

1. Tepley S. Canadian Capacity Guide for Signalized Intersections. Third Edition / S. Tepley, D. I. Allingham, D. B. Richardson, B. W. Stephenson. – Toronto: Institute of Transportation Engineers, District 7, 2008. – 230 p.
2. Highway Capacity Manual / Washington: TRB, 2000. – 1134 p.
3. Левашев А.Г. Проектирование регулируемых пересечений / А.Г. Левашев, А.Ю. Михайлов, И.М. Головных. – Иркутск: ИрГТУ, 2007. – 208 с.
4. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 280 с.
5. Лобанов Е.М. Пропускная способность автомобильных дорог / Е.М. Лобанов, В.В. Сильянов, Ю.М. Ситников, Л.Н. Сапегин. – М.: Транспорт, 1970. – 152 с.
6. Пальчик А.М. Транспортні потоки / А.М. Пальчик. – К.: НТУ, 2010. – 172 с.
7. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
8. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах: ВСН 25-86. – [Введено 1988-01-01]. – М.: Мин-во автомобильных дорог РСФСР, 1986. – 140 с.
9. Романов А.Г. Дорожное движение в городах: закономерности и тенденции / А.Г. Романов. – М.: Транспорт, 1984. – 80 с.
10. VISSIM 5.10. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – СПб.: А+С Консалт, 2009. – 542 с.

Отримано 05.03.2012

УДК 656.1

О.П.КРАВЧЕНКО, д-р техн. наук, В.О.ОСИПОВ

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Луганськ

ЩОДО ВЛАШТУВАННЯ ГУМОВИХ ПІДВИЩЕНИХ ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДІВ

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

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

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.

Ключові слова: безпека руху, пішохідний перехід, зниження швидкості, підвищений перехід.

Досвід багатьох країн свідчить, що установка дорожніх знаків, що обмежують швидкість руху, не дає бажаного результату 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 доля водіїв, які порушують вимоги дорожніх знаків, що обмежують швидкість руху, при відсутності контролю досягає 70-80% [1].

Французький медичний центр, спеціалізований на дорожньо-транс-

портному травматизмі, приводить дані (табл.1) щодо залежності 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 автомобілю 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

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 екстремному гальмуванні (на сухому покритті) транспортний засіб, що рухається:

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

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

Основу дослідження склали теоретичні та практичні праці в області організації безпеки дорожнього руху закордонних вчених [1-4] 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 зменшення аварійності за участю пішоходів.

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

Концепція уперше стала використовуватися в Нідерландах на по-

чатку 70-х років XX ст. 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, провокуючих водіїв на рух з високою швидкістю та ін.

У деяких країнах широко практикується поєднання трапецієвидного хампу з пішохідним переходом, утворюючи, так званий, 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 утримання швидкості руху транспортних засобів на ділянках з потенційною небезпекою ДТП. Використання хампів може забезпечити зниження кількості ДТП до 60% [2].

Спираючись на світовий досвід, на території України пропонується використовувати підвищені пішохідні переходи, виготовлені 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 дуже часто дорогу перетинають 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 в повній мірі 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 і 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 інтен-

свиніший 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 частину енергії автомобілю, що рухається витрачається на стискування шин і ресори або стійки, на коливання і стрясування частин автомобіля, на стиск одягу в місці удару та на пружні коливання одягу та ґрунту земляного полотна.

При ударі об 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:

$$G_0 = k u_{\max} \quad (1)$$

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

При розгляді удару об тверді дорожні одяги можливо знехтувати їх деформацією, дуже малою по зрівнянню 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

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

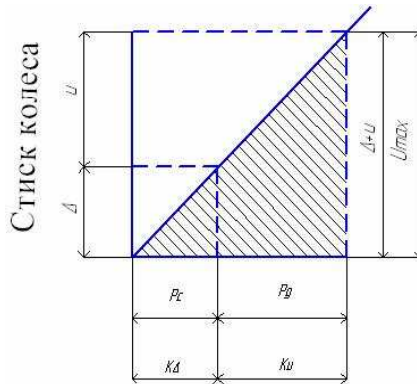


Рис.1 – Робота стиску шини

Таким чином,

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

Перетворюючи цей вираз, отримуємо

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

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 втрачається на деформацію та коливання одягу. Мірою втрати енергії може служити коефіцієнт відновлення при ударі, рівний відношенню e проекцій швидкості і швидкості падіння на нормаль до поверхні удару. При падінні колеса це відношення рівно 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 цій коефіцієнт залежить головним чином від модуля жорсткості шини і в меншій степені 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 в 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

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

Максимальне прискорення колеса, що падає з висоти h з круговою частотою власних коливань колеса n дорівнює

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

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 оціночного параметру повздожньої стійкості. Під повздожньою стійкістю розуміється можливість подолання ухилу без пробуксування провідних коліс, оскільки у тих, що мають низьке розташування центру тяжіння сучасних автомобілів перекидання в подовжній площині маловірогідне. Критерієм оцінки повздожньої стійкості слугуватиме максимальний ухил підйому, подоланий з постійною швидкістю без пробуксування провідних коліс.

Критичний кут підйому значною мірою залежить від значення коефіцієнта зчеплення.

Розрахунок оцінного параметра повздожньої 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 центру тяжіння автомобіля до його передньої осі; L – база автомобіля.

Для порожнього автомобіля, для сухого покриття:

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

Аналогічно проводимо розрахунок для автомобіля в порожньому і навантаженому стані при різних значеннях коефіцієнтів φ і результати розрахунків зводимо до табл.2.

Таблиця 2 – Критичний кут підйому

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

На підставі табл.2 будується графік залежності критичного кута підйому від коефіцієнта зчеплення шин з дорогою $\alpha = f(\varphi)$ (рис.2).

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 більше ніж для автомобіля в навантаженому стані, проте для снігу і обмерзлої дороги кри-

тичний кут підйому для автомобіля в навантаженому стані більше ніж для автомобіля в порожньому стані. В табл.3 наведено параметри підвищених пішохідних переходів і бажане обмеження швидкості руху транспортних засобів [5].

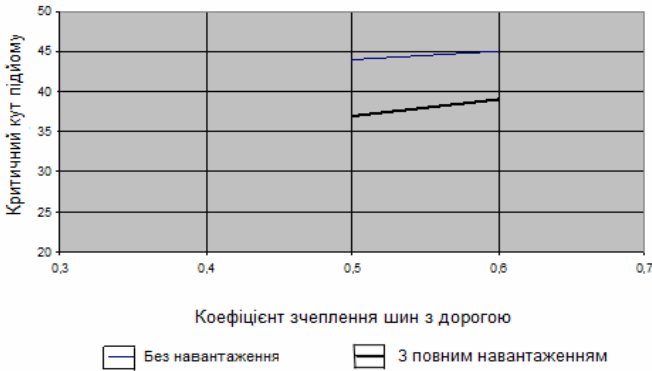


Рис.2 – Залежність критичного кута підйому від коефіцієнта зчеплення шин з дорогою

Таблиця 3 – Параметри підвищених пішохідних переходів і бажане обмеження швидкості руху транспортних засобів

Максимально допустима швидкість руху, вказана на знаку, км/год.	Хвилеподібний профіль			Трапецієвидний профіль			
	довжина L , м	максимальна висота гребня H , м	радіус криволінійної поверхні R , м	довжина горизонтальної площадки $L_{г}$, м	довжина похилої ділянки $L_{д}$, 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

Сучасні нормативні документи України дозволяють обладнати розміткою підвищені наземні пішохідні переходи. Новий [6] має розмітку 1.23 яка попереджує про наближення до елементів примусового зниження швидкості, а також підвищених пішохідних переходів (рис.3), а

також розмітку 1.14.4, яка позначає нерегульований пішохідний перехід в місцях проживання або переходу сліпих (рис.4).

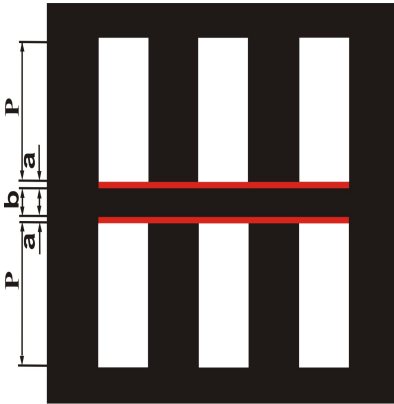


Рис.3 – Розмітка 1.23

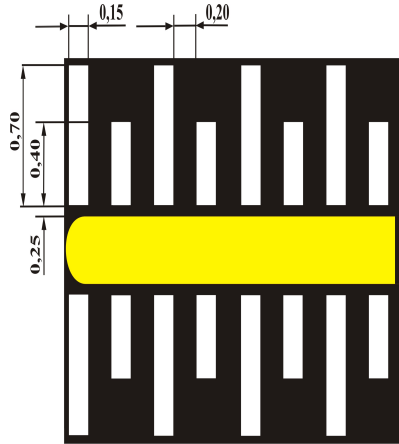


Рис.4 – Розмітка 1.14.1

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 з обмеженими фізичними можливостями.

- 1.Прокофьев В.П. Есть ли жизнь на трассе // 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. – 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.

Отримано 05.03.2012