

УДК 656.13

А.С. Домнина, ассистент,

А.А. Ветрогон, доцент, канд. техн. наук,

В.Н. Торлин, профессор, д-р техн. наук

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

**ЗАДАЧА КОНТАКТИРОВАНИЯ БИООБЪЕКТА С ПОВЕРХНОСТЯМИ  
АВТОМОБИЛЯ ПРИ ДТП**

*Рассматривается методика экспертизы ДТП с наездом на пешехода, в которой по следам, оставленным биообъектом на поверхностях автомобиля, определяется составляющая кинетической энергии, затраченной на контактные деформации.*

**Ключевые слова:** наезд на пешехода, следы контакта, экспертиза ДТП.

**Постановка проблемы.** Известно [1], что наезд на пешехода является наиболее распространенным случаем дорожно-транспортного происшествия (ДТП), число которых составляют более 45 % общего числа ДТП в Украине. Однако при проведении экспертизы таких происшествий возникают трудности, связанные со сложностями решения задач биомеханики. В связи с этим разработка новых методов экспертизы таких ДТП является важной задачей в системе безопасности дорожного движения.

**Анализ публикаций.** Методы экспертизы ДТП, связанных с наездом на пешехода рассматриваются в работах [1, 2], в которых рассмотрены основные факторы, влияющие на количество аварий и число пострадавших. Отмечается, что при ударе о выступающие элементы кузова автомобиля на контактирующих поверхностях остаются следы взаимодействия с биообъектом, по которым можно восстановить процесс соударения. В методике [3] рассмотрен подход, позволяющий путем решения задач механики деформируемого тела определять энергетические параметры различных случаев ДТП. Использование подхода [3] возможно и для случая с наездом на пешехода.

**Цель и постановка задачи.** Целью настоящей работы является разработка методики экспертизы ДТП с наездом на пешехода, в которой по следам, оставленным биообъектом на поверхностях автомобиля, определяется составляющая кинетической энергии, затраченной на контактные деформации.

Для достижения этой цели необходимо рассмотреть обратную контактную задачу для двух взаимодействующих тел, одно из которых обладает свойствами биообъекта, т.е. имеет существенно нелинейную характеристику.

**Материалы и результаты исследования.** Исследуемый процесс будем моделировать методом контактных задач [4] в следующей постановке, рисунок 1.

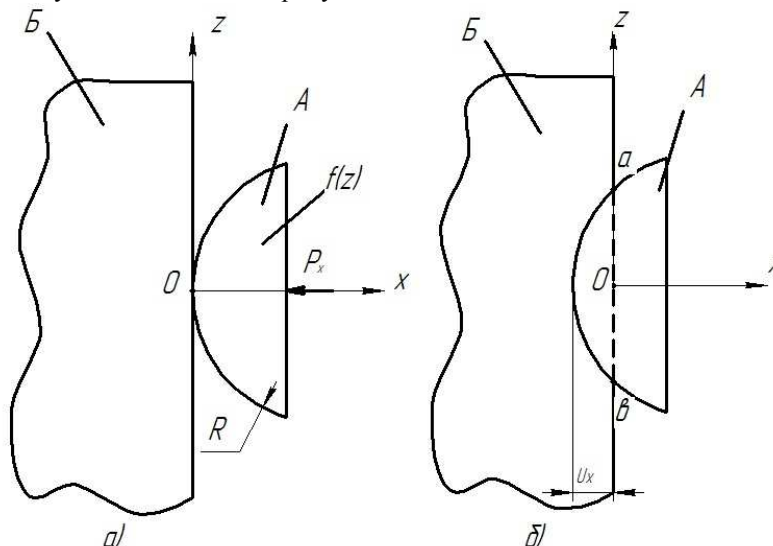


Рисунок 1 – Граничные условия контактной задачи:  
а – начало контактирования; б – завершение процесса контактирования

На одной из наружных поверхностей автомобиля А при контактировании ее с поверхностью биообъекта Б в направлении оси X, (рисунок 1, а), остаются следы контактирования в виде конечной границы а-б, по которой путем простого измерения определяется величина контактного перемещения  $u_x$ , (рисунок 1, б). Это определит граничные условия контактной задачи в виде:

$$\text{при } x = 0 : u_x = f(z), v_z = 0, \quad (1)$$

где  $f(z)$  – контактная поверхность тела А (в частном случае это может быть поверхность фары радиуса R).

Процесс контактирования определяется полным комплектом уравнений теории упругости, приведенным в [4], откуда для решения обратной задачи достаточно взять выражение, связывающее известное перемещение  $u_x = f(z)$ , и искомое напряжение  $\sigma_x$

$$\frac{1-2\nu}{1-\nu} \cdot \sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2} \frac{du_x}{dz}, \quad (2)$$

где  $\nu$  и  $E$  свойства материала биообъекта.

Зная величину  $\sigma_x$  как функцию  $f(z)$ , можно найти энергию деформации:

$$\mathcal{E}_{def} = \frac{1}{2E} \int_a^b \sigma_x^2(z) dz, \quad (3)$$

которая затем приравнивается к части кинетической энергии, затраченной на контактирование

$$K_{кон} = \mathcal{E}_{def}. \quad (4)$$

В качестве примера рассмотрим случай, когда тело А задано уравнением  $f(z) = z^2/2R$  и имеет свойства:  $E = 1,3 \times 10^4$  МПа,  $\nu = 0,25$ , биообъект имеет следующие свойства:  $E = 1,82$  МПа,  $\nu = 0,48$ , измеренная величина  $u_x$  последовательно принимает три значения: 20 мм, 24 мм, 28 мм, при этом граница контакта проходит через точки:  $a0 = 0$ ,  $b = 110$  мм, 116 мм, 123 мм.

Графики распределения напряжений  $\sigma_x$  на поверхности контакта для трех случаев нагружения представлены на рисунке 2.

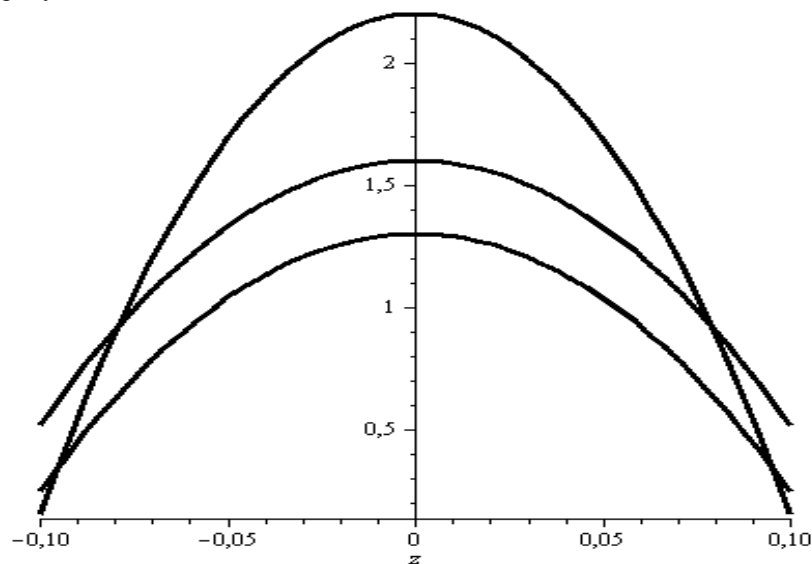


Рисунок 2 – Распределение напряжений  $\sigma_x$  на поверхности контакта a-b

Т.к. для биообъекта предел прочности  $\sigma_b = 2,0$  МПа, то мы видим, что разрушения неизбежны. Энергия деформации для трех случаев соответственно равна 326 дж, 345 дж, 374 дж.

#### Выводы.

1. Предложенная методика экспертизы, основанная на решении обратной контактной задачи, позволяет по следам контактирования биообъекта с поверхностями автомобиля определить энергетические параметры процесса.

2. Использование функции  $f(z)$  для задания геометрии формы контактирующих поверхностей позволяет исследовать реальные профили.

**Направления дальнейших исследований.**

В дальнейшем предполагается для экспертизы различных объектов использовать конечноэлементные модели, что позволит отображать трехмерные объекты сложной конфигурации, а также усложнить характеристику материала биообъекта, т.к. в уточненных моделях его можно рассматривать как композит.

**Библиографический список использованной литературы**

1. Суворов Ю.Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. / Ю.Б. Суворов. – М.: МАДИ, 2006 – 99 с.
2. Федоров В.А. Расследование дорожно-транспортных происшествий / Под общ. ред. В.А. Федорова, Б.Я. Гаврилова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд. «Экзамен», 2003. – 464 с.
3. Пат. України, №69465. Спосіб визначення початкової швидкості транспортного засобу за величиною деформацій, одержаних транспортним засобом при наїзді на нерухому препопу. — Бюл.№9, 2004. (Торлін В.М., Ксенофонтова В.А., Бабкин О.В.).
4. Галин Л.А. Контактные задачи теории упругости и вязкоупругости / Л.А. Галин. – М.: Наука, 1980. – 304 с.

*Поступила в редакцию 21.06.2012 г.*

**Домніна А.С., Ветрогон О.А., Торлін В.М. Завдання контакту біооб'єкту з поверхнями автомобіля при ДТП**

Розглядається методика експертизи ДТП з наїздом на пішохода, в якій по слідах, залишеним біооб'єктом на поверхнях автомобіля, визначається складова кінетичної енергії, витраченої на контактні деформації.

**Ключові слова:** наїзд на пішохода, сліди контакту, експертиза ДТП.

**Domnina A., Vetrogon A., Torlin V. The task of bioobject contact with car surfaces at road accident**

The technique of examination of road accident with arrival on the pedestrian in whom on the traces left bioobject on car surfaces, the component of the kinetic energy spent for contact deformations is defined is considered.

**Keywords:** arrival on the pedestrian, tracks of contact, examination of road traffic accident.