

Т.В. Можаровська¹, Л.А. Назаренко², М.В. Гур'єв³^{1,2} Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, Україна³ Харківський державний науково-дослідний інститут метрології, Харків, Україна

ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Road lighting efficiency depends not only on the use of effective lighting devices but also on the illuminated surface — road pavements. This paper focuses on studying the effects of aggregate lightness and aggregate colour on reflectance properties of different pavements types in Ukraine. The aim of paper is prove that the road surface is an important factor in optimizing energy efficiency and road lighting. Reflectance properties of pavements are very important in road lighting design and energy saving and should be considered more carefully in the design process of the road lighting.

Ключові слова: коефіцієнт відбиття, дорожнє освітлення, дорожнє покриття.

Вступ

Головним завданням вуличного освітлення є забезпечення безпеки дорожнього руху для користувачів доріг, а також зменшення рівня злочинності в житлових районах.

З іншого боку, дорожнє освітлення є великим споживачем електроенергії. Згідно з наявними даними, в Євросоюзі на дорожнє освітлення витрачається приблизно 1,3 % усієї вироблюваної електроенергії.

Проектування дорожнього освітлення, його практична реалізація і відповідні норми різняться у кожній країні. В Європі проектування дорожнього освітлення, його розрахунок і вимір його параметрів базується на технічному звіті EN13201:1 і стандартах EN13201:24, розроблених європейською комісією по стандартизації (CEN). Рекомендації EN13201:24 у кожній країні інтерпретуються по своєму. В Україні основним нормативним документом є ДБН В 2.5–2006.

У 2010 р. Міжнародна комісія по освітленню (МКО) запропонувала систему присмеркової фотометрії «CIE191:2010 Recommended System for Mesopic Photometry Based on Visual Performance», яка узгоджується із загальною фотометрією. У зв'язку з відкриттям даної системи фотометрії з'явилося багато нових питань, пов'язаних з проектуванням ефективних систем дорожнього освітлення.

Публікація МКО системи дозволяє оптимізувати спектральний розподіл потужності освітлення для досягнення високої мезопічної світлової ефективності завдяки використанню світильників з вищою пропорцією випромінювання з нижчими довжинами хвиль. Так, цілком виправданим є використання світлодіодних світильників зважаючи, що багато білих світлодіодів мають сильну блакитну рису, а також можливість «підстроювати» спек-

тральні характеристики, наприклад, за допомогою комбінації світлодіодів різного кольору.

Проте зрозуміло, що яким би ефективним світильник не був, якщо полотно в більшій мірі відбиває світло в тій області, де чутливість ока мала, то неможливо говорити про максимальну ефективність використання світлового потоку вцілому.

Основна частина

Сучасні норми дорожнього освітлення України засновані на значеннях яскравості дорожнього покриття (ДП) і її розподілі. Яскравість будь-якої точки ДП залежить від освітленості дороги і від відбивних характеристик ДП. Відбивні характеристики ДП залежать від природи цього покриття (складу, методу виготовлення, текстури і т. п.), а також від його фізичного стану (зносу, забрудненості, вологості поверхні).

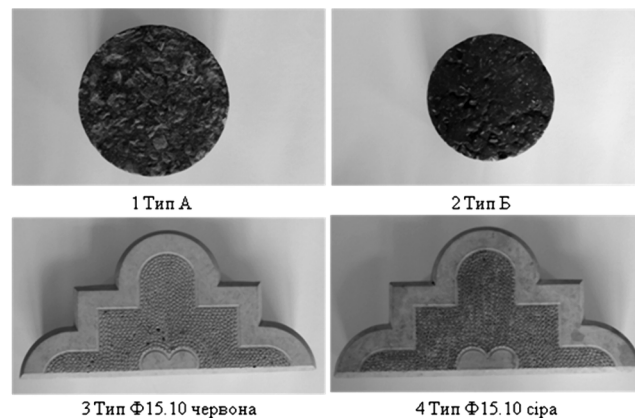


Рис. 1. Вимірювані зразки ДП

Для більшості типів дорожніх покриттів спектральний коефіцієнт відбиття залежить від довжини хвилі. Відповідно до вимірювань, проведених Екріасом і його колегами у 2008 р. [1], спектральні

коефіцієнти відбиття більшості вимірних зразків дорожнього полотна мають мінімальні значення в короткохвильовій частині спектру і збільшуються в бік довгохвильової. Спектральний коефіцієнт відбиття може здвинуватися в бік коротких хвиль завдяки використанню білих домішок. Також, можна застосовувати дані про спектральні характеристики застосовуваних джерел світла при розробці нових видів полотен, що дозволили б досягнути нового рівня освітленості з точки зору як покращення якості, так і його ефективності та економічності.

Для дослідження впливу світлоти і кольору заповнювача на спектральні характеристики відбиття дорожніх покриттів було проведено світлотехнічні вимірювання різних типів ДП, що відрізняються світлотою, кольором і розміром заповнювача (рис. 1).

Вимірювання спектральних коефіцієнтів відбиття зразків дорожніх покриттів було проведено на Державному первинному еталоні одиниць спектральних коефіцієнтів спрямованого пропускання, дзеркального і дифузного відбиття в діапазоні довжин хвиль від 0,2 до 25 мкм ДЕТУ 11-09-08 (рис. 2).

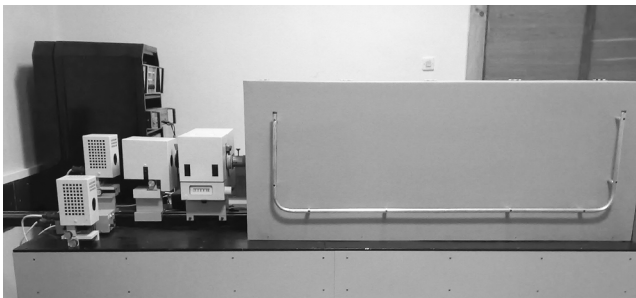


Рис. 2. Спектрофотометрична установка Державного первинного еталона одиниць спектральних коефіцієнтів спрямованого пропускання, дзеркального і дифузного відбиття в діапазоні довжин хвиль від 0,2 до 25 мкм ДЕТУ 11-09-08

Вимірювання проводилось в два етапи. На першому етапі було проведено відтворення спектральних коефіцієнтів відбиття на еталонній мірі в діапазоні довжин хвиль від 380 нм до 780 нм в еталонній спектрофотометричній установці (рис. 2). На другому етапі за допомогою компаратора Lamda 950 (рис. 3) та еталонній мірі було здійснено передачу розміру одиниць спектральних коефіцієнтів зразкам дорожнього покриття.



Рис. 3. Еталонний спектрофотометр-компаратор Lamda 950 у складі ДЕТУ 11-09-08

Компаратор Lamda 950 є еталонною спектрофотометричною установкою виробництва фірми PerkinElmer (США), яка є складовою частиною еталона ДЕТУ 11-09-08. Спектрофотометр-компаратор Lamda 950 має приставку сферичного фотометра (рис. 4) з внутрішнім покриттям із спектролону, який має спектральний коефіцієнт відбиття в видимому діапазоні довжин хвиль більш ніж 99 %, що забезпечує високу точність передачі розміру спектральних коефіцієнтів.



Рис. 4. Приставка для вимірювання спектральних коефіцієнтів відбиття в спектрофотометрі-компараторі Lamda 950

Основна абсолютна похибка вимірювання спектральних коефіцієнтів зразків дорожнього покриття склала 0,2 %.

Вимірювалися два зразки (рис. 1; 1, 2) покриттів з щербневомастикової суміші (ЩМС). Дорожні покриття з ЩМС мають високий вміст грубодисперсного заповнювача, який формує кам'яний остов, що перешкоджає появі залишкової деформації. Остов заповнюють мастикою з бітуму і наповнювача, в який для отримання необхідної стабільності бітуму і запобігання відведення сполучної речовини при транспортуванні і укладанні додають волокна. Типова ЩМС містить 70–80 % грубодисперсного заповнювача, 8–12 % наповнювача, 6,0–7,0 % сполучної речовини і 0,3 % волокон. Основне призначення ЩМС — отримання деформаційно стійкого і довговічного покривного матеріалу, придатного для вулиць житлових районів і автострад.

Зразок 1 (рис. 1; 1) взято в Сумській області, ДП типу А, відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-127-2006. ДП має стан зношеності, так як було укладено 2010 року.

Зразок 2 (рис. 1; 2) взято в Івано-Франківській області, ДП типу Б, відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-119-2011. ДП має стан нового покриття, було укладено 2016 року.

Два інші зразки (рис. 1; 3, 4) виготовлені «КП Проміс» та відповідають вимогам ГОСТ 17608-91. Це тротуарна плитка з використанням пігментів, що дають певний колір зразку. Вимірювання плит-

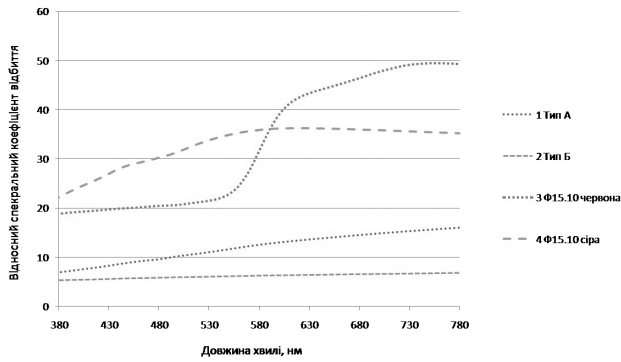


Рис. 5. Виміряні спектральні коефіцієнти відбиття чотирьох досліджуваних зразків ДП

ки зумовлене необхідністю дослідження впливу кольорних характеристик на спектральні коефіцієнти відбиття ДП.

На рис. 5 показані виміряні спектральні коефіцієнти відбиття чотирьох зазначених ДП. Так, зразок 1, найчастіше використовуваний в Україні, краще відбиває в довгохвильовій області, ніж у короткохвильовій. Порівняно з іншими зразками, 2 показав дуже слабе спектральне відбиття, через велику кількість бітуму, яку має ще новий асфальт. Покриття 3 краще відбиває в довгохвильовій області через те, що містить у собі червоний пігмент. Порівнюючи його з таким же зразком за складом, але з пігментом сірого кольору, тобто з 4, бачимо, що це ДП має значно більший спектральний коефіцієнт відбиття через різницю в світлоті пігменту. Таким чином, результати дають право стверджувати,

що застосування світлого наповнювача або пігменту дозволяють отримати значно більші яскравості ДП при тих же енергозатратах на дорожнє освітлення.

Висновки

У цій роботі були досліджені кілька зразків ДП різних типів з різним складом, методом виготовлення, зношеністю, забрудненістю.

Результати вимірювань показують, що відносні коефіцієнти відбиття ростуть зі збільшенням довжини хвилі. Колір заповнювача також помітно впливає на світлові характеристики дорожнього полотна. Це дає право стверджувати, що дорожнє покриття є важливим фактором в оптимізації та підвищенні енергоефективності дорожнього освітлення.

Подальші вимірювання кожного типу ДП згідно ДСТУ Б В.2.7–127–2006 є необхідним для можливості створення бази коефіцієнтів відбиття і розширеного вивчення впливу дорожнього полотна на ефективність системи освітлення в цілому в умовах приємкової фотометрії.

Список літератури

- [1] А. Екріас. Вплив кольорового контрасту і типу заповнювача дорожніх покриттів на характеристики дорожнього освітлення / А. Екріас, Л. Халонен, М. Елохолма // Светотехника. — 2009. — № 3. — С. 42–53.