

УДК 629.341

DOI: 10.30977/AT.2219-8342.2018.43.0.106

СПОСІБ ВИКОНАННЯ ДОРОЖНЬОЇ РОЗМІТКИ ТА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РУХОМ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Гнатов А. В.¹, Аргун Щ. В.¹, Гнатова Г. А.¹

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Запропоновано виконувати верхній шар дорожнього покриття у вигляді багатофункціональних панелей (БП). Розкрито функціональні можливості БП дорожнього покриття і подано їх схему на проїжджій частині дороги. Досліджено принцип роботи системи з БП. Розкрито схему виконання дорожньої розмітки та автоматичного управління рухом автотранспортних засобів.

Ключові слова: енергозберігаючі технології, дорожні панелі, розумні дороги, дорожня розмітка, альтернативні джерела електроенергії.

Вступ

Через те, що з кожним днем все актуальнішою стає проблема енергонезалежності, виникає неабияка потреба в альтернативних джерелах живлення. Поряд з цим, протягом всієї історії розвитку людства досить нагальними та актуальними були і є питання доріг та їх якості. Та останнім часом до цих питань додалися ще такі, як функціональність доріг та їх безпека, як для водіїв, так і для інших учасників дорожнього руху.

Аналіз публікацій

Сучасні дороги – це не просто якісне та надійне дорожнє покриття, це складні електронні системи, які не тільки забезпечують своє функціонування, але й є альтернативними та децентралізованими джерелами «зеленої» електричної енергії [1–4]. Ці системи, так звані «Розумні дороги», здатні слідкувати за безпекою дорожнього руху та попереджати учасників (дорожнього руху) щодо ситуації на дорозі. Вони не потребують обслуговування в холодну пору року, бо самі здатні прибирати сніг та обледеніння. І це лише мала частина функцій, які можуть виконувати «Розумні дороги» [1].

Отже, цілком зрозуміло, що за такими дорогами майбутнє. Звичайно, вони не можуть бути одночасно впроваджені для використання по всьому світу. Це зумовлено їх складністю, технологічністю та, особливо, фінансовою стороною цього питання. Але майбутнє за «Розумними дорогами», бо це безпека для всіх учасників дорожнього руху, це ефективне управління дорожнім рухом, це екологічно чисті технології й нові потужні відновлювальні джерела електричної енергії («зелені» джерела енергії). Все це обумовлює актуальність розроблення та створення таких

доріг та особливого дорожнього покриття для них [1, 5–8].

Мета і постановка завдання

Метою є розробка способу виконання дорожньої розмітки та автоматичного керування рухом автотранспортних засобів з використанням багатофункціональних панелей дорожнього покриття.

Для досягнення поставленої мети необхідно розкрити функціональні можливості багатофункціональних панелей дорожнього покриття; представити принцип роботи системи з багатофункціональних дорожніх панелей.

Виклад основного матеріалу

Пропонується замінити верхній шар дорожнього покриття на спеціальні багатофункціональні панелі, які, завдяки наявному функціоналу, працюючи в єдиній системі з визначеним центром керування, здатні забезпечити сучасний світлодіодний спосіб виконання дорожньої розмітки [9, 10].

Запропонований спосіб може бути використаний для автоматичного керування рухом автотранспортних засобів, зміни потоків руху автотранспортних засобів. Крім того, надає можливість змінювати дорожню розмітку (наприклад, у годину пік або у разі виникнення аварійної ситуації на дорозі тощо). Також цей спосіб може бути використаний для інформування водіїв щодо дорожніх умов та дорожньої ситуації.

В основу запропонованої ідеї та технічного рішення покладено задачу розширення функціональних можливостей, а також підвищення ефективності процесу виконання дорожньої розмітки та автоматичного

керування рухом автотранспортних засобів [9, 10].

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що дорожня розмітка прорисовується та змінюється на проїзній частині дороги автоматично, відповідно до визначеної програми керування дорожнім рухом, причому лінії розмітки виконуються за допомогою світлодіодів, які розміщені в багатофункціональних панелях дорожнього покриття і можуть мати різний колір рис. 1.

Електрична енергія для світлодіодного прорисовування дорожньої розмітки у світлу частину доби надходить від сонячних батарей багатофункціональних панелей, а в темну частину доби – від накопичувачів енергії (АКБ), що знаходяться в технологічному відсіку на узбіччі дороги (рис. 1) [11].

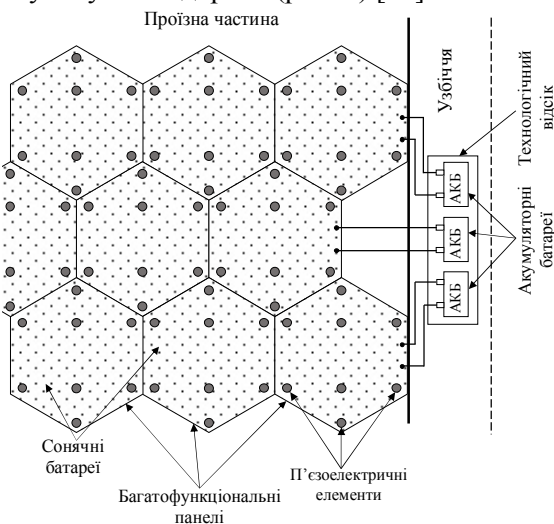


Рис. 1. Схема багатофункціональних панелей дорожнього покриття при їх встановленні на проїзній частині дороги

Кожна панель (рис. 1) складається з трьох основних складових елементів:

- перший – захисна верхня кришка з опорами (цей елемент конструкції виконаний з високоміцного оргскла, з наклеєним із внутрішнього боку електричним нагрівальним елементом у вигляді нагрівальних волокон. В основі опор встановлені п'єзоелектричні елементи, які, у свою чергу, так само здатні виробляти електрику при стисканні);
- другий – блок сонячних батарей зі світлодіодами (в цьому шарі встановлені світлодіоди і сонячні модулі розташовані по всій площині);
- третій – основа панелі з електронними платами управління і жолобом для кабельної проводки (встановлені плати управління панеллю і кабельна проводка для

з'єднання панелей між собою і підключення до електричної мережі). 1000 таких панелей приєднані до однієї АКБ (число панелей може бути різним і визначається ємністю встановлених АКБ), що знаходиться в технологічному відсіку, розташованому поруч під узбіччям (рис. 1) (праворуч).

У світлу частину доби сонячна енергія генерується сонячними батареями і накопичується в АКБ, що знаходяться на узбіччі дороги.

До того ж, в опори верхньої кришки встановлено п'єзоелементи, що при натисканні також генерують енергію та передають сигнал про те, що панель перебуває під навантаженням. За величиною значення сигналу визначається вага навантаження. Завдяки п'єзоелементам з'являється можливість цілодобово отримувати додаткову енергію у пропорційній залежності від кількості автомобілів, що їдуть по цій дорозі. Згенерована енергія зберігається у накопичувачах енергії – акумуляторних батареях і використовується для роботи панелі та на освітлення дороги.

Надлишок енергії може передаватися іншим споживачам електроенергії, наприклад, прилеглим до дороги спорудам, будівлям, підприємствам, електрозаправкам тощо. Розроблена «Розумна дорога» навіть може здійснювати динамічне підсвічування дороги перед автомобілем, що їде. Це визначається програмним забезпеченням панелі.

Функціональні можливості запропонованої системи, що складається з багатофункціональних панелей дорожнього покриття (система «Розумна дорога»), такі [12]:

- підсвічування дороги в нічний час (динамічна світлодіодна розмітка і попереджувальні знаки);
- підігрів і просушування панелей;
- система оповіщення оператора, що інформує про несправності панелі;
- визначення ваги навантаження на панель і швидкості руху автотранспорту;
- зарядка електромобілів від сонячних панелей;
- генерація електрики;
- освітлення визначеної ділянки проїзної частини;
- динамічне підсвічування дороги перед автотранспортним засобом;
- попередження про небезпеку та необхідність знизити швидкість у разі появи перешкоди на дорозі.

Отже, особливістю запропонованого способу виконання дорожньої розмітки та авто-

матичного керування рухом автотранспортних засобів є те, що його застосування передбачає виконання дорожнього покриття з багатофункціональних панелей, об'єднаних в єдину систему, робота якої визначається заданою програмою керування. При цьому дорожня розмітка виконується зі світлодіодів різного кольору відповідно до заданої програми керування рухом автотранспортних засобів. Наприклад, як це показано на рис. 2 [13].



Рис. 2. Система, що складається з багатофункціональних панелей дорожнього покриття на певній частині дороги у населеному пункті

Ще однією особливістю запропонованого способу є те, що передбачене ним виконання дорожньої розмітки забезпечує її добру видимість, як у будь-які погодні умови, так і в будь-який час доби. Це обумовлено її світлодіодним виконанням.

Принцип роботи системи з багатофункціональних дорожніх панелей

Суть запропонованої ідеї та технічного рішення пояснюється схематичними кресленнями. На рис. 3, а показано схему способу виконання дорожньої розмітки та автоматичного керування рухом автотранспортних засобів. На рис. 3, б показано схему зміни дорожньої розмітки [9, 10].

Запропонована схема способу виконання дорожньої розмітки та автоматичного керування рухом автотранспортних засобів має такі елементи (рис. 3):

- узбіччя;
- проїзна частина;
- технологічний відсік;
- акумуляторні батареї (АКБ).

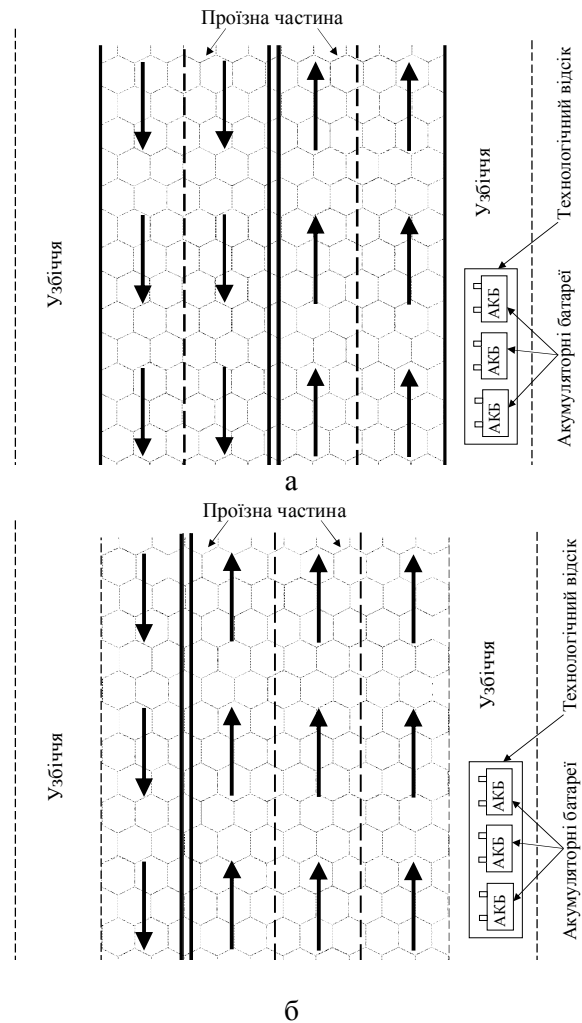


Рис. 3. Схема способу виконання дорожньої розмітки та автоматичного керування рухом автотранспортних засобів: а – дорожня розмітка за нормальних умов; б – дорожня розмітка після регулювання для збільшення пропускної здатності у фронтальному напрямку

Принцип роботи. У панелі вмонтовано світлодіоди, які вмикаються відповідно до програми, що задається оператором. Таким чином здійснюється прорисовування дорожньої розмітки – розділення на полоси руху; за необхідності з'являються додаткові знаки, наприклад, обмеження швидкості чи, навпаки, інформація про зняття обмежень.

Якщо дорожні умови змінюються, то оператор доволі швидко і легко змінює дорожню розмітку (наприклад, збільшує кількість полос руху в напрямку, який є більше завантаженим).

У панелях використовуються світлодіоди різного кольору, що дає можливість акцентувати увагу водіїв. Інтенсивність світла, що випромінюють світлодіоди, регулюється залежно від погодних умов, часу доби тощо.

Для роботи світлодіодів використовується власна енергія, що згенерована сонячними панелями і накопичена в акумуляторних батареях (АКБ), що знаходяться в технологічному відсіку на узбіччі дороги.

Таким чином, запропонований спосіб виконання дорожньої розмітки та автоматичного керування рухом автотранспортних засобів призначений для автоматичного прорисовування, за допомогою світлодіодів вмонтованих у дорожнє покриття, дорожньої розмітки, генерування електричної енергії з метою подальшого використання для власних потреб (освітлення дороги, обігріву, живлення світлодіодів та іншого обладнання). Все це значно підвищить безпеку дорожнього руху та оперативність керування транспортними засобами.

Висновки

Подано розробку способу виконання дорожньої розмітки та автоматичного керування рухом автотранспортних засобів з використанням багатофункціональних панелей дорожнього покриття.

Розкриті функціональні можливості багатофункціональних панелей дорожнього покриття.

Описано принцип роботи системи з багатофункціональних дорожніх панелей.

Література

1. Дергунов С.А., Орехов С.А., Бородин Е.С. Дороги будущего – дороги перемен. *Инновации в науке: сб. ст. по матер. XXX междунар. науч.-практ. конф.* (Новосибирск, 26 февраля, 2014). Новосибирск, 2014. С. 96.
2. Гнатів А. В., Аргун Ш. В., Ульянець О. А. Энергосберегающие технологии на транспорте. *Наукові нотатки*. Луцьк, 2016. Вип. 55. С. 80–86.
3. ДСТУ 2587:2010. Розмітка дорожня. Київ, 2011.
4. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги, 1984.
5. Welcome to Solar Roadways. 2016. URL: <http://www.solarroadways.com> (дата звернення 28.10.2018).
6. Patent № US D 712,822 S United States. Solar Roadway panel. Оубл. 09.09.2014.
7. The track in the US will get a «smart» road surface. 2016. URL: <http://econet.ru/articles/122258-trassa-v-ssha-obzavedetsya-umnym-dorozhnym-pokrytiem> (дата звернення 14.08.2018).
8. Лях М. А., Дем'янюк О. С., Бешун О. А. Основы керування автомобілем та безпека дорожнього руху. *Навч. посібник*, 2011. 368 с.

9. Пат. 110807 України. Багатофункціональні панелі дорожнього покриття. Оубл. 25.10.2016.
10. Пат. 110808 України. Автоматична дорожня розмітка для керування рухом транспортних засобів. Оубл. 25.10.2016.
11. Пат. 110810 України. Спосіб перетворення сонячної та кінетичної енергії в електричну за допомогою дорожнього покриття. Оубл. 25.10.2016.
12. Gnatov A., Argun Shch., Rudenko N. Smart Road as a Complex System of Electric Power Generation. *Electrical and Computer Engineering (UKRCON): Праці 1 міжнар. конф.* (Київ, 29 травня – 2 червня 2017). Київ, 2017. С. 457–461.
13. Solar Roadways – умная дорога из солнечных батарей. 2014. URL: <http://www.pilotov.net/novosti/solar-roadways/> (дата звернення 28.10.2018).

References

1. Dergunov S. A., Orekhov S. A., Borodina E. S. (2014). Dorogi budushchego – dorogi peremen [The roads of the future – the road of change]. *Innovacii v nauke: sb. st. po mater. XXX mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* (Novosibirsk, 26 February, 2014) [in Russian].
2. Hnatov A. V., Arhun Shch. V., Ulianets O. A. (2016). Energoberegayushchie tehnologii na transporte [Energy saving technologies in transport]. *Naukovi notatky*. *Lucz'k*, 55, 80–86 [in Russian].
3. DSTU 2587:2010. (2011). Rozmitka dorozhnya. [Road marking]. Ky`yiv [in Ukrainian].
4. SNiP 2.05.02-85. (1984) Avtomobilnyie dorogi. [Car roads].
5. Welcome to Solar Roadways. Retrived from: <http://www.solarroadways.com> (accessed: 28.10.2018).
6. Patent № US D 712,822 S United States. Solar Roadway panel. 09.09.2014.
7. The track in the US will get a «smart» road surface. Retrived from: <http://econet.ru/articles/122258-trassa-v-ssha-obzavedetsya-umnym-dorozhnym-pokrytiem> (accessed: 14.08.2018).
8. Lyax M. A., Dem'yanyuk O. S., Beshun O. A. (2011) Osnovy` keruvannya avtomobilem ta bezpeka dorozhn`ogo ruxu. [Basics of driving and road safety]. *Navch. posibny`k* [in Ukrainian].
9. Pat. 110807 Ukrayiny`. Bagatofunkcional`ni paneli dorozhn`ogo pokry`ttya. [Multifunctional roadside panels]. Opubl. 25.10.2016 [in Ukrainian].
10. Pat. 110808 Ukrayiny`. Avtomaty`chna dorozhnya rozmitka dlya keruvannya ruxom transportny`x zasobiv. [Automatic road marking for driving vehicles]. Opubl. 25.10.2016 [in Ukrainian].
11. Pat. 110810 Ukrayiny`. Sposib peretvorenniya sonyachnoyi ta kinety`chnoyi energiyi v

- elektry`chnu za dopomogoyu dorozhn`ogo pokry`ttya. [A method for converting solar and kinetic energy into electric by means of a road surface]. Opubl. 25.10.2016 [in Ukrainian].
12. Gnatov A., Argun Shch., Rudenko N. (2017). Smart Road as a Complex System of Electric Power Generation. *Electrical and Computer Engineering (UKRCON): Praci 1 mizhnar. konf.* (Ky`yiv, 29 travnya – 2 chervnya 2017), 457–461.
 13. Umnaya doroga iz solnechnyih batarey Solar Roadways. [Smart Road of Solar Roadways Solar Panels]. Retrived from: <http://www.pilotov.net/novosti/solar-roadways/> (accessed: 28.10.2018).

Гнатів Андрій Вікторович¹, д.т.н., проф. каф. автомобільної електроніки, kalifus76@gmail.com, тел. +38 066-7438-08-87,

Аргун Щасяна Валіковна¹, к.т.н., доц. каф. автомобільної електроніки, тел. +38 099-378-04-51, shasyana@gmail.com.

Гнатова Ганна Андріївна¹, студент, annagnatova22@gmail.com, тел. +38 099-067-98-09,

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Способ выполнения дорожной разметки и автоматического управления движением автотранспортных средств

Аннотация. Предложено выполнять верхний слой дорожного покрытия в виде многофункциональных панелей (МП). Раскрыты функциональные возможности МП дорожного покрытия и представлены их схемы на проезжей части дороги. Исследован принцип работы системы с МП. Представлена схема выполнения дорожной разметки и автоматического управления движением автотранспортных средств.

Ключевые слова: энергосберегающие технологии, дорожные панели, умные дороги, дорожная разметка, альтернативные источники электроэнергии.

Гнатів Андрей Вікторович¹, д.т.н., проф. каф. автомобільної електроніки, тел. +38 066-7438-08-87, kalifus76@gmail.com,

Аргун Щасяна Валіковна¹, к.т.н., доц. каф. автомобільної електроніки, тел. +38 099-378-04-51, shasyana@gmail.com,

Гнатова Анна Андреевна¹, студент, тел. +38 099-067-98-09, annagnatova22@gmail.com,

¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61002, Украина, г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.

The method of making road markings and performing automatic control of road traffic

Abstract. Problem. Currently, the problem of energy independence is one of the most urgent. Consequently, there is a significant need for alternative sources of power. Along with this, throughout the history of human development, the issues of roads and their quality have been very topical and relevant. It is especially true for Ukraine. With the development of science and technology, these issues are expanded by functionality of roads, their safety both for drivers and for other road users and the ability to perform several functions simultaneously, for example, to provide transport traffic and generate electricity.

Goal. The goal is development of the method of road marking and automatic control of the road traffic using multifunctional road panels. **Methodology.** The analytical methods of research on the development and application of methods and devices for transforming the energy of the sun into electricity were used. Methods of mathematical modulation were used when considering the principle of multifunctional road panels, combined in one system. **Results.** The functional features of multi-functional road panels of pavement are revealed and their scheme on the roadway is presented. The principle of operation of the road as a unified system of multifunctional road surface panels has been researched. The scheme of implementation of road marking and automatic control of road traffic is presented. **Originality.** It is suggested to use special plates – multifunctional road panels – instead of the top layer of the road cover. Such an upper layer of road clothing will allow the road, as an integral complex system, to perform several functions simultaneously: to be a part of the road for motor transport, to generate electricity and to draw a road marking independently, and if necessary – to change it. **Practical value.** The use of the proposed method of road markings and automatic control of road traffic will make possible quality performance and rapid change of road markings at any time of the year and day, depending on the current natural and traffic conditions. Also, the proposed road pavement will generate electricity as an alternative renewable source of energy.

Key words: energy-saving technologies, road panels, smart roads, road marking, alternative sources of electricity.

Hnatov Andrii¹, professor, Doct. of Science, Vehicle Electronics Department, tel. +38 066-7438-08-87, kalifus76@gmail.com,

Shchasiana Arhun¹, Ph.D., Assoc. Prof. Vehicle Electronics Department, tel. +38 099-378-04-51, e-mail: shasyana@gmail.com.

Hnatova Hanna¹, student, tel. +38 099-067-98-09, annagnatova22@gmail.com,

¹Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.