

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ РІЗНИХ ТИПАХ ДТП.

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано способи визначення енергії пластичного деформування транспортних засобів при дослідженні різних типів ДТП.

Ключові слова: ДТП, енергія деформування.

Abstract

Different methods of determining the energy of plastic deformation of vehicles in the investigation of different types of road accidents are analyzed.

Keywords: Accidents, deformation energy.

Вступ

В зв'язку зі стрімким зростанням кількості транспортних засобів в останні роки, на автодорогах України спостерігається суттєве збільшення кількості ДТП. За офіційною статистикою Патрульної поліції України лише в 2020 році на дорогах держави сталось 26140 ДТП з загиблими та/або травмованими, у яких 3541 громадян отримали травми несумісні з життям.

Серед головних питань, що визначають відповідність дій учасників руху вимогам правил дорожнього руху при дослідженні обставин ДТП є швидкість руху транспортних засобів на момент зіткнення, тому напрямок визначення цієї швидкості з врахуванням механічних пошкоджень представляє значний науковий та практичний інтерес.

Результати дослідження

Для сучасних транспортних засобів, які пройшли сертифікаційні "краш-тести", енергія деформування може бути визначена в середовищі програмного комплексу PC-Crash. Програма містить результати сертифікаційних випробувань і за відомими геометричними параметрами деформацій дає змогу визначити енергію пластичного деформування елементів конструкції, пошкоджених в результаті зіткнення (рис. 1).

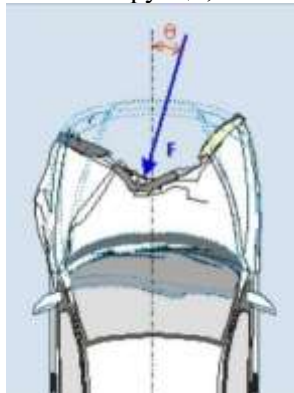


Рис. 1. Зображення деформацій автомобіля в середовищі PC-Crash.

У такому випадку, можливий також варіант визначення з використанням коефіцієнтів енергопоглинання конструкцій [1]. Для прикладу, у випадку пошкодження у вигляді прямокутника шириною δ_{ji} і глибиною λ_{ji} використовується залежність:

$$w_{defji} = \delta_{ji} \left[A_{ji} \lambda_{ji} + B_{ji} \frac{(\lambda_{ji} - \lambda_{0,jiB})^{k_{jiv} + 1}}{k_{jiv} + 1} + C_{ji} \frac{(\lambda_{ji} - \lambda_{0,jiC})^{k_{jic} + 1}}{k_{jic} + 1} \right]. \quad (3)$$

де A_{ji}, B_{ji}, C_{ji} - константи енергопоглинання при деформуванні транспортного засобу в залежності від напрямку дії ударного імпульса при зіткненні; $\lambda_{0,jiB}, \lambda_{0,jiC}, k_{jiv}, k_{jic}$ - коефіцієнти апроксимації підінтегральної кривої функції; λ і $\delta(\delta_{ji}, \lambda_{ji}, \lambda)$ - поточні координати глибини і ширини пошкоджень.

Константи енергопоглинання визначаються для кожної нової моделі автомобілів шляхом проведення "краш-тестів" за визначених умов удару, тому такий підхід є дороговатрїсним і малоінформативним.

Разом з тим, виникає ряд випадків, коли автомобіль занадто старий (або новий) і для нього відсутні узагальнені параметри енергопоглинання, або ж механізм деформування транспортних засобів суттєво відрізняється від стандартних випробувань. Крім того, константи енергопоглинання відсутні для вантажних автомобілів, мікроавтобусів та мотоциклів, оскільки для них не проводяться краш-тести, що накладає суттєві обмеження на використання методу.

У такому разі, енергія пластичного деформування елементів конструкції може бути визначена за [2-4]. У [2] проаналізовано основні підходи до визначення швидкості руху транспортних засобів з врахуванням їх пошкоджень при дорожньо-транспортних пригодах.

Зокрема, енергія пластичного деформування елементів конструкцій може бути визначена за зміною твердості металу [3, 4]:

$$W_{num} = W_0 \exp \frac{\ln k_H / D}{C}, \quad (1)$$

де W_{num} – питома потенційна енергія деформування в Дж/см³; $W_0 = \frac{\sigma_{0.2}^2}{2E}$ – пружна питома потенційна енергія в Дж/см³; $\sigma_{0.2}$ – 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} також може бути розрахована за формулою:

$$W_{num} = A \int_0^{\varepsilon_u} \varepsilon_u^n d\varepsilon_u = A \frac{\varepsilon_u^{n+1}}{n+1}, \quad (2)$$

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.

Такий підхід дає змогу досліджувати не лише стандартні випадки ДТП, але й нетипові зіткнення: з металевими елементами інфраструктури (електроопорами, парканами, тощо), з вантажними автомобілями та мотоциклами (для яких відсутні показники енергопоглинання), наїзди на пішоходів тощо.

Вплив швидкісного ефекту може бути врахований [5] і він може складати до 25% від сумарної енергії деформування для всієї конструкції (та до 40% по окремим елементам).

Висновки

У випадку необхідності визначення швидкості руху транспортних засобів при ДТП з врахуванням пошкоджень найбільш універсальним є метод твердості, який може бути застосований для будь-яких типів та моделей транспортних засобів, а також для елементів металевих конструкцій, що були пошкоджені в результаті зіткнення. Однак, для його застосування пошкоджені автомобілі мають бути доступні для огляду, тому важливим є питання оперативності прийняття рішення про проведення експертизи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Огородніков В. А. Визначення параметрів розкриття подушок безпеки з врахуванням енергії пластичної деформації елементів конструкцій автомобілів при ДТП / Огородніков В. А., Байков В.П., Кисельов В.Б., Перлов В. Є. // Вісник національного транспортного університету. – Київ, 2012 - №26/2 - С. 229-236.
- 2 Перлов В. Є. Енергія пластичного деформування елементів конструкцій транспортних засобів при ДТП / Перлов В. Є., Кириця І. Ю. // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – Вип. 2. - С. 90–94
3. Огородников В. А. Алгоритм определения энергии деформации элементов конструкций из листовых материалов / Огородников В. А., Перлов В. Е., Побережный М. И. // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні (Зб. наук. праць ДДМА). – Краматорськ, 2008. – С. 135-140.
4. Огородніков В. А. Визначення енергії пластичної деформації елементів конструкцій транспортних засобів і параметрів розкриття подушок безпеки при ДТП / Огородніков В. А., Перлов В. Є. // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Серія: технічні науки – Вінниця, 2009 - №3 – С. 5-9.
5. Огородников В. А. Учет скоростного эффекта при расчете энергии пластической деформации конструкций транспортных средств /Огородников В. А., Перлов В. Е. // Вісті академії інженерних наук України. – 2009. - №1(38). – С. 121-125.

Перлов Віктор Євгенійович — канд. техн. наук, доцент кафедри опору матеріалів і прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет

Perlov Viktor — PhD, Associate Professor of Materials Resistance and Applied Mechanics Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: perlov@vntu.edu.ua