

Purpose - to develop effective mechanisms of information technology to the specifics of road building.

Method study - used methods of probability theory, mathematical statistics and statistical modeling.

The high degree of uncertainty and associated risk that accompanies the implementation of building projects including sphere of road construction, require the development of appropriate compensatory measures to reduce project risk. Thus, the need to develop effective models of mechanisms operative project management to ensure optimal synthesis problem solving management mechanism with minimal cost and at a given time.

Results of the article allow to reuse design, replicate them and make the overall implementation of significant reduction in the duration of labor and resources.

Forecast assumptions about for the object of study – the search information technology for effective mechanisms operative management in road building.

KEYWORDS: PROJECT, MECHANISMS OPERATIONAL MANAGEMENT, ROAD BUILDING, PARETO-EFFECTIVE SIGNIFICANCE, COSTS.

РЕФЕРАТ

Мельниченко А.И., Сохань В.В. Эффективные механизмы оперативного управления проектами в дорожном строительстве. / Александр Иванович Мельниченко, Вячеслав Викторович Сохань // Вестник. - К. : НТУ - 2012. - Вып. 26.

В статье предложена разработка эффективных информационно-технологических механизмов оперативного управления проектами в дорожном строительстве.

Объект исследования - процесс оперативного управления в дорожном строительстве.

Цель работы - разработка эффективных информационно-технологических механизмов с учетом специфики дорожного строительства.

Метод исследования - использовались методы теории вероятности, математической статистики и статистического моделирования.

Высокая степень неопределенности и связанный с этим риск, который сопровождает реализацию строительных проектов, в том числе в сфере строительства автодорог, требуют разработки соответствующих компенсационных мероприятий, направленных на уменьшение проектного риска. Таким образом, необходимо разработать эффективные модели механизмов оперативного управления проектами, которые обеспечивают решение задач синтеза оптимального механизма управления с минимальными затратами и в заданные сроки.

Результаты статьи позволяют многократно применять разработки, тиражировать их и осуществлять массовое внедрение с существенным сокращением продолжительности трудозатрат и средств.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования - поиск информационной технологии для эффективных механизмов оперативного управления в дорожном строительстве.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПРОЕКТ, МЕХАНИЗМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ, ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО, ПАРЕТО-ЭФФЕКТИВНОЕ ЗНАЧЕНИЕ, РАСХОДЫ.

УДК 343.977

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗКРИТТЯ ПОДУШОК БЕЗПЕКИ З ВРАХУВАННЯМ ЕНЕРГІЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ДТП

Огородніков В.А., доктор технічних наук

Байков В.П., кандидат технічних наук

Кисельов В.Б., доктор технічних наук

Перлов В.С., кандидат технічних наук

Ульянич П.А.

Постановка проблеми.

Стрімке зростання кількості транспортних засобів призводить до підвищення аварійності на автошляхах. Для визначення причин дорожньо-транспортної пригоди, а також відповідності дій її учасників вимогам Правил дорожнього руху, необхідно знати швидкісні режими транспортних засобів.

Ще десятиліття тому, існувало доволі багато методик, які дозволяли визначити швидкості руху транспортних засобів за слідовою інформацією (за слідами гальмування, заносу і т.і.). Але з часом, в автомобілебудуванні широкого застосування отримала антиблокувальна система гальм (АБС). Принцип роботи АБС полягає в тому, що вона не допускає можливості ковзання шин автомобіля по дорожньому покриттю, що практично усуває будь-яку можливість визначити швидкість руху автомобіля за слідовою інформацією. Відповідно до цього, єдиним параметром, який дає уявлення про швидкість руху транспортних засобів, є енергія деформації їх пошкоджених елементів, деформованих внаслідок дорожньо-транспортної пригоди.

Згідно даних статистики, останнім часом почастішали випадки, коли при ДТП в автомобілях, обладнаних подушками безпеки, ці подушки не розкриваються, або ж розкриваються при наїзді на незначні нерівності на дорожньому покритті. Для дослідження причин таких неадекватних спрацювань подушок безпеки, необхідно визначити параметри, при яких вони мають розкриватися. Такими параметрами є втрата швидкості і сповільнення транспортного засобу, а також напрямок удару.

Оскільки питання про енергію пластичної деформації елементів транспортних засобів при ДТП, а також визначення параметрів розкриття подушок безпеки є надзвичайно актуальними, вони детально розглядаються в статті.

Основний матеріал дослідження.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОДАХ

Слідуючи методикам, які викладені в [1-3], витрати на роботу пластичної деформації і руйнування елементів конструкції автомобіля визначались шляхом вимірювання твердості за допомогою переносного твердоміра "Темп-3" і розраховувались по формулі

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

де $W_{y\delta}$ - питома потенційна енергія 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 роду в МПа.

D і C у формулі (1) – коефіцієнти апроксимації кривої $k_{HT}=f(k_W)$.

Величину $W_{y\delta}$ розраховували також за допомогою формули

$$W_{y\delta} = \int_0^e \sigma_u d\varepsilon_u, \quad (2)$$

де σ_u - інтенсивність напружень в МПа, ε_u - інтенсивність деформацій (безрозмірна величина).

Криву $\sigma_u = f(\varepsilon_u)$ в теорії пластичності називають єдиною кривою течії, яка не залежить від виду напруженого стану. Її апроксимували рівнянням

$$\sigma_u = A \varepsilon_u^n. \quad (3)$$

Тоді, підставивши (3) в (2), одержимо

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

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

Величину ε_u у формулі (4) визначали у кожному конкретному випадку або по твердості (по k_H), або по діаграмам пластичності та стійкості [2].

Дані про властивості матеріалів було одержано шляхом ідентифікації властивостей матеріалу, слідуючи роботі [2].

Згідно цій роботі, початкова межа текучості $\sigma_{0,2}$ (МПа) ставиться у відповідність з початковою твердістю H_{T0} , слідує рівнянню

$$\sigma_{0,2} = B + 0,33H_{T0}, \quad (5)$$

де коефіцієнт B при вимірюванні твердості твердоміром "Темп-3" дорівнює $B=176$. Початкова межа текучості $\sigma_{0,2}$ ставиться у відповідність з коефіцієнтом апроксимації кривої течії матеріалів, слідує рівнянню

$$A = 1000 \exp(-0,0008 \sigma_{0,2}), \quad (6)$$

де A – коефіцієнт апроксимації рівняння (3).

Коефіцієнт n у формулі (3) для різних матеріалів, вживаних в автомобілебудуванні, знаходиться в межах $0,1 \leq n \leq 0,35$ і може бути знайдений з рівняння

$$n = 0,35 \exp(-0,0008A) \quad (7)$$

Одержане по формулах (1) і (2) значення $W_{уд}$ множили на об'єм деформованого металу елементу конструкції, що дозволило розрахувати величину повної потенційної енергії деформації

$$W_{def} = \sum (W_{уд})_i \cdot V_i. \quad (8)$$

Вплив швидкісного ефекту на роботу пластичної деформації враховано згідно методиці, яка викладена у роботі [2].

У вказаній роботі показано, що суттєве збільшення швидкості деформації для елементів конструкції, виготовлених із сталей різних марок, впливає на підвищення енергетичних витрат. В монографії використана модель матеріалу, чутлива до швидкісних ефектів. Так коефіцієнт апроксимації кривої течії A (див. формулу (3)) може змінюватися залежно від швидкості деформації, слідує рівнянню

$$A_V = A \left[1,045 + \frac{\ln(0,0027 + \dot{\epsilon}_u)}{135} \right]. \quad (9)$$

Коефіцієнт n у формулі (3) змінюється залежно від швидкості деформації, слідує співвідношенню

$$n_V = n \exp[-0,1273 \ln(1 + \dot{\epsilon}_u)]. \quad (10)$$

У формулах (9) і (10) A_V - коефіцієнт апроксимації кривої течії, що враховує вплив швидкості деформації; $\dot{\epsilon}_u$ - швидкість інтенсивності деформацій; n_V - показник ступеня, що враховує вплив швидкості деформації; A і n - коефіцієнти апроксимації кривої течії, побудованої без урахування швидкості деформації (квазістатична деформація).

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗКРИТТЯ ПОДУШОК БЕЗПЕКИ У ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ ПРИ ЗІТКНЕННІ З НЕРУХОМОЮ ПЕРЕШКОДОЮ

Основним фізичним явищем при зіткненні автомобілів під час скоєння ДТП є удар, в якому відбувається миттєва зміна швидкостей різних точок твердого тіла (системи тіл). Причиною такої зміни є миттєво прикладена сила $F(t)$. Тривалість удару позначимо τ (Рис.1).

Дія, вчинена силою на тіло, визначається її ударним імпульсом

$$S = \int_{t_z}^{t_z + \tau} F(t) dt. \quad (11)$$

Прийнято процес удару поділяти на дві фази. Перша фаза – фаза стиснення, яка продовжується від моменту $t = t_z$ початку удару до моменту $t = t_u$, у цій фазі сила удару $F(t)$ монотонно збільшується від нуля до свого максимального значення. Друга фаза – фаза відновлення (реституції) продовжується від моменту $t = t_u$ до моменту часу $t = t'_z = t_z + \tau$, у цій фазі сила $F(t)$ зменшується до нуля (у кінці періоду τ).

У разі удару автомобіля об нерухому перешкоду втрата швидкості розраховується за формулою

$$\Delta V = \frac{S}{m}, \quad (12)$$

або

$$\Delta V = \frac{F_{y0} \cdot \tau}{m} = \frac{W_{def} \cdot \tau}{a \cdot m}, \quad (13)$$

де $-F_{y0} = F_{инерц}$, a - зсув передньої частини автомобіля, W_{def} - енергетичні витрати подовжньо-направленого удару, τ - час ударного імпульсу, який змінюється в межах $0,07 \leq \tau \leq 0,14$.

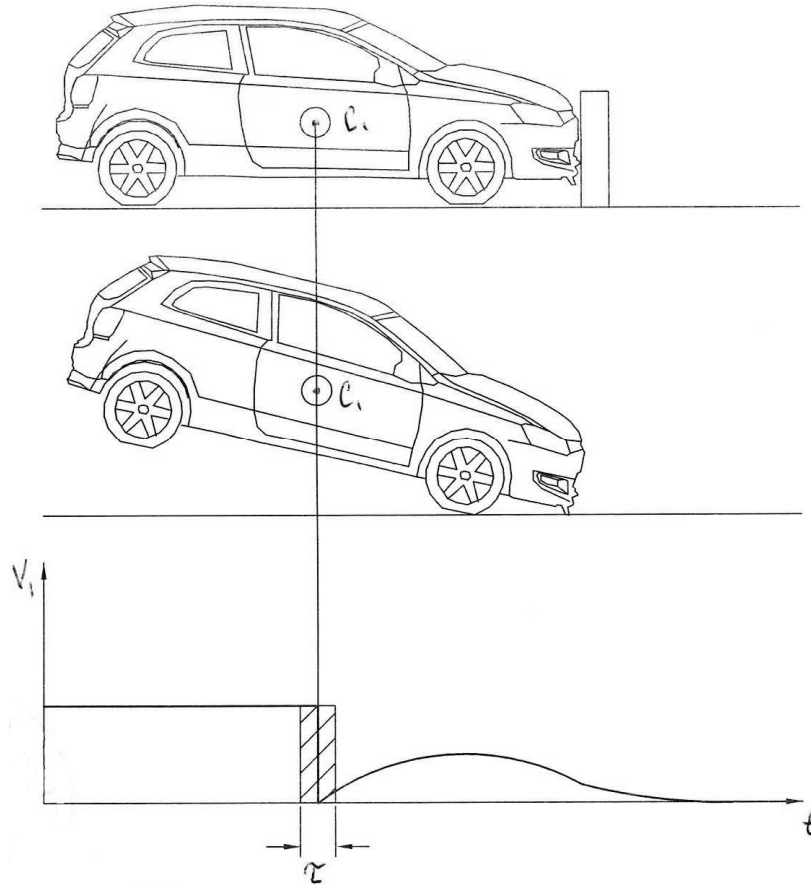


Рисунок 1.- Схема зміни швидкості при контактуванні автомобіля з перешкодою

Граничне значення втрати швидкості ΔV_{cp} , вище за яке повинні спрацювати подушки безпеки, складає $\Delta V_{cp} \geq 5,6$ м/сек.

Деякі автомобільні фірми-виробники приймають за параметр спрацювання подушок безпеки сповільнення автомобіля (прискорення зворотного знаку).

Сповільнення j автомобіля визначається за залежністю

$$j = \frac{\Delta V}{\tau}. \quad (14)$$

Граничне значення сповільнення автомобіля, при якому мають розкриватися подушки безпеки, складає $j = 3g = 29.5$ м/сек².

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ УДАРУ ПРИ ДТП

Для встановлення напрямку головної деформуючої сили оброблювалися дані вимірювання твердості капота автомобіля.

На рис. 2 показані ізолінії рівних твердості, інтенсивності напружень і інтенсивності деформацій, знайдені нами по розподілу твердості [1]. Розглянемо ізосклеру, значення якої відповідає твердості $H_1=420$ одиниць.

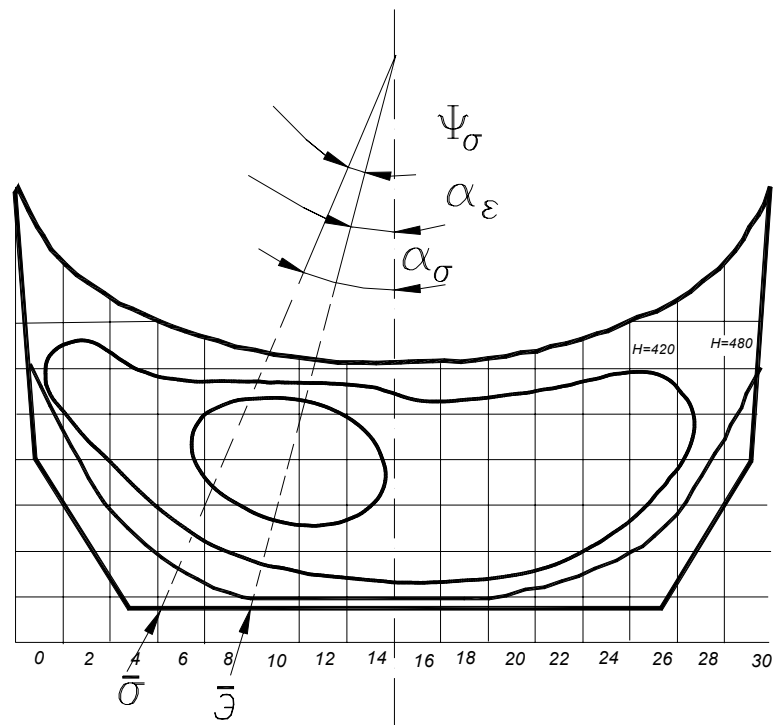


Рисунок 2.- Ізолінії твердості на капоті автомобіля

Згідно градувальному графіку, побудованому нами для сталей, вживаних в автомобілебудуванні (поправка по початковій твердості дозволяє здійснити прив'язку до матеріалу, з якого виготовлений капот автомобіля), цьому числу твердості відповідає ступінь деформації $\epsilon_u=0,16$.

Лінія перпендикулярна дотичній до ізосклери $H_T=420$ одиниць визначає напрям головних переміщень метала капота.

Таким чином визначається напрям переміщень (нормаль до ізосклери накопичених інтенсивностей деформацій) α_ϵ .

Проте це не означає, що головна деформуєча сила діяла під вказаним кутом.

У зв'язку з тим, що матеріал капота набуває унаслідок пластичної деформації деформаційної анізотропії, необхідно врахувати її вплив на ступінь розузгодження вектора $\bar{\sigma}$ (вектор напружень, співпадаючий в нашому випадку з вектором головної деформуєчої сили), з вектором деформацій $\bar{\epsilon}$ (вектор деформацій, в нашому випадку відповідний куту α_ϵ). Для знаходження кута розузгодження ψ_σ між вказаними векторами звернемося до робіт [1, 4].

У роботі [4] розроблена методика розрахунку кута розузгодження векторів $\bar{\sigma}$ і $\bar{\epsilon}$, заснована на постулатах А. А. Іллюшина. Слідуючи цій роботі

$$\operatorname{tg} \psi_\sigma = \frac{\sqrt{3} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{4}{3} \operatorname{tg}^2 \varphi_\sigma} - 1 \right)}{1 + 3 \cdot \sqrt{1 + \frac{4}{3} \operatorname{tg}^2 \varphi_\sigma}}, \quad (15)$$

де φ_σ - кут між головною віссю і вектором $\bar{\sigma}$

$$\operatorname{tg} \varphi_\sigma = \frac{\tau_u}{\sigma_u}, \quad (16)$$

де τ_u - інтенсивність дотичних напружень при ступені деформації $e_u = \text{const} = 0,16$ прийнятої нами як основної ізолінії накопичених деформацій матеріалу капота, $\bar{\sigma}_u$ - інтенсивність напружень (еквівалентне напруження для матеріалу з анізотропним зміцненням). У нашому випадку, крива течії ізотропного матеріалу описується рівнянням (3).

Для анізотропного матеріалу апроксимація кривій течії має вигляд [4]

$$\frac{\sigma_u}{A} = \frac{(1 + \beta_m) + (1 - \beta_m) \exp(-100\varepsilon_u)}{2} A \varepsilon_u^n, \quad (17)$$

де β_m - параметр Баушингера визначений експериментально в роботі [4] і для сталей типу 08кп, а також ряду інших матеріалів складає $\beta_m = 0,3$.

Таким чином, напрям деформуючої сили визначається кутом

$$\alpha_\sigma = \alpha_\varepsilon + \psi_\sigma. \quad (18)$$

Якщо напрям головної деформуючої сили попадає у сектор $\pm 30^\circ$ відносно повздовжньої осі автомобіля, це має забезпечити розкриття фронтальних подушок безпеки на транспортному засобі.

Висновки з даного дослідження.

1. Представлено методику визначення енергії пластичної деформації елементів конструкції транспортних засобів, здеформованих в результаті дорожньо-транспортної пригоди.

2. Розроблено методику визначення параметрів розкриття подушок безпеки транспортних засобів, а саме: втрату швидкості, сповільнення, а також напрямку удару. Наведено граничні значення вказаних параметрів, які мають забезпечувати відкриття подушок безпеки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. – Киев: Вища школа, 1983г. с.175.

2. Огородников В.А., Киселев В.Б., Сивак И.О. ЭНЕРГИЯ. ДЕФОРМАЦИЯ. РАЗРУШЕНИЕ (задачи автотехнической экспертизы): Монография. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 204 с.

3. Огородников В. А. Некоторые аспекты применения теории пластичности к задачам технологической механики и автотехнической экспертизы. // Застосування теорії пластичності в сучасних технологіях обробки тиском і автотехнічних експертизах: Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006 р. – С. 4-6.

4. Хван Д.В. Повышение эффективности в обработке металлов давлением.-Воронеж: из-во Воронежского университета, 1995.-224с.

РЕФЕРАТ

Огородников В. А., Байков В. П., Кисельов В. Б., Перлов В. С., Ульянич П. А. Визначення параметрів розкриття подушок безпеки з врахуванням енергії пластичної деформації елементів конструкцій автомобілів при ДТП. / Віталій Антонович Огородников, Валерій Павлович Байков, Володимир Борисович Кисельов, Віктор Євгенович Перлов, Павло Андрійович Ульянич // Вісник НТУ. – К.: НТУ – 2012. – Вип. 26.

Стаття присвячена методиці визначення енергії пластичної деформації елементів конструкції транспортних засобів і параметрів спрацювання їх подушок безпеки при дорожньо-транспортних пригодах.

Об'єкт дослідження – подушки безпеки транспортних засобів.

Мета роботи – визначення граничних значень таких параметрів, як втрата швидкості, сповільнення, а також напрямку удару при ДТП, при досягненні яких повинно забезпечуватися розкриття подушок безпеки транспортних засобів.

Для визначення причин дорожньо-транспортних пригод, необхідно знати швидкісні режими транспортних засобів. Існує багато методик, які дозволяють визначити швидкості руху автомобілів за слідовою інформацією. Але застосування у автомобілебудуванні антиблокувальних систем гальм практично усуває будь-яку можливість визначити швидкість руху транспортних засобів за слідовою інформацією. Єдиним параметром, який дає уявлення про швидкість руху автомобілів, є енергія деформації їх пошкоджених елементів, деформованих внаслідок дорожньо-транспортної пригоди.

Існують випадки, коли при ДТП в автомобілях не розкриваються подушки безпеки, або ж розкриваються при наїзді на незначні нерівності на дорожньому покритті. Для дослідження причин таких неадекватних спрацювань подушок безпеки, необхідно визначати параметри (втрата швидкості і сповільнення транспортного засобу, а також напрямку удару), при яких вони повинні розкриватися.

Результати:

1. Представлено методику визначення енергії пластичної деформації елементів конструкції транспортних засобів, здеформованих в результаті дорожньо-транспортної пригоди.

2. Розроблено методику визначення параметрів розкриття подушок безпеки транспортних засобів, а саме: втрату швидкості, сповільнення, а також напрямку удару. Наведено граничні значення вказаних параметрів, які мають забезпечувати розкриття подушок безпеки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕНЕРГІЯ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ, ПОДУШКИ БЕЗПЕКИ, НАПРЯМОК УДАРУ, АВТОМОБІЛЬ, ШВИДКІСТЬ РУХУ.

ABSTRACT

Ogorodnikov V. A., Baikov V. P., Kyselyov V. B., Perlov V. E., Ulyanych P. A. Defining the airbag deployment conditions, taking into account the energy of plastical deformation of structural elements of the car in the course of an accident. / Vitaliy Ogorodnikov, Valeriy Baikov, Volodymyr Kyselyov, Victor Perlov, Pavlo Ulyanych // NTU Bulletin. – К.: NTU – 2012. – Vol.26.

The article is dedicated to the methods of defining the energy of plastical deformation of structural elements of vehicles and triggering parameters of airbags in the course of vehicle accidents.

The object of analysis is the vehicles' airbags.

The purpose is to determine the limiting values of certain parameters, such as speed loss rate, deceleration, as well as the direction of impact in an accident, in reaching of which the vehicles' airbag deployment should be provided.

To determine the causes of accidents, it is necessary to know the speed of vehicles. There are many techniques for determining velocity of cars upon the trace information. But the use of automotive antilock brake system, as a matter of fact eliminates any possibility to determine the speed of vehicles upon the trace information. The only parameter which gives an idea of the speed of cars is the energy of deformation of damaged elements as a result of the accident.

There are cases when, in the course of an accident, the airbags don't deploy, or deploy when hit by minor bumps in the road surface. To analyze the reasons for such inadequate airbags deployment, the certain parameters (speed loss rate, deceleration, as well as the direction of impact in an accident), in which the airbags must deploy, should be defined.

The results:

1. The technique of determining the energy of plastical deformation of the vehicles' elements, deformed as a result of the accident, is presented.

2. The technique of determining the parameters of vehicles' airbag deployment, namely speed loss rate, deceleration, as well as the direction of impact in an accident, is developed. The thresholds for the specified parameters, which are to provide airbags deployment, are presented.

KEYWORDS: ENERGY OF PLASTICAL DEFORMATION, AIRBAGS, DIRECTION OF IMPACT, VEHICLE, SPEED.

РЕФЕРАТ

Огородников В. А., Байков В. П., Киселев В. Б., Перлов В. Е., Ульянич П. А. Определение параметров раскрытия подушек безопасности с учетом энергии пластической деформации элементов конструкций автомобилей при ДТП. / Виталий Антонович Огородников, Валерий Павлович Байков, Владимир Борисович Киселев, Виктор Евгеньевич Перлов, Павел Андреевич Ульянич // Вісник НТУ. – К.: НТУ – 2012. – Вып. 26.

Статья посвящена методике определения энергии пластической деформации элементов конструкции транспортных средств и параметров срабатывания их подушек безопасности при дорожно-транспортных происшествиях.

Объект исследования – подушки безопасности транспортных средств.

Цель работы – определение граничных значений таких параметров, как потеря скорости, замедление, а также направление удара при ДТП, при достижении которых должно обеспечиваться раскрытие подушек безопасности транспортных средств.

Для определения причин дорожно-транспортных происшествий, необходимо знать скоростные режимы транспортных средств. Существует много методик, которые позволяют определить скорость движения автомобилей по следовой информации. Однако применение в автомобилестроении антиблокирующих систем тормозов практически исключает какую-либо возможность определить скорость движения транспортных средств по следовой информации. Единственным параметром, который дает представление о скорости движения автомобилей, есть энергия деформации их поврежденных элементов, деформированных вследствие дорожно-транспортного происшествия.

Существуют случаи, когда при ДТП в автомобилях не раскрываются подушки безопасности, или же раскрываются при наезде на незначительные неровности на дорожном полотне. Для

исследования причин таких неадекватных срабатываний подушек безопасности, необходимо определять параметры (потеря скорости и замедление транспортного средства, а также направление удара), при которых они должны раскрыться.

Результаты:

1. Представлено методику определения энергии пластической деформации элементов конструкции транспортных средств, деформированных в результате дорожно-транспортного происшествия.

2. Разработано методику определения параметров раскрытия подушек безопасности транспортных средств, а именно: потеря скорости, замедление, а также направление удара. Представлены граничные значения указанных параметров, которые должны обеспечить раскрытие подушек безопасности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭНЕРГИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ, ПОДУШКИ БЕЗОПАСНОСТИ, НАПРАВЛЕНИЕ УДАРА, АВТОМОБИЛЬ, СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ.

УДК 656.022

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГНОЗНОЇ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ПУНКТИВ ПРОПУСКУ ЧЕРЕЗ ДЕРЖАВНИЙ КОРДОН УКРАЇНИ

Пасічник А.М., доктор фізико-математичних наук
Клен О.М.

Вступ. Підвищення ефективності використання транзитного потенціалу України має важливе значення для розвитку як транспортної системи, так і економіки країни. У зв'язку з чим одним із основних завдань розвитку транспортно-митної інфраструктури є збільшення пропускної спроможності транспортної мережі та пунктів пропуску через державний кордон, як основи реалізації транспортно-транзитного потенціалу країни. Оскільки на даний час існуюча система пунктів пропуску у більшості випадків не відповідає вимогам сучасності, то розробка методології та визначення напрямів модернізації і подальшого розвитку мережі автомобільних пунктів пропуску через державний кордон є особливо актуальними.

Методичні підходи до вирішення питань удосконалення технологій функціонування та подальшого розвитку інфраструктури і облаштування пунктів пропуску митного кордону, розглядаються в наукових роботах [1–5].

Для підвищення ефективності реалізації комплексу програм з облаштування та модернізації автомобільних пунктів пропуску (АПП) державного кордону важливе значення має прогноз обсягів міжнародних перевезень через АПП [6, 7]. Прогнозування вантажних перевезень – одна з важливих і складних проблем у теорії та практиці планування. Складність пояснюється тим, що на обсяги перевезень впливає велика кількість факторів, а існуючі математичні моделі не охоплюють всю складність процесу перевезення вантажів. Тому на практиці використовується мінімальна, але достатня кількість факторів, які в основному визначають поведінку функції прогнозування, відображають суттєвий вплив на обсяги перевезень і піддаються кількісному вимірюванню [8, 9]. При короткостроковому прогнозуванні, а також при прогнозуванні швидкозмінних процесів, коли найбільш важливими є останні реалізації досліджуваного процесу, найбільш ефективними є адаптивні методи, що враховують нерівнозначність членів часового ряду в моделі прогнозування. З метою більш точного дослідження вантажопотоку для подальшого застосування методів прогнозування на основі трендових моделей застосовується згладжування часових рядів [9, 10].

Постановка проблеми. Метою даної статті є дослідження прогнозної пропускної спроможності автомобільних пунктів пропуску через митний кордон України. Досягнення поставленої мети передбачає вирішення таких завдань:

- розробка на основі статистичних даних фактичних обсягів вантажопотоків методичних підходів щодо визначення прогнозних обсягів пропуску транспортних засобів і товарів через пункти пропуску митного кордону України;

- визначення алгоритму розрахунку прогнозної проектної пропускної спроможності пунктів пропуску для автомобільного сполучення через митний кордон України для проведення їх реконструкції та модернізації.