

DOI: 10.32347/2076-815X.2024.87.255-264

УДК 656.1

к.т.н. **Осипов В.О.**,
Osipov.valentin100@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9284-7919,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ДО ПИТАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛЬНИХ ОСТРІВЦІВ БЕЗПЕКИ ЯК ІНСТРУМЕНТУ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ

Вивчено питання використання острівців безпеки як додаткового інструменту впливу на рівень аварійності за участю пішоходів. Сформульовано необхідність впровадження нового типу острівця безпеки - модульний острівець, запропоновано розрахунок граничної міцності анкерних кріплень облаштування острівця.

Ключові слова: острівець, безпека дорожнього руху, утримуюча здібність елементів кріплення.

Постановка проблеми. Доведеним фактом є ефективність використання на дорогах так званих «острівців безпеки» - інженерного облаштування, яке дає змогу пішоходам безпечно перетинати занадто широку проїзну частину доріг та технічно звужувати смугу руху [1-5]. Починаючи з 2017 року у м. Києві за активної участі автора розпочата програма з реалізації вказаних технічних рішень (рис. 1).



Рис. 1. Острівець безпеки на вул. Грушевського, м. Київ

Аналіз останніх досліджень та публікацій. При написанні роботи було проаналізовано нормативи, конструкції, розрахунки, та технології влаштування анкерних болтів.

Метою публікації є пошук інженерних рішень щодо мінімізації витрат на повторне влаштування острівців безпеки при реконструкції та капітальних ремонтах на вулично-дорожньої мережі населених пунктів.

Основна частина. У пошуках більш технологічних, економічно вигідніших та безпечніших рішень автором було запропоновано, отримано патент на корисну модель та реалізовано новий підхід до впровадження вказаного заходу. Пропозиція відноситься до способів підвищення безпеки руху та раціонального використання технічних засобів регулювання дорожнього руху. Більш конкретніше, запатентована корисна модель відноситься до способів, які зможуть дати можливість зменшити аварійність за участю пішоходів в районі нерегульованих пішохідних переходів та завдяки особливостям конструкції повторно використовувати острівці безпеки після проведення реконструкції та капітального ремонту доріг.

Задача корисної моделі полягає у зниженні аварійності за рахунок використання нового способу кріплення елементів острівця безпеки. На сьогодні, згідно з [6] острівці безпеки повинні відрізнятися від проїзної частини за типом покриття, структурою чи кольором, переважно бути піднятими над проїзною частиною з можливістю безперешкодного руху пішоходів. Таки вимоги реалізуються за рахунок влаштування вказаних острівців безпеки з використанням традиційних матеріалів - асфальтобетону, бордюрного каменю, фігурних елементів мощення (ФЕМ) тощо. Використання таких матеріалів набуло своєї популярності завдяки широкому застосуванню їх у дорожньому будівництві. Проте вони не в повній мірі відповідають вимогам до відмінності кольорів та структури. До того ж, у разі виконання реконструкції або капітального ремонту такі острівці неодмінно підпадають під демонтаж через необхідність підготовки старого покриття до робіт з використанням високопродуктивної дорожньої техніки (дорожні фрези, асфальтоукладальники тощо). Влаштовуються такі острівці, як правило, з використанням бетонної суміші. Тобто, острівець безпеки, виготовлений з асфальтобетону або цементобетону є «одноразовим» засобом зниження безпеки руху, обмежений міжремонтним терміном дороги.

Окрім традиційних способів влаштування острівців безпеки пропонується влаштовувати запатентовані [7] модульні острівці з використанням окремих елементів (модулів), виготовлених із високоміцної гуми червоного кольору. На відміну від бетонування, модульні острівці встановлюються за допомогою анкерного кріплення (рис. 2).



Рис. 2. Встановлення елементів модульного острівця безпеки

Технічним результатом запропонованої модульної конструкції острівця є можливість його демонтажу і повторного встановлення (наприклад для виконання ремонту дорожнього покриття або внесення змін в організацію дорожнього руху, рис. 3). Це досягається шляхом використання особливостей анкерного кріплення елементів острівця до покриття автодороги.



Рис. 3. Демонтаж острівця безпеки, вул. Архипенка, м. Київ

Такі острівці в якості експерименту, погодженого із Національною поліцією України, у м. Києві розпочали встановлювати ще з 2017 р. (рис. 4, 5).



Рис. 4. Модульний острівець безпеки, вул. Архипенка, м. Київ

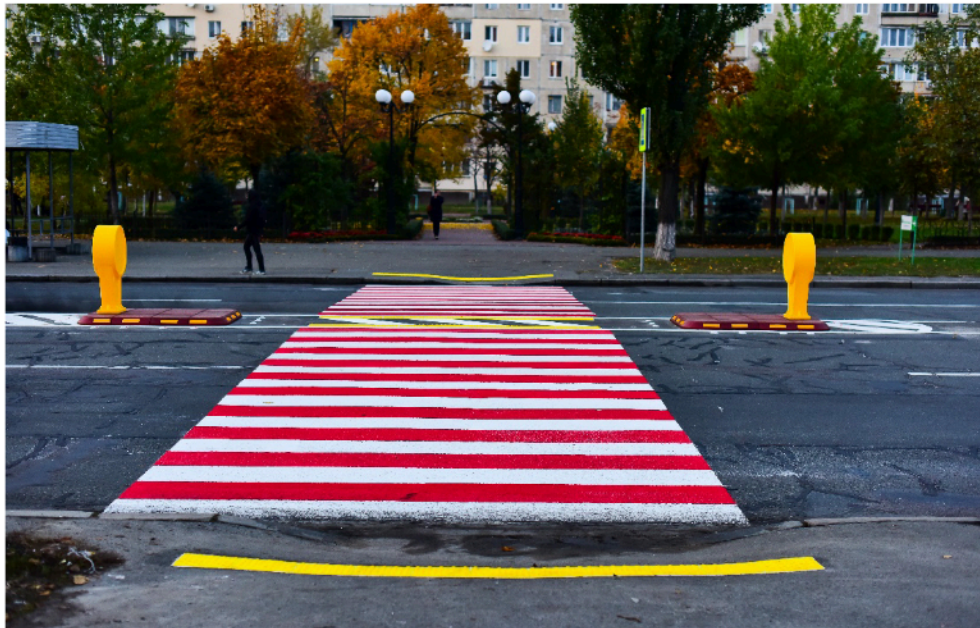


Рис. 5. Модульний острівець безпеки, вул. Архипенка, м. Київ

На сьогодні встановлено близько 30 таких острівців у м. Києві. До впровадження такого засобу організації дорожнього руху був використаний комплексний підхід:

- з метою забезпечення безпечних умов перетину пішоходами проїзної частини нанесено дорожню розмітку 1.14.3 з використанням пластику, котрий має підвищені зносостійкі властивості у порівнянні з фарбою;
- по периметру острівця встановлено додаткові світлоповертальні елементи, про які йшлося вище;
- з обох боків переходу встановлено двосторонні дорожні знаки 5.35.1(2) з флуоресцентною окантовкою;

- пішохідний перехід обладнано тактильною плиткою для орієнтування осіб з вадами зору.

Актуальним питанням залишається забезпечення високого ступеню захисту пішоходів, які зупинилися на острівці безпеки, від наїзду транспортних засобів (ТЗ). Пошук математичного виразу залежності утримуючій здібності елементів острівця безпеки від коефіцієнту міцності матеріалу та розмірів деталей, що використовуються, представляє інтерес як із теоретичної так і з практичної точки зору. Наявність такої залежності дозволило би достатньо просто визначити вплив змін січення елементів кріплення на значення енергоємності конструкцій. Основним завданням на шляху пошуку математичних залежностей стала модернізація вже відомих конструкцій та визначення їх максимальних можливостей без зміни кінематики роботи конструкції при взаємодії з автомобільним транспортом. Для визначення можливості підвищення утримуючій здібності елементів кріплення острівців безпеки на основі [8], необхідно розглянути різні етапи роботи конструкції при наїзді на них автомобілів. Згідно з проведеним аналізом було виділено наступні стадії роботи:

1. початкова стадія:

- елементи, анкерні кріплення та балка працюють в пружної стадії;
- деформація покриття незначна;
- затрачена енергія E - до 20 кДж (відповідає масі автомобіля $Q=1,1$ т, швидкості $V=40$ км/год., куту наїзду $\alpha=10^\circ$) - середньостатистична дорожня ситуація, притаманна населеному пункту;

2. друга стадія, що характеризується:

- початком пластичної деформації елементів в основі;
- відхиленням елементів на 5 - 15 см;
- сумарною витраченою енергією $E \approx 60 - 70$ кДж ($Q=2,2$ т, $V=40$ км/год., $\alpha=10^\circ$);

3. третя стадія, що характеризується:

- початком підйому елементів острівця безпеки;
- посиленою роботою анкерних болтів;
- відхиленням елементів до їх відділення на величину 15 - 25 см;

4. четверта стадія, при котрій вже почалося відділення елементів від покриття проїзної частини, $E \approx 90 - 120$ кДж.

Основним елементом, що відповідає за опір кінетичній енергії удару автомобіля по острівцю безпеки є анкерний болт. Від способів виробництва, вивірки і закріплення анкерних болтів залежать також темпи і вартість монтажних робіт [8]. В рамках проведеної роботи було визначено оптимальний діаметр анкерного болта для кріплення елементів острівця безпеки. При цьому враховувалась практика розрахунків різних авторів і наукових установ [9-14].

Розрахункове статичне навантаження на болт $P = 130$ кН, кількість болтів $n = 12$, зсувна сила $Q = 60$ кН, вага устаткування $N = 40$ кН. Тип асфальтобетону основи А, марка 2, глибина закладання болтів за допомогою модифікованих акрилових клеїв $lan_k = 8ds$.

Площу поперечного перерізу болта знаходимо за формулою (1):

$$A_s = \frac{kk_0P + F_1}{kR_s} \quad (1)$$

де k - 1,49 - коефіцієнт стабільності затягування (табл. 1); $k_0 = 1,05$; F_1 - зусилля попереднього затягування болтів при сприйнятті ними горизонтальних зсувних зусиль. Це зусилля визначаємо за формулою (2):

$$F_1 = k \frac{Q - Nf}{nf} \quad (2)$$

де k - коефіцієнт стабільності затягування, прийнятий за табл. 1;

Q - розрахункова зсувна сила, що діє в опорній площині;

N - нормальна сила;

f - коефіцієнт тертя, прийнятий рівним 0,25;

n - число болтів.

$$F_1 = k \frac{Q - Nf}{nf} = 1,49 \cdot \frac{60 - 40 \cdot 0,25}{12 \cdot 0,25} = 24,85 \text{ кН},$$

де $f = 0,25$ - коефіцієнт тертя металу по асфальтобетону.

Площа анкерного болта за різьбленням дорівнює:

$$A_s = \frac{1,49 \cdot 1,05 \cdot 130 + 24,85}{1,49 \cdot 1,85 \cdot 10^5} = 0,00083 \text{ м}^2 = 8,3 \text{ см}^2.$$

Приймаємо болт з діаметром різьблення М36 ($A_s = 8,36 \text{ см}^2$).

Необхідне зусилля попереднього затягування F_0 в цьому випадку відповідно до формули (2) становить:

$$F_0 = F + F_1 / k \quad (3)$$


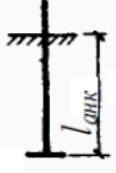
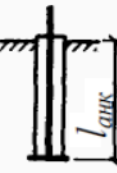
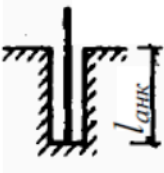

$$F_0 = F + F_1 / k = 0,75 \cdot 130 + \frac{24,85}{1,49} = 114,2 \text{ кН},$$

де $F = 0,75P$.

Глибина закладення анкера $l_{анк} = 8ds = 28,8$ см.

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів навантаження x і стабільності затягування залежно від конструкції анкерних болтів [14]

Конструкція болта	З видгіном	З анкерною плитою		Прямий	Конічний (розпирний)
		Глухий	Знімний		
Діаметр болта за різьбленням d , мм	12-48	12-140	56-125	12-48	6-48
Ескіз					
Мінімальна глибина закладення $l_{анк}$	$25d$	$15d$	$30d$	$10d$ $(8d)^1$	$10d$ $(8d)^1$
Найменша відстань між болтами	$6d$	$8d$	$10d$	$5d$	$8d$
Найменша відстань від осі болта до грані фундаменту	$4d$	$6d$	$6d$	$5d$	$8d$
Коефіцієнт завантаження x	0,4	0,4	0,25	0,6 $0,365^2$	0,55
Коефіцієнт стабільності затяжки, K	1,9 $(1,3)^3$	1,9 $(1,3)$	1,5	2,5 (2) $1,95 (1,49)^4$ $1,82 (1,43)^5$	2,3 (1,8)

Висновки. Таким чином запропонованим методом розрахунку доведено, що модульні острівці безпеки у порівнянні з традиційними мають низку переваг, які будуть справедливими при умові забезпечення необхідної стримуючій здібності та коефіцієнту міцності матеріалу кріплення елементів. Вказаний спосіб влаштування острівця безпеки у 2020 році отримав патент на корисну модель [8].

Список літератури

1. Столяров В.В. Прогнозування кількості дорожньо-транспортних пригод в залежності від дорожніх умов та рівня комфорту руху / В.В. Столяров, О.Л. Писной // Підвищення ефективності експлуатації транспорту: межвуз. наук. зб. К: НТУ, 2002. С. 170-173.
2. Столяров В.В. Проектування автомобільних доріг з врахуванням теорії ризику: в 2 ч. В.В. Столяров. К, 1994. 211 с.

3. Шаша І.К. Наукові основи забезпечення безпеки на автомобільному транспорті України: дис... докт. техн. наук: 05.22.20. Харків, 2006. 338 с.
4. Ларин А.Н., Черток Е.Е., Юрченко А.Н. Колісні вузли сучасних автомобілів. Х.: «С.А.М.», 2004. 260 с.
5. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехніка проектування транспортних машин. Навчальний посібник. Вид. 3-е, випр. и доп. Х.: ХНАДУ, 2004. 208 с.
6. Young, J.D., Lee (Eds.). Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation. London: CRS Press. P. 31-40.
7. Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги. ДСТУ 8751:2017 [Чинний від 2017-29-12]. Офіц. док. К.: ДП УкрНДНЦ, 2017. 77 с.
8. Пат. на корисну модель 144688 Україна, МПК, E01C1/00 Спосіб влаштування острівця безпеки на проїзній частині доріг / Густелев О.О., Осипов В.О.; заявник та патентовласник Комунальна корпорація «Київавтодор». № и 2019 09505 заявл. 27.08.2019; публікація 27.10.2020, Бюл. № 20.
9. Анкерні болти: конструкція, розрахунок, проектування, технологія влаштування: навч. посіб. / Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, В.О. Склярів, Н.М. Золотова. Х.арків: ХНАМГ, 2010. 204 с.
10. Склярів В.А. Жесткость анкерных болтов на акриловых клеях / В.А. Склярів // Науковий вісник будівництва. Харків: ХДТУБА, 2000. Вип. 10. С. 67-72.
11. Кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів та безпека праці: навч. посібник для студ. буд. спеціальностей / Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, Я.О. Серіков, С.М. Золотов, В.О. Склярів, С.Я. Серіков. Х.: ХНАМГ, 2008. 285 с.
12. Шутенко Л. Н. Изменение усилий предварительной затяжки анкерных болтов на акриловых клеях при динамических нагружениях / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, В.А. Склярів // Науковий вісник будівництва. Х.: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2008. Вип. 48. С. 99 -106.
13. HILTY AG: Fastening Manual Anchoring // Issue Aug. 2009, Hiltls Corporation Fastening Systems, Schaan, 2009. 262 p.
14. Shytenko L. The change of preliminary tightening efforts of anchor bolts on acrylic glues under dynamic load / L. Shytenko, M. Zolotov, V. Sklyarov // Proceedings of the 4th International Conference on Dynamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering. Slovak Republic, Papradno, 2008. P. 220-223.

PhD Valentyn Osypov,

Kyiv National University of Construction and Architecture

ON THE FEASIBILITY OF USING MODULAR SAFETY ISLANDS AS A TRAFFIC SAFETY TOOL

The issue of using safety islands as an additional tool for influencing the level of accidents involving pedestrians has studied. A new type of modern security island - a modular island - is proposed, and the calculation of the maximum strength of the anchor fasteners of the arrangement is proposed. The proven fact is the effectiveness of the use of so-called "safety islands" on roads - an engineering device that allows pedestrians to safely cross the too wide carriageway of roads and technically narrow

the traffic lane. Ensuring a high degree of protection of pedestrians stopped at the safety island from being by a vehicle remains an urgent issue. The search for a mathematical expression of the dependence of the holding capacity of the elements of the safety island on the strength factor of the material and the dimensions of the parts used is of interest from both a theoretical and a practical point of view. The presence of such a dependence would make it quite simple to determine the effect of changes in the cross-section of the fastening elements on the value of the energy intensity of the structures. Ensuring a high degree of protection of pedestrians stopped at the safety island from hit by vehicles remains an urgent issue. The search for a mathematical expression of the dependence of the holding capacity of the elements of the safety island on the strength factor of the material and the dimensions of the parts used is of interest from both a theoretical and a practical point of view. The main task in the search for mathematical dependencies was the modernization of already known structures and the determination of their maximum capabilities without changing the kinematics of the structure when interacting with road transport. In order to determine the possibility of increasing the holding capacity of the safety island fastening elements based on, it is necessary to consider different stages of the construction when cars hit them.

The method of calculation proved that modular safety islands have a number of advantages compared to traditional ones, which will be fair if the necessary deterrent ability and strength factor of the material of the fastening elements ensured.

Key words: island; road safety; holding capacity of fastening elements.

REFERENCES

1. Stolyarov V.V. Forecasting the number of traffic accidents depending on road conditions and the level of driving comfort / V.V. Stolyarov, O.L. Pysnoi // Increasing the efficiency of transport operation: interuniversity. of science coll. K: NTU, 2002. P. 170-173. {in Ukrainian}
2. Stolyarov V.V. Design of highways taking into account the theory of risk: in 2 h. V.V. Stolyarov. K, 1994. 211 p. {in Ukrainian}
3. Shasha I.K. Scientific basis of ensuring safety in road transport in Ukraine: diss. doc. technical Sciences: 05.22.20. Kharkiv, 2006. 338 p. {in Ukrainian}
4. Laryn A.N., Chertok E.E., Yurchenko A.N. Wheel assemblies of modern cars. Kh.: "S.A.M.", 2004. 260 p. {in Ukrainian}
5. Govorushchenko N.Ya., Turenko A.N. System engineering of the design of transport machines. Tutorial. Kind. 3rd, ex. and additional Kh.: Khnadu, 2004. 208p. {in Ukrainian}
6. Young, J.D., Lee (Eds.). Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation. London: CRS Press. P. 31-40. {in English}

7. Traffic safety. Road fences and guide devices. Rules of use. General technical requirements. DSTU 8751:2017 [Effective from 2017-29-12]. officer dock. K.: SE UkrNDNC, 2017. 77 p. {in Ukrainian}
8. Pat. on utility model 144688 Ukraine, IPC, E01C1/00 The method of installing a safety island on the carriageway / Gustelev O.O., Osypov V.O.; the applicant and patent owner is Kyivavtodor Communal Corporation. No. u 2019 09505 application 27.08.2019; publication 10/27/2020, Bull. No. 20. {in Ukrainian}
9. Anchor bolts: design, calculation, design, installation technology: teaching. manual / L.M. Shutenko, M.S. Zolotov, V.O. Sklyarov, N.M. Zolotova; Hark. national Acad. urban farm Kh.: KhNAMG, 2010. 204 p. {in Ukrainian}
10. Sklyarov V.A. Stiffness of anchor bolts on acrylic adhesives / V. A. Sklyarov // Scientific bulletin of construction. Kharkiv: KhDTUBA, 2000. Issue 10. P. 67-72. {in Ukrainian}
11. Fastening of technological equipment and metal structures to foundations and labor safety: training. manual for students of construction specialties / L. M. Shutenko, M.S. Zolotov, Y.O. Syerikov, S.M. Zolotov, V.O. Sklyarov, S.Ya. Syerikov. Kh.: KhNAMG, 2008. 285 p. {in Ukrainian}
12. Shutenko, L.N. Changes in pre-tightening forces of anchor bolts on acrylic adhesives under dynamic loads / L.N. Shutenko, M.S. Zolotov, V.A. Sklyarov // Science Bulletin of Construction. Kh.: KhDTUBA HOTV ABU, 2008. Vol. 48. P. 99-106. {in Ukrainian}
13. HILTY AG: Fastening Manual Anchoring // Issue Aug. 2009, Hilt Corporation Fastening Systems, Schaan, 2009. 262 p. {in English}
14. Shytenko L. The change of preliminary tightening efforts of anchor bolts on acrylic glues under dynamic load / L. Shytenko, M. Zolotov, V. Sklyarov // Proceedings of the 4th International Conference on Dynamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering. Slovak Republic, Papradno, 2008. P. 220-223. {in Ukrainian}