 342–351.
13. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц [Текст]: учеб. пособие / Сильянов В.В., Домке Э.Р.). – М.: Академия, 2008. – 348 с.
14. Дороги автомобильные общего пользования. Диагностика. Определение продольного микропрофиля дорожной поверхности и международного показателя ровности IRI. Общие требования и порядок проведения: СТО МАДИ 02066517.1–2006. – М.: МАДИ. 2006. – 22 с.

Ряпухін В. М. ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕЦИЗІЙНИХ НІВЕЛІРІВ ДЛЯ ЗЙОМКИ МІКРОПРОФІЛЮ ПОКРИТТЯ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ. Розглядається проблема використання даних по вимірюванню та оцінці рівності автомобільних доріг для цілей розрахунку дорожніх одягів. На основі спільного аналізу фізики взаємодії коліс транспортних

засобів з хвилястою поверхнею і методики оцінки рівності по Міжнародному критерієм рівності (IRI) запропонована методологія поздовжнього нівелювання покриття. Обґрунтовано необхідна міцність і необхідні для цих цілей геодезичні інструменти. Запропоновано більш сучасна методика нівелювання покриття по смузі накату, що дозволяє за допомогою геодезичних вимірювань отримати більш повний, достовірний банк даних щодо мікропрофілю покриття.

Ключові слова: Рівність, міцність дорожніх одягів, надійність, достовірність, вихідні дані, поздовжній профіль покриття, нівелювання, точність геодезичних вимірювань.

Ryapukhin V. M. THE USE OF PRECISION LEVELS FOR SURVEYING MICRO PROFILES OF

PAVEMENT COVERING. The problem of using data on measuring and estimating the level of roads for the purposes of calculating road clothes is considered. On the basis of a joint analysis of the physics of the interaction of wheeled vehicles with undulating surfaces and the method for estimating the smoothness of the International Evenness Criterion (IRI), a methodology for longitudinal leveling of the coating is proposed. The required strength and necessary for these purposes geodetic tools are substantiated. A more modern method for leveling the cover over the overcast line is proposed, which allows using geodetic measurements to obtain a more complete, reliable data bank with respect to the micro-profiles of the coating.

Keywords: Smoothness, durability of road clothes, reliability, input data, longitudinal coating profile, leveling, accuracy of geodetic measurements.

УДК 539.374: 620.172/.176:778.38

Полонский В.Ю., Севидов С.М.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина; e-mail: valeraukr1971@gmail.com)*

ЛОКАЛИЗОВАННОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ВБЛИЗИ КОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЙ РАСТЯГИВАЕМЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИН, НАБЛЮДАЕМОЕ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Зафиксированы процессы образования локализованных пластических областей в металлических пластинах с концентраторами напряжений с помощью метода голографической интерферометрии и определены перемещения в плоскости с помощью метода спекл-интерферометрии.

Ключевые слова: локализация, пластическая деформация, голографическая интерферометрия, металлы, концентраторы напряжений.

Удивительное свойство локализованного пластического деформирования некоторых металлов можно наблюдать с помощью очень чувствительного метода голографической интерферометрии. Он позволяет фиксировать пластические области на уровне микроскопических перемещений. Известно [1], что в областях пластической деформации происходит упрочнение металла и при деформации первоначально макроскопически однородный материал становится композиционным. В упомянутой статье установлено, что вырезанные вдоль пластических областей образцы имеют прочность вдоль этих областей примерно на тридцать процентов больше, чем в упруго деформированных областях. Известна также технология искусственного

упрочнения лопаток компрессора газотурбинных двигателей, в которой упрочняются задние кромки лопаток с помощью накатки роликами. В статье [2] также установлено, что характер деформирования в локализованных пластических областях таков: скольжение (сдвиговые перемещения) вдоль пластической области, образование шейки (утонышение образца) и перемещения вдоль оси растяжения образца.

Для исследования локального пластического деформирования вблизи концентраторов напряжений применялся метод голографической интерферометрии во встречных пучках по схеме Денисюка. Образцы из алюминиевого сплава Д16Т с размерами 300x40x2 мм с концентраторами напряжений подвергались растяжению на разрывной машине. Оказалось довольно