

**Ксенофонтова Виктория Анатольевна,**  
к.т.н., доцент, Севастопольский государственный университет,  
e-mail: vaksenofontova.v@gmail.com

**Кияшко Лариса Александровна,**  
ст. преп., Севастопольский государственный университет,  
e-mail: LAKiyashko@sevsu.ru

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ АВТОМОБИЛЯ  
ПЕРЕД СТОЛКНОВЕНИЕМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДТП ПО ОСТАТОЧНЫМ  
ДЕФОРМАЦИЯМ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ**

**Ksenofontova V.A., Kiyashko L.A.**

**TECHNIQUE FOR DETERMINING THE AUTOMOBILE SPEED BEFORE  
COLLISION ACCORDING TO THE PERMANENT DEFORMATIONS OF  
CONSTRUCTION ELEMENTS**

**Аннотация.** Разработанная авторами методика позволяет определить скорость движения транспортного средства с учетом затрат кинетической энергии как на деформацию элементов и деталей автомобиля, так на перемещение транспортных средств после происшествия.

**Ключевые слова:** скорость транспортного средства, пластическая деформация кузова, энергия упругого деформирования.

**Abstract.** The technique developed by the authors allows to determine the speed of a vehicle considering the kinetic energy expenditure both on the deformation of automobile elements and parts and on the vehicle displacement after the traffic accident.

**Keywords:** vehicle speed, plastic deformation of a body, elastic deformation energy.

Рост парка автомобильного транспорта в последние годы привёл к значительному увеличению количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

Одним из главных вопросов, решаемых в рамках судебных автотехнических экспертиз, является определение скорости движения транспортных средств непосредственно в момент столкновения в результате ДТП. Для практической реализации разработанной методики проводится анализ деформированных поверхностей транспортных средств, конструкции которых представляются набором упруго-пластически деформированных элементов и узлов. Эти деформированные элементы допускают большие пластические деформации, а также разрывы и разрушения отдельных элементов.

При проведении краш-тестов решается прямая задача механики, а в предлагаемой методике решается обратная задача – определение по результатам действия причин, его вызвавших [1].

Значительная часть кинетической энергии затрачивается на пластическую деформацию элементов конструкции транспортного средства [2]. Такой подход позволил моделировать процесс деформации, в общем случае представленный формулой (1), где пластические деформации описываются тензором Грина (большие деформации) [3]:

$$U_d = \iiint_V \sigma_{ij} \varepsilon_{ij} dV + \sqrt{2} \sigma_s \iiint_V \left[ \frac{E}{2(1-2\nu)} (d\varepsilon_{ij})^2 + 2G \left( d\varepsilon_{ij} - \frac{1}{3} d\varepsilon_{ij} \delta_{ij} \right) d\varepsilon_{ij} \right] dV - \iint_S \bar{R}_i \bar{u}_i dS, \quad (1)$$

где  $U_d$  – энергия деформации;  $\sigma_{ij}$  – тензор напряжений Кирхгофа;  $\sigma_s$  – предел текучести;  $\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij}^y + \varepsilon_{ij}^n$  – тензор деформаций Грина;  $\varepsilon_{ij}^y$ ,  $\varepsilon_{ij}^n$  – упругая и пластическая части тензора деформаций, действующие в упругой и пластических областях конструкции;  $\bar{u}_i$  – вектор перемещений;  $\bar{R}_i$  – внешние силы;  $V$  – объем;  $S$  – поверхность исследуемого объекта до деформации;  $E$ ,  $\nu$ ,  $G$  – свойства материала;  $\delta_{ij}$  – символ Кронекера.

Определить энергию упругих деформаций можно с помощью выражений [4]:

$$W_{упр} = \frac{E\nu}{2(1+\nu)(1-2\nu)} \iiint_V [(\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z)^2 + G(\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_z^2) + \frac{1}{2}G(\gamma_{xy}^2 + \gamma_{zx}^2 + \gamma_{yz}^2)] dV; \quad (2)$$

где  $E$ ,  $\nu$  – упругие константы материала;  $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$  – параметр Ляме;  $\varepsilon$ ,  $\gamma$  – компоненты деформированного состояния;  $W_{упр}$  – энергия упругого деформирования.

После того, как определена энергия деформации всех поврежденных элементов конструкции автомобиля, рассчитывается общая энергия деформации и соответствующая ей составляющая скорости автомобиля в момент столкновения [5]:

$$V_n = \sqrt{\frac{2U_d}{m_a}}, \quad (3)$$

где  $m_a$  – масса автомобиля.

Разработанная методика позволяет определить скорость движения транспортного средства с учетом затрат энергии на деформацию элементов и деталей автомобиля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Торлин В.Н., Ксенофонтова В.А., Ветрогон А.А. Повышение достоверности результатов экспертизы ДТП по энергетическим критериям // Сборник научных трудов ХГАДТУ «Автомобильный транспорт». – 2005. №16. – С.19-22.
2. Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности: Пер. с англ. - М.: Мир, 1987. – 542 с.
3. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
4. Загиров, Н.Н. Теория обработки металлов давлением: учеб. пособие / Н.Н. Загиров, С.Б. Сидельников, Е.В. Иванов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 148 с.
5. Ксенофонтова В.А., Бабкин А.В., Торлин В.Н. Исследование процесса деформации кузова легкового автомобиля при наезде на неподвижное препятствие // Сборник научных трудов ХГАДТУ «Автомобильный транспорт». – 2001. - №7-8. – С. 36-38.