

## УТОЧНЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ЕНЕРГОПОГЛИНАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ СЕРЕДОВИЩА PC-CRASH.

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Запропоновано вдосконалення методу визначення швидкості руху транспортних засобів при ДТП шляхом уточнення коефіцієнтів енергопоглинання конструкцій автомобілів для програмного комплексу PC-CRASH.*

**Ключові слова:** ДТП, швидкість, енергія деформування, PC-CRASH.

### *Abstract*

*An improvement of the method for determining the speed of vehicles in accidents by clarifying energy absorption coefficients of cars for complex software PC-CRASH.*

**Keywords:** Accidents, speed, deformation energy, PC-CRASH.

### Вступ

В останні роки спостерігається суттєве збільшення кількості та інтенсивності руху автомобілів на автошляхах України, в результаті чого збільшується кількість дорожньо-транспортних пригод. При розслідуванні ДТП основним параметром, що визначає відповідальність водіїв, згідно вимог правил дорожнього руху, є швидкості руху транспортних засобів на момент, що передував зіткненню.

В практиці судових експертиз найбільш широко розповсюджені методи визначення швидкості за довжиною гальмівного шляху [1]. Вони можуть бути використані у дослідженні аварій вітчизняних автомобілів без значних механічних пошкоджень. Однак, зазначені методи втратили свою актуальність з розповсюдженням антиблокувальних систем ABS, що виключають можливість проковзування коліс автомобіля відносно дорожнього покриття, а отже появу слідів гальмування.

В результаті зіткнення автомобіля з перешкодою, кінетична енергія перетворюється на енергію пластичного деформування елементів його конструкції, на деформування і руйнування перешкоди, а також на відкидання транспортного засобу після зіткнення. У випадку зіткнення на швидкостях більше 50 км/год, визначальною є поглинута енергія пластичного деформування конструкції, тому питання її визначення є актуальним.

У роботі [2] пропонується визначати енергію деформування транспортного засобу шляхом моделювання удару методом скінченних елементів. Створення для вказаного методу 3D моделей транспортних засобів потребує значних людських та технічних ресурсів, а також проведення великої кількості механічних випробувань для визначення властивостей усіх матеріалів, що використовувались у конструкції. Тому зазначений метод складно застосовувати в експертній практиці і він викликає лише науковий інтерес.

### Результати дослідження

Байков В. П. у роботі [4] пропонує визначати енергію деформування конструкцій легкових автомобілів за константами енергопоглинання.

Для прикладу, у випадку пошкодження у вигляді прямокутника шириною  $\delta_{ji}$  і глибиною  $\lambda_{ji}$  використовується формула

$$w_{defji} = \delta_{ji} \left[ A_{ji} \lambda_{ji} + B_{ji} \frac{(\lambda_{ji} - \lambda_{0,jib})^{k_{jib} + 1}}{k_{jib} + 1} + C_{ji} \frac{(\lambda_{ji} - \lambda_{0,jic})^{k_{jic} + 1}}{k_{jic} + 1} \right], \quad (2)$$

де  $A_{ij}$ ,  $B_{ji}$ ,  $C_{ji}$  – константи енергопоглинання при деформуванні транспортного засобу;  $\lambda_{0jib}$ ,  $\lambda_{0jic}$ ,  $k_{jib}$ ,  $k_{jiv}$  – коефіцієнти апроксимації підінтегральної кривої функції;  $\lambda$  і  $\delta(\delta_{jib}, \lambda_{jib}, \lambda)$  – поточні координати глибини і ширини пошкоджень.

Для розрахунку енергопоглинання конструкцій транспортних засобів в середовищі PC-CRASH також використовуються результати проведених краш-тестів [3].

Зазначені підходи дають змогу визначати енергію деформування конструкцій легкових автомобілів, для яких проведено та опрацьовано результати краш-тестів лише у випадках ДТП, максимально наближених за умовами до них. Крім того, результати енергопоглинання автомобілів отримують при проведенні стандартних краш-тестів (наприклад, для європейської програми оцінки безпеки автомобілів Euro NCAP при швидкості 64 км/год), що рідко відповідає умовам реальних ДТП.

За методиками, викладеними в [5, 7], витрати на роботу пластичного деформування і руйнування елементів конструкцій транспортних засобів можуть бути визначені за зміною твердості металу, за допомогою переносного твердоміра "Темп-3" і розраховуються за формулою

$$W_{num} = W_0 \exp \frac{\ln k_H / D}{C}, \quad (3)$$

де  $W_{num}$  – питома потенціальна енергія деформування в Дж/см<sup>3</sup>;  $W_0 = \frac{\sigma_{0.2}^2}{2E}$  – пружна питома потенціальна енергія в Дж/см<sup>3</sup>;  $\sigma_{0.2}$  – границя текучості матеріалу в МПа;  $E$  – модуль пружності 1-го роду в МПа;  $D$  і  $C$  – коефіцієнти апроксимації кривої  $k_H=f(k_W)$ .

Величина  $W_{num}$  може бути розрахована також за формулою

$$W_{num} = A \int_0^e \varepsilon_u^n d\varepsilon_u = A \frac{\varepsilon_u^{n+1}}{n+1}, \quad (4)$$

де  $A$ ,  $n$  – коефіцієнти апроксимації кривої текучості, що мають фізичний зміст:  $A$  – напруження текучості (у МПа) при інтенсивності деформацій  $\varepsilon_u=1$ ,  $n$  – ступінь деформації, що відповідає максимальному навантаженню на умовній діаграмі розтягу.

Однак варто враховувати, що механічні властивості матеріалів, які використовуються у залежностях (3) і (4), отримані за умов статичних випробувань, потребують уточнень, оскільки деформування при ДТП, як правило, відбуваються при значно вищих швидкостях.

Вплив швидкісного ефекту на роботу пластичного деформування суттєвий і може складати до 40% [6].

Враховуючи значний вплив швидкісного ефекту на енергопоглинання, необхідно його враховувати при розв'язанні задач із визначення швидкості транспортних засобів при ДТП.

## Висновки

Для мотоциклів і вантажних автомобілів проведення краш-тестів майже не практикується, тому відсутня інформація про коефіцієнти енергопоглинання їх конструкцій. Краш-тести, що проводяться для легкових автомобілів також малоінформативні, оскільки проводяться за певних обмежених системою випробувань умов (характер зіткнення, швидкість, ступінь перекриття тощо).

Оскільки проведення краш-тестів для наповнення даними програмного комплексу PC-CRASH малоінформативне та дуже дорогавартісне, доцільно отримувати величини коефіцієнтів енергопоглинання конструкцій транспортних засобів шляхом проведення екст-тестів – досліджень реальних конструкцій транспортних засобів, що потрапили у ДТП, методом твердості. Крім того, отримані значення слід уточнювати з врахуванням швидкісного ефекту в залежності від визначеної у першому наближенні швидкості транспортного засобу на момент зіткнення. Запропонований підхід дасть змогу зменшити витрати на проведення краш-тестів і накопичувати відомості для середовища PC-CRASH про енергопоглинання конструкцій різних типів та моделей транспортних засобів за різних умов зіткнення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Евтюков С. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий : справочник / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев. – СПб: Издательство ДНК, 2006. – 536 с.
2. Проблемы и перспективы энергетических методов реконструкции ДТП / В. Н. Торлин, В. А. Ксенофонтова, А. А. Ветрогон, Е. В. Яковенко // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2013. – Вып. 61–62. – С. 170–173.
3. CRASH3 Technical Manual. NHTSA, Washington D.C. – 1986. – 458 p.
4. Деклар. пат. на винахід № 54738 від 11.03.2002. Спосіб визначення швидкостей руху транспортних засобів при зіткненні / В. П. Байков та ін.; опубл. 17.03.03, Бюл. №3.
5. Огородников В. А. Алгоритм определения энергии деформации элементов конструкций из листовых материалов / В. А. Огородников, В. Е. Перлов, М. И. Побережный // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : зб. наук. праць ДДМА. – Краматорськ, 2008. – С. 135–140.
6. Огородников В. А. Учет скоростного эффекта при расчете энергии пластической деформации конструкций транспортных средств / В. А. Огородников, В. Е. Перлов // Вісті академії інженерних наук України. – 2009. – № 1(38). – С. 121–125.
7. Огородников В. А. ЭНЕРГИЯ. ДЕФОРМАЦИИ. РАЗРУШЕНИЕ. Задачи автотехнической экспертизы : монография. / В. А. Огородников, В. Б. Киселев, И. О. Сивак – Винница : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 204 с.

**Віктор Євгенійович Перлов** — канд. техн. наук, доцент кафедри опору матеріалів і прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: perlov@vntu.edu.ua;

Науковий керівник: **Віталій Антонович Огородніков** – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри опору матеріалів і прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Perlov Viktor** – Department of Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnytsya National Technical University, Vinnytsia, email : perlov@vntu.edu.ua.

Supervisor: **Vitaliy Ogorodnikov** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnytsya National Technical University, Vinnytsia.