

определения уровня звукоизоляции были сравнены и представлены на диаграммах. На основе полученных результатов сделан вывод что удельный вес значительно влияет на показатель звукоизоляции.

Ключевые слова: звукоизоляция, рециркулированная резиновая панель, индекс звукоизоляции, диапазон частот, резиновая крошка.

Менейлюк О.І., Попов О.І., Гострик А.М., Црноя А. АНАЛІЗ ЗМІНИ ПОКАЗНИКА ЗВУКОІЗОЛЯЦІЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ДІАПАЗОНУ ЧАСТОТИ, ЩІЛЬНОСТІ ТА ТОВЩИНИ ПАНЕЛІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГУМОВОЇ КРИХТИ. В статті розглядається питання підвищення показника звукоізоляції в стінових конструкціях панельного типу. Для вирішення проблеми було

проведено аналіз впливу діапазону частоти на значення індексу звукоізоляції. Крім того, досліджувався вплив гранулометричного складу суміші та товщини стінової панелі на її звукоізоляційні характеристики. В експерименті використовувалися стінові панелі, які були виготовлені з використанням гумової крихти. Проілюстровано структуру установки звукоізоляційних панелей під час проведення експерименту. Результати визначення рівня звукоізоляції були порівняні та представлені на діаграмах. На основі отриманих результатів зроблено висновок що питома вага значно впливає на показник звукоізоляції.

Ключові слова: звукоізоляція, рециркульована гума панель, индекс звукоізоляції, діапазон частот, гума крихта.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-96-2-358-361

УДК 528.02

Саркісян Г.С., Ряпухін В.М., Фоменко Г.Р., Мусієнко І.В., Синовець О.С.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

(вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків 61002, Україна, e-mail: gorsar14@gmail.com;

orcid.org/0000-0003-2343-4461; orcid.org/0000-0002-8767-4926; orcid.org/0000-0001-8789-7575;

orcid.org/0000-0001-5455-2335; orcid.org/0000-0002-3546-066X)

АНАЛІЗ ПОЗДОВЖНІХ ПРОФІЛІВ ПОКРИТТЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ, ОТРИМАНИХ НА ОСНОВІ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Розглядається питання аналізу поздовжніх профілів покриття автомобільних доріг. Метою дослідження було визначення оптимального способу апроксимації нерівностей на покритті автомобільних доріг. Проведено нівелювання покриття автомобільних доріг із різним станом покриття за допомогою електронно-оптичного нівеліра. На основі вихідних даних у вигляді профілів покриття визначили наявні нерівності на покритті автомобільних доріг. Проведено аналіз типів і форм нерівностей і визначено оптимальний спосіб апроксимації нерівностей на покритті автомобільних доріг.

Ключові слова: поздовжній профіль покриття, рівність, нівелювання, точність геодезичних вимірювань, міцність дорожнього одягу, достовірність, апроксимація.

Вступ. Рівність покриття є одним з основних транспортно-експлуатаційних показників автомобільної дороги. Від неї залежать такі важливі споживчі властивості дороги як швидкість та безпека руху. Також від рівності покриття залежить і міцність дорожнього одягу. Це пов'язано з тим, що в процесі експлуатації, внаслідок роботи дорожнього одягу у в'язкопружній та в'язкопластичній стадіях, на покритті дорожнього одягу накопичуються незворотні деформації. В поздовжньому профілі виникають

нерівності, які впливають на напружено-деформований стан дорожнього одягу. Стає очевидним, що аналіз поздовжнього профілю автомобільної дороги і показників рівності є актуальним завданням і стає одним з першочергових при визначенні стану автомобільної дороги в цілому.

Стан питання. Питаннями аналізу поздовжньої рівності і її впливу на міцність дорожнього одягу та споживчі властивості автомобільних доріг займалися багато вітчизняних і зарубіжних вчених [1-15]. В

роботах [9-12] нерівності представляються лише у вигляді «виступу» (рис. 1-а). Такій формі нерівності відповідає вибоїна на покритті автомобільної дороги, що не є найчастішим видом нерівностей покриття. В роботах [9-12] розглядається вплив нерівностей на параметри руху автомобіля.

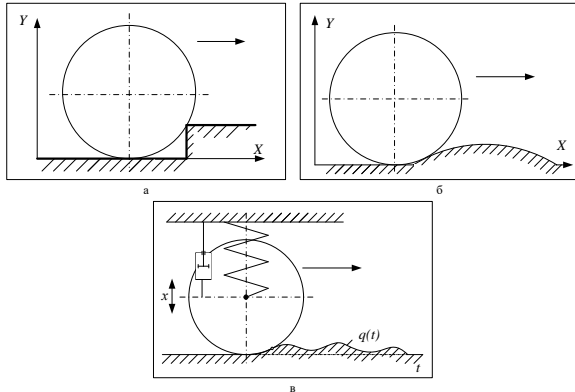


Рис. 1. Форми представлення нерівностей поздовжнього профілю покриття у вигляді:

а – «виступ»; б – колова крива; в – синусоїда

В роботах [13-14] нерівності розглядаються у вигляді елемента колової кривої (рис. 1-б). При цьому враховуються лише нерівності у формі підвищення. В роботі [15] поздовжній профіль представляється у вигляді синусоїди (рис. 1-в). Таке представлення є ідеалізованим і не відповідає реальній формі нерівностей, що зустрічаються на покритті автомобільних доріг.

У зв'язку з вищесказаним нами була поставлена задача аналізу реальних поздовжніх профілів автомобільних доріг, що експлуатуються, і визначення типів і форм нерівностей, що найбільш часто зустрічаються на покриттях в процесі експлуатації.

Отримання вихідних даних для дослідження. Існує багато методів отримання вихідної інформації для оцінки рівності покриття. Для отримання вихідних даних у вигляді профілів покриття необхідну точність забезпечує метод геометричного нівелювання. Нами були проведені геодезичні вимірювання поздовжніх профілів. У процесі польових робіт був використаний електронно-оптичний нівелір Leica SPRINTER 100M (рис. 2) і телескопічна алюмінієва рейка, оснащена напівсферичним підп'ятником та круглим рівнем.

Роботи з нівелювання покриття виконувались у відповідності з порядком

проведення, що викладений у СОУ 45.2-00018112-078 [16]. В якості ділянок доріг для дослідження були обрані дванадцять ділянок автомобільних доріг з різним станом покриття довжиною від 150 м до 200 м. Нівелювання покриття виконувалось на таких ділянках автомобільних доріг:

– М-03 Київ – Харків – Довжанський від 460+000 км до 460+200 км;

– М-29 Харків – Красноград – Перещепине від 2+000 км до 2+400 км;

– Р-46 Харків – Охтирка від 24+000 км до 24+200 км;

– Т-21-04 Харків – Вовчанськ – Чугунівка від 15+000 км до 15+200 км, від 18+000 км до 18+150 км, від 17+000 км до 17+200 км, від 21+000 км до 21+200 км та від 29+000 км до 29+200 км;

– М-20 Харків – Щербаківка від 15+000 км до 15+200 км та від 20+000 км до 20+200 км;

– Т-21-03 Харків – Золочів – Олександрівка від 11+000 км до 11+200 км.



Рис. 2. Електронно-оптичний нівелір Leica SPRINTER 100M і телескопічна алюмінієва рейка

На кожній ділянці була нанесена тимчасова розмітка у вигляді точок на правій смузі накату ($0,75 \pm 0,25$ м) із шагом 0,5 – 0,25 м. Далі за допомогою електронно-оптичного нівеліра з точністю 0,6 мм були отримані відносні позначки точок нівелювання. Дані нівелювання імпортовані на ПК і внесені в таблиці програмного комплексу MS Excel. Для побудови профілів покриття була використана програма ProVAL. З її допомогою розраховані міжнародні показники рівності IRI для кожної ділянки довжиною у 200 м та 10 м.

Аналіз профілів покриття. Для аналізу типу і форми нерівностей на кожній ділянці візуально виділялись границі нерівностей. Кожна нерівність розглядалася окремо (рис. 3). Аналіз поздовжніх профілів

Серія «БУДІВНИЦТВО»

показав, що нерівності на покритті можна розділити на 3 типи, які зустрічаються найчастіше:

- нерівності у формі опуклої кривої;
- нерівності у формі увігнутої кривої;
- нерівності у вигляді виступу.

Оскільки поздовжній профіль, отриманий в результаті нівелювання, має вигляд ламаної, то для обробки нерівностей у формі опуклої та увігнутої кривих необхідно провести апроксимацію ламаної профілю.

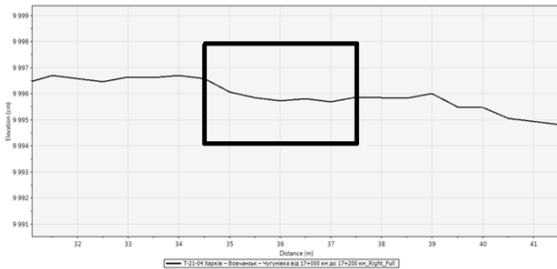


Рис. 3. Приклад виділення окремої нерівності

Були проаналізовані різні способи апроксимації поздовжнього профілю за допомогою таких ліній тренду: лінійна, експоненціальна, логарифмічна, ступенева та поліноміальна (2 та 3 ступенів). На основі отриманих даних достовірностей апроксимації різними лініями тренду (табл. 1) прийшли до висновку, що в межах виділеної нерівності, ламану лінію профілю покриття доцільніше за все описувати за допомогою поліному третього ступеня (рис. 4). В загальному вигляді рівняння поліному має вигляд:

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d, \quad (1)$$

де y і x – відповідно ордината і абсциса профілю покриття, м; a , b , c і d – коефіцієнти поліному, які задають форму кривої ($a \neq 0$).

Таблиця 1 – Достовірність апроксимації нерівностей різними способами

Тип лінії тренду	Середня достовірність апроксимації
Лінійна	0.539
Експоненціальна	0.542
Логарифмічна	0.550
Ступенева	0.560
Поліноміальна (2-го ступеню)	0.943
Поліноміальна (3-го ступеню)	0.970

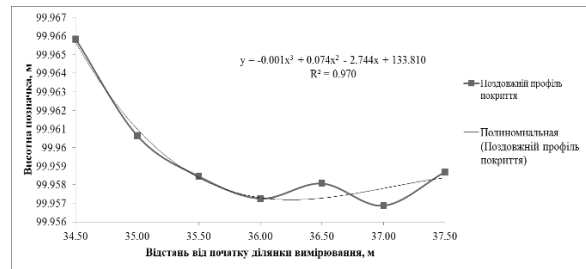


Рис. 4. Апроксимація ламаної поздовжнього профілю окремої нерівності поліномом третього ступеня

Висновки. На основі проведеного аналізу поздовжніх профілів покриття дорожнього одягу можна зробити наступні висновки:

1. На покритті дорожнього одягу в процесі експлуатації накопичуються нерівності, які можна розділити на 3 типи, які зустрічаються найчастіше: нерівності у формі опуклої та увігнутої кривої та нерівності у вигляді виступу.
2. Оптимальним способом апроксимації поздовжнього профілю буде апроксимація за допомогою полінома 3-го ступеня.
3. Запропонований спосіб апроксимації нерівності дозволить отримати параметри кривої у будь-якій її точці і в подальшому розраховувати величину динамічного навантаження на дорожній одяг.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гамеляк І.П. Оцінка руйнування доріг від руху транспортних засобів з врахуванням нерівностей покриття. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. К.: НТУ, 2004. № 70. С. 70-82.
2. Леонович І.І., Богданович С.В., Нестерович І.В. *Діагностика автомобільних дорог: учеб. посібник*. Мн.: «Новое знанье», 2011. 350 с.
3. Сильянов В.В., Домке Э.Р. *Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: учеб. пособие*. М.: Академия, 2008. 348 с.
4. Смирнов А.В., Александров А.С. *Механика дорожных конструкций покрытия: учебное пособие*. Омск: СибАДИ, 2009. 212 с.
5. Ряпухин В.Н. Применение прецизионных нивелиров для съёмки микропрофилей покрытия дорожных одежд. *Научный вестник будівництва*. Харків: ХНУБА, 2017. Т. 89. № 3. С. 192-196.
6. Батракова А.Г. Використання високоточного нівеліру при оцінюванні міцності

- дорожного одягу. *Комунальне господарство міст*, 2017. Вип. 139. С. 52-56.
7. Ряпухін В.М. Забезпечення потрібної точності вимірювання прецизійними нівелірами деформацій покриття. *Комунальне господарство міст*, 2017. Вип. 139. С. 57- 60.
 8. Дорожко Є.В. Використання результатів геодезичних вимірювань для визначення стану дорожнього одягу. *Комунальне господарство міст*, 2017. Вип. 139. С. 38-40.
 9. Бируля А.К. Эксплуатация автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1966. 326 с.
 10. Бируля А.К., Говорущенко Н.Я., Ермакович Д.В. Эксплуатационные качества автомобильных дорог. М.: Автотрансиздат, 1961. 185 с.
 11. Котович С.В. Движители транспортных средств: учебное пособие. М.: МАДИ (ГТУ), 2008. 161 с.
 12. Шухман С.Б., Соловьев В.И., Малкин М.А. Расчетное исследование профильной проходимости полноприводного автомобиля. Материалы международной научно-технической конференции ААИ «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ». 2015. С. 342–351.
 13. Кочетков А.В., Беляев Д.С., Шашков И.Г. Прямой метод оценки взаимодействия колеса транспортного средства и неровностей дорожного покрытия. *Интернет-журнал «Науковедение»*. 2013. № 4 (17). С. 38-55.
 14. Рабинович И.М. Действие пехоты, кавалерии и артиллерии на мосту / Действие нагрузки на мосты под обыкновенную дорогу. *Институт инженерных исследований*. Выпуск № 1/91. М.: СССР-ТРАНСПЕЧАТЬ-НКПС, 1929. № 23. С. 8-34.
 15. Говорущенко Н.Я. Основы теории эксплуатации автомобилей: учеб. пособие для вузов. К.: Вища школа, 1971. 232 с.
 16. СОУ 45.2-00018112-078:2012 Автомобільні дороги. Оцінка рівності дорожніх покриттів за Міжнародним Індексом Рівності (IRI) / Київ, Державна служба автомобільних доріг України, 2012. 32 с.
- Саркисян Г.С., Ряпухин В.Н., Фоменко Г.Р., Мусиенко И.В., Сыновец О.С. АНАЛИЗ ПРОДОЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ ПОКРЫТИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД, ПОЛУЧЕННЫХ ПУТЕМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ.** Рассматривается вопрос анализа продольных профилей покрытий автомобильных дорог. Целью исследования было определение оптимального способа аппроксимации неровностей на покрытии автомобильных дорог. Проведено нивелирование покрытия автомобильных дорог с различным состоянием покрытия с помощью электронно-оптического нивелира. На основе исходных данных в виде профилей покрытия определили имеющиеся неровности на покрытии автомобильных дорог. Проведен анализ типов и форм неровностей и определен оптимальный способ аппроксимации неровностей на покрытии автомобильных дорог.
- Ключевые слова:** продольный профиль покрытия, ровность, нивелирование, точность геодезических измерений, прочность дорожных одежд, достоверность, аппроксимация.
- Riapukhin V., Sarkisian H., Fomenko G., Musiienko I., Synovets O. ANALYSIS OF ROAD COATING COVERING LONGITUDINAL PROFILE OBTAINED BY GEODESIC MEASUREMENT.** The question of analysis of longitudinal profiles of the roads is considered. The aim of the study was to determine the optimal method of approximation of the roughnesses on the road covering. The leveling of the road coverings with different condition of the coating was carried out by an electron-optical level. On the basis of the initial data in the form of covering profiles, the existing roughnesses on the road covering were determined. The analysis of types and forms of roughnesses was carried out and the optimal method of approximation of roughnesses on the road covering was determined.
- Keywords:** longitudinal covering profile, roughness, leveling, precision of geodesic measurements, strength of road coatings, reliability, approximation.