

І.М. Ісаєв

Луганське регіональне управління автобусних станцій

О.П. Кравченко, д.т.н., проф.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

В.О. Осипов, здобувач

Луганський будівельний коледж

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВЛАШТУВАННЯ ПІДВИЩЕНИХ НАЗЕМНИХ ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДІВ

З метою підвищення безпеки руху на автомобільних дорогах за участю пішоходів обґрунтовано використання гумових підвищених пішохідних переходів.

Постановка проблеми. Досвід багатьох країн свідчить, що установка дорожніх знаків, що обмежують швидкість руху, не завжди дає бажаний результат без додаткових заходів, подекуди примусових, для зниження швидкості руху на окремих ділянках автомобільних доріг. Дослідження, проведені у деяких Європейських країнах, зокрема у Франції, показали, що більшість водіїв, які порушують вимоги дорожніх знаків, що обмежують швидкість руху, за відсутності контролю досягає 70–80 % [1].

Французький медичний центр, спеціалізований на дорожньо-транспортному травматизмі, представляє дані (табл. 1) про залежність тяжкості поранення пішохода від швидкості руху автомобіля у момент здійснення наїзду.

Таблиця 1

Залежність тяжкості поранення пішоходів від швидкості руху автомобіля у момент здійснення наїзду

Швидкість руху автомобіля в момент наїзду на пішохода, км/год.	Ступінь тяжкості поранення пішохода та вірогідність його загибелі
20–30	Контузія без тяжких наслідків, вірогідність летального результату – 5–10 %
30–40	Тяжкі наслідки з можливістю інвалідності, вірогідність летального результату – 10–20 %
40–50	Вірогідність летального результату складає 20–50 %
50–60	Вірогідність летального результату складає 50–85 %
60–70	Вірогідність летального результату складає 85–95 %
Більше 70	Летальний результат

Зважаючи на такі дані, залежність вірогідності загибелі пішохода від швидкості руху транспортних засобів буде мати вигляд, що наведений на рисунку 1.



Рис. 1. Залежність гибелі пішохода від швидкості автомобіля

Дані [2] показують, що в діапазоні швидкостей 40–60 км/год. відбувається різке збільшення вірогідності летального результату для пішохода.

Пояснення полягає в тому, що при екстремому гальмуванні (на сухому покритті) транспортний засіб, що рухається:

- зі швидкістю 40 км/год. – зупиниться через 20 м;
- зі швидкістю 60 км/год. – через 20 м автомобіль все ще рухається зі швидкістю 55 км/год.

На підставі цих даних і даних медичних установ, дозволена швидкість руху в населених пунктах Європейських країн не перевищує 50 км/год. До таких країн належать: Австрія, Бельгія, Великобританія та ін.

Невирішеною проблемою залишається питання високої аварійності на автодорогах за участю пішоходів безпосередньо на наземних нерегульованих пішохідних переходах.

Метою дослідження є обґрунтування встановлення гумових підвищених пішохідних переходів – як засобу примусового зниження швидкості автомобілів та, як наслідок, зменшення аварійності за участю пішоходів.

Викладення основного матеріалу. При вирішенні питання зниження аварійності за участю пішоходів цікавим є Європейський досвід з цього напрямку. У деяких Європейських країнах діє так названа Концепція стримування швидкості руху (Traffic calming).

Концепція вперше стала використовуватися в Нідерландах на початку 70-х років ХХ сторіччя. В окремих житлових мікрорайонах, прилеглих до головних магістральних і районних доріг, виникла необхідність зробити заходи для того, щоб змусити водіїв знижувати швидкість руху. Такими заходами стали облаштування звужень проїзної частини і переривання перспективи прямих ділянок доріг.

Широко практикується поєднання трапецієподібного хампу з пішохідним переходом, утворюючи, так званій, підвищений пішохідний перехід, мета якого – додаткова безпека для пішоходів. Хампи (від англ. "hump" – пагорб; іноді також використовується термін "bump" – випуклість) – це штучні нерівності на проїзній частині дороги, які влаштовано для зниження швидкості руху транспортних засобів на ділянках з потенційною небезпекою ДТП. Використання хампів може забезпечити зниження кількості ДТП до 60 % [2].

Спираючись на світовий досвід пропонується використовувати підвищені пішохідні переходи, які можуть бути виготовленими з гуми на прикладі [3].

Підвищений пішохідний перехід – особливо результативний засіб стримування швидкості руху транспортних засобів, оскільки автомобілі позбавлені можливості розігнатися на самому переході, на відміну від перехрестя, не обладнаного підвищеними переходами.

Влаштування підвищеного пішохідного переходу примушує водіїв знижувати швидкість транспортних засобів. Особливо ефективним виглядає пропозиція використовувати такий тип переходів на вулицях і дорогах населених пунктів, де часто дорогу переходять люди з обмеженими фізичними властивостями (відсутність зору). Існуючі звукові сигналізатори, які встановлюються на пішохідних переходах разом із світлофорами, через розсіювання звуку в місті не можуть повною мірою вказати правильну траєкторію перетину проїзної частини автодороги. Через це зростає вірогідність потрапляння у ДТП інвалідів зору. А підвищений пішохідний перехід задає правильну траєкторію, виконуючи роль направляючого бордюру, який використовують інваліди для пересування.

При виготовленні та влаштуванні підвищеного пішохідного переходу необхідно враховувати процес наїзду та з'їзду транспортних засобів на підвищену нерівність та фізико-механічні особливості гумового типу покриття.

При зустрічі колеса, що котиться, з підвищенням на покритті відбувається удар об перешкоду, що супроводжується стискуванням шини і ресори (або стійки). Сила удару залежить від висоти і форми перешкоди, еластичності колеса і швидкості руху. Чим вище перешкода, тим інтенсивніший буває другий удар при падінні колеса на дорожній одяг після сходу з перешкоди. Удар – це одна з найважливіших форм взаємодії колеса і дорожнього одягу. При ударі колеса об покриття частина енергії автомобіля, що рухається, витрачається на стискування шин і ресори або стійки, на коливання і стрясання частин автомобіля, на стиск одягу в місці удару та на пружні коливання одягу та ґрунту земляного полотна.

При ударі о дорожній одяг шина стискається. По мірі стиску тиск шини на одяг підвищується. Чим більше модуль жорсткості шин, тим коротший час удару і, відповідно, більша швидкість та прискорення стиснення.

Діюча на покриття максимальна динамічна сила складає:

$$G_0 = ku_{\max}, \quad (1)$$

де u_{\max} – максимальний стиск шин при ударі об покриття; k – модуль жорсткості шини.

При розгляді удару о тверді дорожні одяги можливо знехтувати їх деформацією, дуже малою при зрівнянні з деформацією шини, тобто вважати модуль жорсткості одягу дуже великим. У такому випадку, придбана колесом вагою G енергія при стиску на $u_{\max} = (u + \Delta)$, дорівнює $k(u + \Delta) \times (u + \Delta)$ (рис. 1) і повинна дорівнювати енергії падіння колеса у западину глибиною h :

$$G = (h + u). \quad (2)$$

Таким чином,

$$\frac{k(u + \Delta)^2}{2} = G(h + u). \quad (3)$$

Перетворюючи цей вираз, отримаємо:

$$u = \sqrt{\frac{2Gh}{k}} - \Delta^2, \quad (4)$$

де $\Delta = \frac{G}{k}$ – статичний стиск шини; u – додатковий стиск шини при ударі.

Однак на стиск шини витрачається не вся енергія падіння. Частина енергії удару витрачається на деформацію та коливання одягу. Мірою втрати енергії може служити коефіцієнт відновлення при ударі, рівний відношенню e проєкцій швидкості і швидкості падіння на нормаль до поверхні удару. При падінні колеса це відношення рівне кореню квадратному із відношення висоти підскоку після удару до висоти падіння колеса. При абсолютно пружних тілах – $e = 1$, а при абсолютно не пружних – $e = 0$. При ударі об дорожній одяг цей коефіцієнт залежить головним чином від модуля жорсткості шини меншою мірою від властивостей одягу. Для шин вантажних автомобілів і твердих покриттів коефіцієнт відновлення при ударі коливається від 0,60 до 0,82 при зміні тиску повітря у камері в межах від 0 до 5,0 ат. Коефіцієнт e має більшу величину для вдосконалених покриттів на основах жорсткого типу. Менше значення має e для дорожнього одягу на піщаній основі та на ґрунтових дорогах. У цьому випадку значна частина енергії поглинається одягом або ґрунтом [4].

Таким чином, з урахуванням втрат енергії при ударі колеса об покриття значення динамічного стиску шини розраховується:

$$u = e \sqrt{\frac{2Gh}{k}} - \Delta^2. \quad (5)$$

Максимальне прискорення колеса, що падає з висоти h з круговою частотою власних коливань колеса n буде дорівнювати:

$$w_{\max} = n^2 u_{\max} = \frac{kg}{G} e \sqrt{\frac{2Gh}{k}} - \Delta^2 = eg \sqrt{\frac{2kh}{G}} - 1. \quad (6)$$

Через виникнення динамічних сил при русі по нерівній поверхні дороги тиск колеса на одяг більший, ніж при статичному впливі. Визначаючи динамічний коефіцієнт як відношення суми статичної і динамічної сили до статичної, отримаємо його вираз для колеса вагою G , падаючого у вибоїну глибиною h :

$$\gamma = \frac{G_{cm} + G_d}{G_{cm}} = 1 + \frac{ku}{G} = 1 + \frac{k}{G} e \sqrt{\frac{2Gh}{k}} - \Delta^2, \quad (7)$$

або

$$\gamma = 1 + e \sqrt{\frac{2kh}{G}} - 1. \quad (8)$$

Розрахунок оцінного параметра повздожньої стійкості. Під повздожньою стійкістю розуміється можливість подолання ухилу без пробуксовування провідних коліс, оскільки у тих, що мають низьке розташування центра тяжіння сучасних автомобілів, перекидання в подовжній площині маловірогідне. Критерієм оцінки подовжньої стійкості служить максимальний ухил підйому, подоланий з постійною швидкістю без пробуксовування провідних коліс.

Критичний кут підйому значною мірою залежить від значення коефіцієнта зчеплення.

Розрахунок оцінного параметра подовжньої стійкості (критичного кута підйому) визначається за формулою:

$$\alpha = \arctg \left(\frac{a \cdot \varphi}{L - h_{ц.м.} \cdot \varphi} \right), \quad (9)$$

де a – відстань від центра тяжіння автомобіля до його передньої осі; L – база автомобіля.

Для порожнього автомобіля, для сухого покриття:

$$\alpha = \arctg(2,4 * 0,6 / (3,6 - 1 * 0,6)) = 44^\circ.$$

Аналогічно проводимо розрахунок для автомобіля в порожньому і навантаженому стані за різними значеннями коефіцієнтів φ і результати розрахунків зводимо в таблицю 2.

Таблиця 2

Критичний кут підйому

Критичний кут підйому, град.	Коефіцієнт зчеплення шин з дорогою. Щебенево покриття	
	сухе – 0,6	вологе – 0,5
Без навантаження	44	37
З повним навантаженням	45	39

Зміна коефіцієнта зчеплення шин з дорогою сприяє і зміні критичного кута підйому. Для асфальтобетонного і цементобетонного покриттів критичний кут підйому мінімальний, а при ожеледі максимальний. Для порожнього автомобіля критичний кут підйому більший, ніж для автомобіля в навантаженому стані, проте для снігу і обмерзлої дороги критичний кут підйому для автомобіля в навантаженому стані більший, ніж для автомобіля в порожньому стані. У таблиці 3 наведено параметри підвищених пішохідних переходів і бажане обмеження швидкості руху транспортних засобів [5].

Сучасні нормативні документи України дозволяють обладнати розміткою підвищені наземні пішохідні переходи. Новий [6] має розмітку 1.23, яка попереджає про наближення до елементів примусового зниження швидкості і підвищених пішохідних переходів, а також розмітку 1.14.4, яка позначає нерегульований пішохідний перехід у місцях проживання або переходу сліпих.

Таблиця 3

*Параметри підвищених пішохідних переходів
і бажане обмеження швидкості руху транспортних засобів*

Максимально допустима швидкість руху, вказана на знаку, км/год.	Хвилеподібний профіль			Трапецієподібний профіль			
	довжина L, м	максимальна висота гребня H, м	радіус криволінійної поверхні R, м	довжина горизонтальної площадки L _г , м	довжина похилої ділянки L _н , м	максимальна висота гребня H, м	кут похилої поверхні, %
20	3,0–3,5	0,07	11,0–15,0	2,0–2,5	1,0–1,15	0,07	14,1
30	4,0–4,5	0,07	20,0–25,0	3,0–5,0	1,0–1,4	0,07	10,0
40	6,25–6,75	0,07	48,0–57,0	3,0–5,0	1,75–2,25	0,07	6,0

Висновки. Звертаючи увагу на велику кількість ДТП за участю пішоходів на наземних нерегульованих пішохідних переходах, запропоновано примусово знижувати швидкість транспортних засобів шляхом застосування гумових підвищених переходів. Обґрунтовано вибір матеріалу для виготовлення переходу та основні його геометричні параметри, які дадуть змогу безпечно експлуатувати пристрій як водіям автомобілів, так і пішоходам, у тому числі із обмеженими фізичними можливостями.

Список використаної літератури:

1. Прокофьев В.П. Есть ли жизнь на трассе / В.П. Прокофьев // Российская газета. – М., 2008. – № 4710. – С. 3.
2. Программа мероприятий по повышению безопасности движения на участках концентрации ДТП на автодорогах общего пользования Архангельской области. – Архангельск, 2007. – 24 с.
3. Handboek voor de praktische uitvoering van voetgangersoversteekplaatsen. // «Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw». – Brussel, 2010. – № 47/0. – P. 68.
4. Бируля А.К. Эксплуатация автомобильных дорог / А.К. Бируля. – М. : Транспорт, 1966. – 325 с.
5. ГОСТ Р 52605-2006. Технические средства организации дорожного движения. Искусственные неровности. Общие технические требования. Правила применения. – М. : Стандартинформ, 2007.
6. ДСТУ 2587:2010. Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування. – К. : Держспоживстандарт України, 2011.

ІСАЄВ Іса Магомедович – начальник Луганського регіонального управління автобусних станцій.

Наукові інтереси:

– організація та управління пасажирськими автобусними перевезеннями.

Тел.: (0642)50–71–52.

E-mail: lruas@meta.ua

КРАВЧЕНКО Олександр Петрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоніки та управління на транспорті Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Наукові інтереси:

– підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту.

Тел.: (0642)41–95–83; (моб.) (050)91–38–228.

E-mail: avtoap@ukr.net

ОСИПОВ Валентин Олександрович – здобувач, викладач спецдисциплін циклової комісії автодорожніх дисциплін Державного вищого навчального закладу «Луганський будівельний коледж».

Наукові інтереси:

– підвищення безпеки руху автомобільного транспорту.

Тел.: (моб.) (099)777–24–88.

E-mail: osipov.valentin100@gmail.com

Стаття надійшла до редакції 01.08.2012

Исаев И.М., Кравченко О.П., Осипов В.О. Пропозиції з влаштування підвищених наземних пішохідних переходів
Исаев И.М., Кравченко А.П., Осипов В.А. Предложения по устройству повышенных наземных пешеходных переходов
Isaev I., Kravchenko A., Osipov V. Proposals on the device of the high ground pedestrian crossings

УДК 656.1

Предложения по устройству повышенных наземных пешеходных переходов / И.М. Исаев, А.П. Кравченко В.А. Осипов

С целью повышения безопасности движения на автомобильных дорогах с участием пешеходов обосновано применение резиновых повышенных пешеходных переходов.

УДК 656.1

Proposals on the device of the high ground pedestrian crossings / I.Isaev, A.Kravchenko, V.Osipov

With the purpose of increase of traffic safety on the roads with the participation of pedestrians in the article is devoted to the introduction of rubber elevated pedestrian crossings.