

*Дударенко О.В., к.т.н., доц.; Сосик А.Ю., к.т.н., доц.;
Салімоненко С.В., магістрант*

ВПЛИВ ПІШОХОДНОЇ ПОДУШКИ БЕЗПЕКИ НА ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ПРИ ФРОНТАЛЬНОМ ЗІТКНЕННІ З ПІШОХОДОМ

Представлено результати експериментальних досліджень пружно-пластичного взаємодії манекена з елементами кузова автомобіля, обладнаного елементами безпеки. Встановлено, що для отримання точних даних швидкості руху автомобіля при розслідуванні дорожньо-транспортної пригоди за участю пішохода та автомобіля, обладнаного пішоходною подушкою безпеки, необхідно враховувати корегуючий коефіцієнт.

Наїзд на пішохода є найбільш поширеним випадком дорожньо-транспортної пригоди (ДТП), число яких становить понад 45% від загального числа ДТП в Україні. Автотехнічна експертиза таких пригод ускладнена, тому що взаємодіючі об'єкти – автомобіль та людина мають велику різницю динамічних характеристик – маси, жорсткості, швидкості та ін.

Дослідження з метою визначення швидкості автомобіля при наїзді на пішохода, проведено в роботах наступних авторів: В.М. Никонова, В.А. Іларіонова, І.К. Коршакова, В.М. Торліна, Ю.Б. Суворова та інших.

Система пішоходної подушки безпеки являється новим інженерним рішенням для зменшення травматизму пішохода під час ДТП, яке вперше з'явилося на серійному автомобілі в 2012 році. Подушка безпеки поглинає значну кількість енергії удару. Відповідно, пішохід відкидається на меншу відстань. Тому виникає необхідність перевірити правильність традиційних методів визначення швидкості наїзду на пішохода автомобілем з такою системою.

Для реконструкції ДТП за участю пішохода використовуються різні методи. Підхід значною мірою залежить від цілей моделювання та доступної інформації. Існує відмінність між швидкісною реконструкцією і динамікою взаємодії автомобіля та пішохода. Останнє визначає швидкість автомобіля від речового доказу події.

Такими доказами є дистанція відкидання і відстань від автомобіля до пішохода. Дистанція відкидання визначається як відстань між точкою початкового контакту і кінцевою точкою неконтрольованого положення спокою пішохода, тобто відстань, яку описує пішохід від початкового контакту до моменту зупинки. Динаміка взаємодії автомобіль-пішохід націлена, в основному, на визначення детальної взаємодії сил і рухів між автомобілем і пішоходом для того, щоб оцінити тяжкості травм або оцінити рівень зміни геометрії автомобіля. Аналіз сучасних методів математичного моделювання зіткнення автомобіля та пішохода наведено в [1].

Існує декілька методів визначення швидкісної реконструкції. Емпіричні рівняння довели своє практичне застосування при моделюванні швидкості. Д. Вудом було знайдено залежність між дистанцією відкидання S_p і квадратом початкової швидкості транспортного засобу v_{co} [2]:

$$v_{co} = c_w \sqrt{S_p}, m/c, \quad (1)$$

де c_w – емпіричний коефіцієнт.

Вуд представив три значення c_w , які залежать від фізіологічних параметрів пішохода і конструкції автомобіля.

Різні значення c_w забезпечують оцінку середньої та експериментальної неточності. Але не враховуються елементи пасивної безпеки для пішоходів, тому необхідно провести додаткові експериментальні дослідження.

Для перевірки даного питання на кафедрі «Автомобілі» Запорізького національного технічного університету (ЗНТУ) було побудовано конструкцію, котра імітує систему пішохідної подушки безпеки, та манекен. Загальний вигляд конструкції на дослідному автомобілі зображено на рисунку 1.

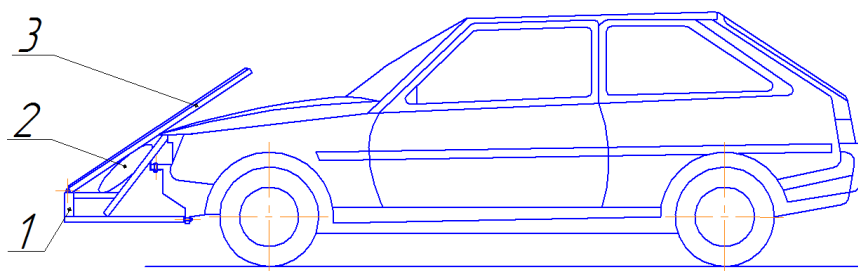


Рис.1 – Схема конструкції, котра імітує передню частину автомобіля з пішохідною подушкою безпеки

Основними елементами системи являються: 1 – несуча рама; 2 – пружний елемент; 3 – площадка зі змінним кутом нахилу, датчикові апаратура.

Розроблена конструкція працює наступним чином. При зіткненні з пішоходом площадка 3 приймає на себе удар і передає імпульс на пружний елемент 2 (імітуючий подушку безпеки), метою якого є зменшення цього імпульсу. В результаті чого скорочується відстань, на яку відкидається манекен. На площадці 3 закріплений акселерометр STEVAL-MKI062V2 iNEMO, за допомогою якого замірюється прискорення, з яким манекен контактує при ударі, за рахунок чого визначаємо силу удару.

STEVAL-MKI062V2 iNEMO - демонстраційна плата на базі 32-бітного ARM Cortex-M3 мікроконтролера STM32F103RE. У складі плати є: датчик температури, тиску, 2-координатний гіроскоп, 1-координатний гіроскоп, 6-координатний геомагнітний модуль. Крім того є слот для карт пам'яті і конектори для підключення модулів дротового і бездротового зв'язку (USB, ZigBee, GPS). Дана демонстраційна плата - це друга версія модуля STEVAL-MKI062V1 iNEMO, у більш компактному виконанні: розміри плати 40 × 40 мм. Для розробки є бібліотека вбудованого програмного забезпечення, а також програмна оболонка для ПК з графічним інтерфейсом відображає значення всіх встановлених на плату датчиків.

Для дорожніх випробувань у якості базового автомобіля використовувався передньопривідний легковий автомобіль ZAZ Tavria Nova 1.2 MT 110247.40 в стандартній комплектації. На даному автомобілі було знято капот, передній бампер, фари та решітку радіатора для того, щоб встановити конструкцію, котра імітує передню частину автомобіля з пішохідною подушкою безпеки. Геометричні параметри конструкції: ширина площадки – 800 мм, довжина площадки – 850 мм, кут нахилу площадки в робочому стані – 38°.

Манекен, який імітує пішохода, має кінцівки, які обертаються на шарнірних опорах. Основні характеристики манекена: висота - 1440 мм, ширина - 550мм, вага - 32 кг.

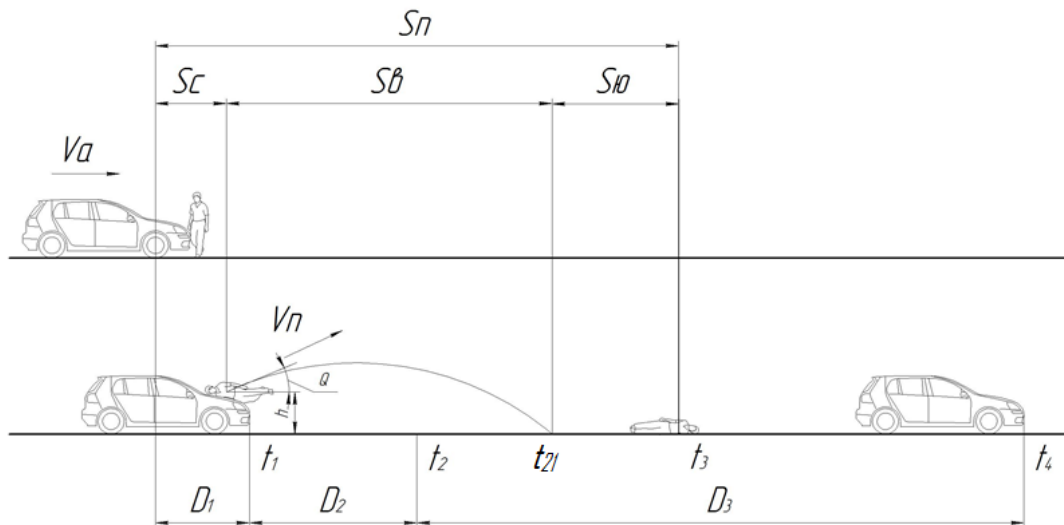
Під час проведення експерименту було необхідно визначити дистанцію відкидання манекена для розрахунку швидкості наїзду на нього.

Проведення досліджень проводилось у відповідності з вимогами НТД, робочої методики МЕТ 04.001.99 та ДСТУ UN/ECE R13-09-2002.

Під час дорожніх випробувань оцінювались наступні експлуатаційні показники:

- початкова швидкість гальмування;
- шлях гальмування та розгальмування;
- гальмівний шлях;
- усталене сповільнення;
- параметри відкидання манекена.

Експерименти проведено на ділянці для випробувань кафедри «Автомобілі» ЗНТУ. Випробування було проведено 5 разів при різних швидкостях та жорсткості конструкції шляхом зіткнення автомобіля з манекеном для отримання відстані відкидання жертви. В ході проведення досліду було встановлено, що манекен проходить три стадії під час зіткнення з автомобілем, що відповідає стадіям, зображеним на рисунку 2.



S_c – відстань, яку долає пішохід до повного контакту з автомобілем; S_b – відстань, яку долає пішохід від моменту зіткнення до контакту з землею; S_{jo} – відстань від точки контакту пішохода з землею до моменту зупинки.

Рис. 2 – Схема ДТП за участю пішохода

Емпіричний коефіцієнт c_w визначався з рівняння (1):

$$c_w = v_{co} \sqrt{S_p}. \quad (2)$$

Оброблено отримані в ході випробування результати при швидкості руху автомобіля 35 та 40 км/год при нежорсткій та жорсткій системі.

Визначено, що при розслідуванні ДТП за участю пішохода та автомобіля з елементами пасивної безпеки необхідно враховувати коефіцієнт c_w , який буде більше від стандартного на 5%.

ДТП з тяжкими наслідками передбачає індивідуальну відповідальність за нього водія у вигляді матеріального, адміністративного або кримінального покарання. Проведені дослідження дозволять підвищити точність результатів автотехнічної експертизи при ДТП в розглянутому випадку.

Список літературних джерел

1. Новые методы экспертизы ДТП [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://bsfp.media-security.ru>.
2. Wood D. Impact and movement of pedestrians in frontal collisions with vehicles. // Proceedings of Institution Mechanical Engineer, volume 202 №D2, pages 101–110. 1988.

Дударенко Ольга Василівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів, Запорізький національний технічний університет.

Сосик Андрій Юрійович - к.т.н., доцент кафедри автомобілів, Запорізький національний технічний університет.

Салімоненко Сергій Віталійович – магістрант, Запорізький національний технічний університет.