

В.В. Петров, Є.Є. Антонов, А.А. Крючин, С.М. Шанойло

Інститут проблем реєстрації інформації НАН України,
вул. М. Шпака, 2, Київ, 03113, Україна,
+380 44 456 8389, +380 44 456 3318, petrov@ipri.kiev.ua

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ КРУГОВИХ СВІТЛОПОВЕРТАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ АВТОМАГІСТРАЛЕЙ ТА ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ КИЄВА



Вступ. Впровадження сучасних мікропризмових світлоповертальних елементів (катафотів) для оснащення автошляхів сприятиме підвищенню безпеки дорожнього руху, перш за все, в темний час доби. Тому є своєчасним виконання конкурсного науково-технічного проекту з розробки таких пристроїв.

Проблематика. Зважаючи на стрімке збільшення автомобілепотоків та зростання інтенсивності дорожнього руху, актуальним питанням є підвищення безпеки руху на автомагістралях за рахунок використання сучасних дорожніх знаків та обладнання.

Мета. Створення нових типів високоефективних мікропризмових катафотів для використання при оснащенні автошляхів.

Матеріали й методи. Використано розрахункові методи для визначення геометричних параметрів катафотів, метод алмазного різання — для процесу формування мікрорельєфу світлоповертального пристрою. Нові елементи виготовлено з використанням гальванічних штампів з мікропризмовим світлоповертальним рельєфом, а з'єднання елементів катафотів виконано шляхом ультразвукового зварювання.

Результати. Розроблено технологічні процеси, прецизійне обладнання та спеціальне оснащення для виготовлення корпусів катафотів з полікарбонату, формування світлоповертальних мікропризмових структур з поліметилметакрилату, збирання пристроїв в єдиний оптичний блок та герметизації кінцевих виробів методом ультразвукового зварювання.

Висновки. Розроблено конструкцію та виготовлено дослідно-промислому партію (500 шт.) кругових бордюрних катафотів з мікропризмовими світлоповертальними елементами круглої форми, які встановлено фахівцями Комунальної корпорації «Київавтодор» на найбільш напружених перехрестях автошляхів Києва з метою дослідної їх експлуатації та підготовки рекомендацій щодо розширення обсягів використання зазначених пристроїв в Україні.

Ключові слова: світлоповертальний елемент, катафот, алмазне різання, безпека руху.

Актуальною науково-технічною проблемою є розробка сучасних мікропризмових світлоповертальних елементів (катафотів) для оснащення автошляхів. Впровадження таких виробів безумовно сприятиме підвищенню безпеки дорожнього руху, перш за все, в темний час доби. Відомо, що завдяки використанню світлоповертальних елементів відстань, на якій під час руху автомобіля водієві стає по-

мітною перешкода, збільшується з 25–40 м до 300–400 м, що, відповідно, знижує потенційний ризик наїзду автомобіля на неї в темряві майже в 7 разів.

Наявна на сьогодні номенклатура світлоповертачів не задовольняє повною мірою потреби з оснащення автошляхів засобами підвищення безпеки руху. Особливо важливим залишається питання обладнання такими засобами кільцевих пересічень автомобільних доріг та вулиць на одному рівні, місць розво-



Рис. 1. Загальний вигляд кругового світлоповертача

роту автотранспорту, острівців безпеки. Завдяки особливим геометричним параметрам зазначених пересічень виникає потреба у використанні катафотів особливої форми — кругової. Такі катафоти сприяють видимості всього об'єкту одночасно і це дозволяє заздалегідь надати інформацію водію про форму перешкоди попереду. Саме тому основною метою відповідного конкурсного науково-технічного проекту, який було виконано в 2017 році Інститутом проблем реєстрації інформації (ІПРІ) НАН України за ініціативою та підтримкою Комунальної корпорації (КК) «Київавтодор», була розробка, виготовлення та впровадження конкурентоспроможних сучасних високотехнологічних мікропризмових катафотів та дослідження їх характеристик при використанні на автомагістралях, транспортних мережах та розв'язках Києва.

Світлова ефективність світлоповертального елемента з мікропризмами безпосередньо пов'язана з фізичним явищем «повного внутрішнього відбиття світла» [1]. Процес світлоповертання відбувається за рахунок триразового відбиття пучка світла від трьох взаємоперпендикулярних граней кутових відбивачів, які формуються на утворюючій поверхні катафота. В ІПРІ НАН України розроблено методи розрахунків та оптимізації [2] геометричних параметрів таких катафотів, створено технологію формування відповідного мікрорельєфу методом алмазного різання [3].

Для успішного виконання запланованого проекту було модернізовано та введено в експлуатацію комплекс прецизійного технологічного обладнання для виготовлення матриць-оригіналів та робочих гальванічних штампів з мікропризмовим світлоповертальним рельєфом [4]. Виконано низку фундаментальних та прикладних робіт, першим етапом яких було створення спеціального алмазного інструменту та прецизійного обладнання для виготовлення дзеркальних матриць-оригіналів мікропризмових елементів. Розроблено установку алмазного різання, яка оснащена високоточними оптичними системами вимірювання та контролю кутів розвороту й нахилу осі різця, що забезпечує необхідну прямолінійність та точність його руху.

На наступному етапі було вдосконалено технологію виготовлення полімерних світлоповертальних елементів та корпусних деталей катафотів методами гарячого пресування та лиття під тиском із застосуванням розроблених в ІПРІ НАН України технологічних процесів та обладнання. Зазначені процеси умовно поділяють на:

- ♦ технологічні процеси та прецизійне обладнання для виготовлення вискоелективних полімерних мікропризмових світлоповертальних елементів круглої форми;
- ♦ обладнання для виготовлення корпусів світлоповертальних структур з конструкційних пластмас.

Заключним етапом було збирання деталей катафотів в єдиний блок та герметизація світлоповертальних мікропризмових структур. Для цього розроблено технологічні процеси, прецизійне обладнання та спеціальне оснащення для ультразвукового зварювання мікропризмових структур. Створено контрольновимірювальні стенди, які забезпечують контроль просторової діаграми відбитих променів та коефіцієнта світлоповертання розроблених катафотів.

В результаті виконання конкурсного проекту в ІПРІ НАН України за розробленою тех-



Рис. 2. Використання розроблених ІПРІ НАН України світлоповертачів на площі Перемоги (Київ)

нологією було виготовлено 500 дослідних зразків бордюрних кругових світлоповертачів. Загальний вигляд нового світлоповертача наведено на рис. 1. Коефіцієнт світлоповертання виготовлених круглих катафотів становить 600–700 кд/(лк × м²), що перевищує характеристики існуючих закордонних аналогів.

Зазначені світлоповертачі в жовтні-листопаді 2017 р. було встановлено фахівцями КК «Київавтодор» на декількох найбільш напружених транспортних вузлах Києва, зокрема на площі Перемоги, на перехрестях в Дарницькому районі Києва, на Ленінградській площі та біля станції метро «Лівобережна». Ефективність розроблених світлоповертачів ілюструє рис. 2.

Дослідна експлуатація виробів підтвердила їх надійність та доцільність використання для підвищення безпеки руху вночі. За підсумками виконання зазначеного конкурсного проєкту фахівці КК «Київавтодор» висловили побажання щодо продовження спільних робіт з метою розширення обсягів впровадження розроблених кругових мікропризмових катафотів в Києві та в інших містах України.

Таким чином, розроблена конструкція кругового бордюрного катафоту з мікропризмовими світлоповертальними елементами круглої форми є ефективною при оснащенні автошляхів, оскільки використання таких пристроїв впливає на безпеку руху автотранспорту, суттєво підвищуючи її.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Борн М. *Основы оптики*. Москва: Наука, 1973. 720 с.
2. Antonov E.E., Kryuchyn A.A., Mingley Fu, Petrov V.V., Shanoilo S.M., Zichun Le. *Microprisms: optical parameters and monitoring*. Kyiv: Akadempriodyka, 2015. 146 p.
3. Бобров В.Ф. *Основы теории резания металлов*. Москва: Машиностроение, 1979. 344 с.
4. Антонов Є.Є., Панкратова А.В., Шиховець О.В. Оптичні властивості серії гальванічних матриць мікрорельєфних світлоповертальних структур. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2013. Т. 15, № 4. С. 41–50.

Стаття надійшла до редакції 17.04.18

REFERENCES

1. Born M. (1973). *The Principles of Optics*. Moscow: Nauka. 720 p.
2. Antonov, E. E., Kryuchyn, A. A., Mingley, Fu, Petrov, V. V., Shanoilo, S. M., Zichun, Le. (2015). *Microprisms: optical parameters and monitoring*. Kyiv: Akadempriodyka. 146 p.
3. Bobrov, V. F. (1979). *Osnovy teorii rezaniya metallov*. Moscow: Mashinostroenie. 344 p.
4. Antonov, E. E., Pankratova, A. V., Shohovets, A. V. (2013). Optical Properties of the Set of Galvanic Matrixes of Microrelief Retroreflective Structures. *Data Recording, Processing and Storage*, 15(4), 41–50 [in Ukrainian].

Received 17.04.18

Petrov, V.V., Antonov, E.E., Kryuchyn, A.A., and Shanoilo, S.M.

Institute for Information Recording of the NAS of Ukraine,
2, Shpak St., Kyiv, 03113, Ukraine,
+380 44 456 8389, +380 44 456 3318, petrov@ipri.kiev.ua

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF HIGH-PERFORMANCE
CIRCULAR RETROREFLECTIVE ELEMENTS FOR ILLUMINATION
OF HIGHWAYS AND TRANSPORT NETWORKS OF KYIV

Introduction. The introduction of advanced microprism retroreflective (cataphote reflectors) elements to illuminate highways contributes to improving road safety, especially, in the dark time. Therefore, the implementation of a competitive R&D project for the development of new types of cataphote reflectors is an important task.

Problem Statement. As a result of a rapid increase in car flows and traffic intensity, improving traffic safety on highways due to the use of modern road signs and equipment is a relevant problem that needs to be urgently addressed.

Purpose. The creation of new types of high-performance microprism cataphote reflectors for illuminating motor roads and highways.

Materials and Methods. Computational methods for obtaining geometrical parameters of cataphote reflectors have been applied; diamond cutting technique has been developed for the formation of microrelief of retroreflective device. New elements have been manufactured using galvanic stamps with microprism retroreflective relief; the elements of cataphote reflectors have been assembled by ultrasonic welding.

Results. Technological processes, precision equipment, and special equipment have been designed for manufacturing cataphote reflector cases from polycarbonate, forming light-reflective microprism structures from polymethylmethacrylate, assembling devices into a single optical block and sealing the final products by ultrasonic welding.

Conclusion. A configuration has been designed and a trial batch of 500 pcs of curb circular cataphote reflectors with microprism round-shaped light elements has been manufactured. The devices have been installed by Kyivautodor road corporation at the crossings with most intensive traffic in Kyiv for trial run and preparation of recommendations for expanding the use of such devices in Ukraine.

Keywords: retroreflective element, cataphote, diamond cutting, and traffic safety.

В.В. Петров, Е.Е. Антонов, А.А. Крючин, С.М. Шанойло

Институт проблем регистрации информации НАН Украины,
ул. Н. Шпака, 2, Киев, 03113, Украина,
+380 44 456 8389, +380 44 456 3318, petrov@ipri.kiev.ua

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ
КРУГОВЫХ СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ
ДЛЯ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ И ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ КИЕВА

Введение. Внедрение современных микропризмных световозвращающих элементов (катафотов) для оснащения автодорог будет способствовать повышению безопасности дорожного движения, прежде всего, в темное время суток. Поэтому является своевременным выполнение конкурсного научно-технического проекта по разработке новых типов таких устройств.

Проблематика. Принимая во внимание стремительное увеличение автомобилепотоков и возрастание интенсивности дорожного движения, актуальным вопросом является повышение безопасности движения на автомагистралях за счет использования современных дорожных знаков и оборудования.

Цель. Создание новых типов высокоэффективных микропризмных катафотов для использования в оснащении автодорог.

Материалы и методы. Используются расчетные методы для определения геометрических параметров катафотов, метод алмазного резания — для процесса формирования микрорельефа световозвращающего устройства. Новые элементы изготовлены с использованием гальванических штампов с микропризмным светоотражающим рельефом, сборка элементов катафотов выполнена путем ультразвуковой сварки.

Результаты. Разработаны технологические процессы, прецизионное оборудование и специальное оснащение для изготовления корпусов катафотов из поликарбоната, формирования световозвращающих микропризмных структур из полиметилметакрилата, соединения деталей в единый оптический блок и герметизации конечных изделий методом ультразвуковой сварки.

Выводы. Разработана конструкция и изготовлена опытно-промышленная партия (500 шт.) круговых бордюрных катафотов с микропризмными светоотражающими элементами круглой формы, которые установлены специалистами Коммунальной корпорации «Киевавтодор» на наиболее напряженных перекрестках автодорог Киева с целью опытной их эксплуатации и подготовки рекомендаций по расширению объемов использования указанных устройств в Украине.

Ключевые слова: световозвращающий элемент, катафот, алмазное резание, безопасность движения.